

УТВЕРЖДЕНЫ  
приказом Федеральной службы  
по экологическому, технологическому  
и атомному надзору  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Федеральные нормы и правила  
в области использования атомной энергии  
«Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов  
атомных энергетических установок» (НП-XX-XX)  
(окончательная редакция проекта)**

**I. Назначение и область применения**

1. Настоящие федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (НП-XX-XX) (далее – Правила) разработаны в соответствии с Федеральным законом от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1995, № 48, ст. 4552; 1997, № 7, ст. 808; 2001, № 29, ст. 2949; 2002, № 1, ст. 2; № 13, ст. 1180; 2003, № 46, ст. 4436; 2004, № 35, ст. 3607; 2006, № 52, ст. 5498; 2007, № 7, ст. 834; № 49, ст. 6079; 2008, № 29, ст. 3418; № 30, ст. 3616; 2009, № 1, ст. 17; № 52, ст. 6450; 2011, № 29, ст. 4281; № 30, ст. 4590, ст. 4596; № 45, ст. 6333; № 48, ст. 6732; № 49, ст. 7025; 2012, № 26, ст. 3446; 2013, № 27, ст. 3451), постановлением Правительства Российской Федерации от 1 декабря 1997 г. № 1511 «Об утверждении Положения о разработке и утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 49, ст. 5600; 1999, № 27, ст. 3380; 2000, № 28, ст. 2981; 2002, № 4, ст. 325; № 44, ст. 4392; 2003, № 40, ст. 3899; 2005, № 23, ст. 2278; 2006, № 50, ст. 5346; 2007, № 14, ст. 1692; № 46, ст. 5583; 2008, № 15, ст. 1549; 2012, № 51, ст. 7203).

2. Настоящие Правила устанавливают требования при изготовлении, монтаже и выполнении ремонтов оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок:

- а) к выполнению сварки и наплавки, в том числе к сварочным материалам и оборудованию, подготовке и сборке под сварку, типам сварных соединений, термической обработке сварных соединений и наплавленных деталей;
- б) к производственной аттестации технологии сварки (наплавки);
- в) к контролю качества сварочных и наплавочных материалов
- г) к исправлению дефектов и его контролю.

Требования к выполнению сварки и наплавки, в том числе к сварочным материалам и оборудованию, подготовке и сборке под сварку, типам сварных соединений, термической обработке сварных соединений и наплавленных деталей, должны учитываться при разработке конструкторской (проектной) документации.

Используемые термины, определения и сокращения приведены в приложении № 1 к настоящим Правилам.

3. Настоящие Правила распространяются на выполнение сварных соединений и наплавленных поверхностей:

- а) оборудования и трубопроводов, подпадающих под действие федеральных норм и правил в области использования атомной энергии НП-089-15;
- б) оборудования и трубопроводов, работающих под избыточным или вакуумметрическим давлением и отнесенных к элементам третьего класса безопасности, на которые не распространяется действие федеральных норм и правил в области использования атомной энергии НП-089-15;
- в) опор и подвесок, крепежных деталей оборудования и трубопроводов, указанных в подпунктах «а» и «б» настоящего пункта;
- г) внутрикорпусных устройств водо-водяных реакторов и реакторов на быстрых нейтронах;

д) металлоконструкций бассейнов выдержки, бассейнов перегрузки и хранения отработавшего ядерного топлива атомных энергетических установок.

4. Настоящие Правила распространяются на сварку деталей и сборочных единиц оборудования и трубопроводов, изготовленных из следующих материалов:

а) из сталей марок СтЗсп5, 10, 15, 20, 15Л, 20Л, 25Л, 20К, 22К, 15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 09Г2С, 09Г2СА-А, 10ХСНД, 10ХН1М, 16ГНМА, 12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 20ХМ, 20ХМА, 10Х2М, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 10ГН2МФА, 10ГН2МФА-А, 12Х2МФА, 12Х2МФА-А, 15Х2МФА, 15Х2МФА мод.А, 15Х2МФА-А, 15Х2МФА-А мод.А, 15Х2МФА-А мод.Б, 18Х2МФА, 18Х2МФА-А, 15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А, 15Х2НМФА класс 1, 15Х2НМ1ФА, 15Х2НМ1ФА-А, 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А, (перечисленные стали в дальнейшем именуются «стали перлитного класса», стали марок СтЗсп5, 10, 15, 20, 15Л, 20Л, 25Л, 20К, 22К, в дальнейшем именуются «углеродистые», стали марок 15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 09Г2С, 09Г2СА-А – «кремнемарганцовистые», а стали остальных марок – «легированные»);

б) из сталей марок 08Х13, 10Х9МФБ, 05Х12Н2М, 06Х12Н3Д, 06Х12Н2ДЛ, 08Х14МФ, 07Х16Н4Б, 07Х12НМФБ, 16Х12МВСФБР-Ш (перечисленные стали в дальнейшем именуются «высокохромистые»);

в) из сталей марок 09Х18Н9, 10Х18Н9, 12Х18Н9, 08Х18Н10, 03Х16Н9М2, 08Х16Н11М3, 10Х18Н12М3Л, 12Х18Н9Т, 12Х18Н9ТЛ, 06Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н12Т, 12Х18Н12Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 03Х22Н5АМ3, 03Х25Н7АМ4 (перечисленные стали в дальнейшем именуются «стали аустенитного класса»);

г) из железоникелевых сплавов марок 03Х21Н32М3Б, ХН35ВТ, ХН78Т;

д) из сталей перлитного класса с деталями из высокохромистых сталей, сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов; деталей из высокохромистых сталей с деталями из сталей аустенитного класса (в дальнейшем - сварка деталей из сталей различных структурных классов);

е) из титана и его сплавов марок ВТ1-00, ВТ1-0, ПТ-1М, ПТ-3В, ПТ-7М, 3М, 5В, 5ВЛ, ТЛ3, ТЛ5, 19;

ж) из алюминиевых сплавов марок АДОО, АДО, АД1, АД, АВ, САВ1, АМг2, АМг3.

Настоящие Правила также распространяются на сварку деталей из двухслойных сталей.

5. Настоящие Правила распространяются на выполнение наплавки поверхностей деталей из материалов, перечисленных в подпунктах «а» – «г», «е» пункта 4 настоящих Правил.

6. Сварка и наплавка должны выполняться в соответствии с технологической документацией, разработанной с учетом требований настоящих Правил и конструкторской документации.

7. Технологическая документация на выполнение сварных соединений (наплавленных поверхностей) деталей и сборочных единиц оборудования и трубопроводов, изготовленных (смонтированных) до вступления в силу настоящих Правил или находящихся в изготовлении (монтаже) на момент их вступления в силу, переработке не подлежит.

8. Технологическая документация на ремонт сварных соединений и наплавленных поверхностей оборудования и трубопроводов, действующая на момент вступления настоящих Правил в силу, переработке не подлежит.

## **II. Сварочные и наплавочные материалы**

9. Сведения о материалах, допускаемых для выполнения сварки (наплавки) деталей и сборочных единиц оборудования и трубопроводов, приведены в приложении № 2 к настоящим Правилам.

При выполнении сварки (наплавки) должны применяться материалы, удовлетворяющие требованиям документов по стандартизации, включенных в Сводный перечень документов по стандартизации в области использования атомной энергии, применяемых на обязательной основе (далее – Сводный перечень).

10. Для применения сварочных (наплавочных) материалов, не включенных в Сводный перечень, должна быть проведена оценка соответствия в форме аттестационных испытаний материала. Требования к аттестационным испытаниям, обосновывающим применение нового сварочного (наплавочного) материала приведены в приложении № 3 к настоящим Правилам.

Сварочный (наплавочный) материал допускается к применению после включения документа по стандартизации на материал в Сводный перечень.

11. Условия хранения сварочных (наплавочных) материалов должны соответствовать требованиям приложения № 4 к настоящим Правилам.

### **III. Сварочное оборудование**

12. Для выполнения сварки и наплавки должно применяться оборудование и средства измерений, обеспечивающие соблюдение требований настоящих Правил.

13. Применяемое оборудование должно обеспечивать соблюдение в допустимых пределах параметров режимов сварки (наплавки), установленных в технологической документации.

14. Оборудование для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом и плазменной наплавки порошковыми материалами должно быть оснащено устройствами для плавного гашения дуги.

15. Метрологическое обеспечение средств измерений, применяемых при контроле сварки, наплавки, подогрева и термической обработки, должно осуществляться в соответствии с законодательством об обеспечении единства измерений.

### **IV. Контроль качества сварочных и наплавочных материалов**

#### **Общие требования**

16. Все партии сварочных и наплавочных материалов, предназначенные для сварки и наплавки оборудования и трубопроводов, а также для производственной аттестации технологии сварки (наплавки), подлежат контролю.

17. Контроль качества сварочных и наплавочных материалов включает:

- а) проверку сопроводительной документации;
- б) проверку упаковки и состояния сварочных и наплавочных материалов;
- в) контроль металла шва и наплавленного металла, выполненного сварочными и наплавочными материалами, применяемыми для сварки (наплавки) деталей из сталей и железоникелевых сплавов.

18. Контроль качества сварочных и наплавочных материалов должно осуществлять предприятие, использующее эти материалы при сварке (наплавке) оборудования и трубопроводов.

19. Контроль качества каждой партии сварочных и наплавочных материалов должен быть проведен до их применения.

20. При использовании предприятием-изготовителем сварочных (наплавочных) материалов собственного производства допускается совмещение контроля качества сварочных и наплавочных материалов и приемо-сдаточного контроля конкретных партий сварочных и наплавочных материалов.

#### **Проверка сопроводительной документации**

21. Каждая партия сварочных и наплавочных материалов должна быть проконтролирована:

а) на наличие сертификата (или этикетки для баллонов с газом) с проверкой полноты приведенных в нем данных и их соответствие требованиям документов по стандартизации на сварочные и наплавочные материалы;

б) на наличие на каждом упаковочном месте маркировки с указанием марки, сортамента и номера партии материала.

22. Результаты контроля материалов оформляются записями в специальных журналах. Дополнительно к журналу контроля сварочных материалов должен вестись журнал прокалики покрытых электродов и сварочных флюсов для обеспечения возможности их применения после прокалики.

23. Состав и содержание отчетной документации по контролю материалов, применяемых для сварочных и наплавочных работ при проведении ремонтов оборудования и трубопроводов, определяется эксплуатирующей организацией.

## **Проверка упаковки и состояния сварочных (наплавочных) материалов**

24. Каждая партия сварочных (наплавочных) материалов должна быть проконтролирована:

а) на отсутствие повреждений упаковки и/или самих материалов; при повреждении упаковки и/или материалов возможность дальнейшего полного или частичного использования сварочных (наплавочных) материалов решается предприятием-изготовителем (монтажной или ремонтной организацией);

б) на соответствие информации, нанесенной на сварочных (наплавочных) материалах, данным сертификата и требованиям документов по стандартизации по размерам и состоянию. Способ нанесения информации обязан обеспечивать ее сохранность в течение транспортировки и хранения.

25. При проверке сварочных (наплавочных) материалов контролируются:

а) каждая партия покрытых электродов – на соответствие номинальных размеров электродов данным сертификата и состояния их покрытия требованиям документов по стандартизации;

б) каждая партия сварочной (наплавочной) проволоки и ленты – на соответствие номинальных размеров и вида поверхности данным сертификата и состояния поверхности требованиям документов по стандартизации, а также на наличие маркировки с двух сторон бухты сварочной проволоки и ленты;

в) каждая партия флюса – на соответствие цвета, однородности и гранулометрического состава требованиям документов по стандартизации.

26. Каждая партия покрытых электродов и флюсов перед использованием должна быть проверена на соответствие содержания влаги в покрытии электродов и влажности флюса требованиям документов по стандартизации на контролируемые сварочные материалы или на соответствие условий и сроков их хранения после очередной прокалки.

27. При использовании партии покрытых электродов или флюса по частям проверка содержания влаги в покрытии и влажности флюса должна проводиться отдельно для каждой подлежащей использованию части партии.

Во всех случаях, когда содержание влаги в покрытии электродов или влажности флюса превышает нормы, установленные документами по стандартизации, а также при нарушении условий и сроков их хранения после прокалки, должна быть проведена их повторная прокалка.

28. Требования к условиям хранения и использования сварочных материалов приведены в приложении № 4 к настоящим Правилам.

### **Контроль металла шва и наплавленного металла**

29. Для контроля каждой партии (каждого сочетания партий) сварочных (наплавочных) материалов должны быть изготовлены контрольные сварные швы (наплавки).

30. Выполненные контрольные сварные швы подлежат сплошному визуальному, измерительному и радиографическому или визуальному, измерительному и ультразвуковому контролю.

31. Выполненные контрольные наплавки подлежат сплошному визуальному и капиллярному или визуальному и магнитопорошковому контролю, а в случаях, предусмотренных технологической документацией, также ультразвуковому и/или радиографическому контролю.

32. Выполненные контрольные сварные швы и наплавки подвергаются неразрушающему контролю (в исходном после сварки состоянии и/или после термической обработки, если требуется ее проведение), при положительных результатах которого проводится разрушающий контроль.

Если суммарная длина выявленных при неразрушающем контроле дефектных участков не превышает 5% длины контрольного сварного шва или контрольной наплавки, допускается проведение разрушающего контроля при условии, что образцы из дефектных участков вырезаться не будут.

Результаты неразрушающего и разрушающего контроля контрольных сварных швов и контрольных наплавов должны удовлетворять требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регламентирующих проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже.

Нормы оценки результатов неразрушающего контроля принимаются по категории производственных сварных соединений, к которой предъявляются более высокие требования для обеспечения безопасности.

В контрольных сварных швах и наплавках допускается не учитывать выявленные при измерительном контроле дефекты, не связанные с качеством сварочных материалов.

При неудовлетворительных результатах неразрушающего контроля контрольных сварных швов и наплавки в зависимости от характера выявленных дефектов принимается решение о повторном выполнении контрольных сварных швов или наплавки после дополнительных операций по улучшению качества сварочных материалов или о невозможности использования контролируемых сварочных материалов для сварки (наплавки) оборудования и трубопроводов.

При получении неудовлетворительных результатов по какому-либо из видов разрушающего контроля должны быть проведены повторные испытания на удвоенном количестве образцов по данному виду контроля. Результаты повторных испытаний являются окончательными.

33. Контрольные сварные швы должны выполнять:

а) при контроле покрытых электродов для ручной дуговой сварки, подлежащих использованию при выполнении производственных сварных соединений, – электродами каждой партии;

б) при контроле сварочных материалов для автоматической сварки под флюсом и для электрошлаковой сварки – сварочной проволокой каждой плавки в сочетании с флюсом каждой партии, которые будут использованы для выполнения производственных сварных соединений;

в) при контроле сварочных материалов для сварки в защитных газах (смеси защитных газов) – сварочной проволокой каждой плавки в сочетании с каждым видом защитного газа (смеси защитных газов), которые будут использованы для выполнения производственных сварных соединений.

34. Контрольные наплавки должны выполнять:

а) при контроле покрытых электродов для ручной дуговой наплавки, подлежащих использованию при выполнении производственных наплавленных поверхностей, – электродами каждой партии;

б) при контроле сварочных материалов для автоматической наплавки под флюсом – сварочной лентой или проволокой каждой плавки в сочетании с флюсом каждой партии, которые будут использованы для выполнения производственных наплавленных поверхностей;

в) при контроле сварочных материалов для наплавки в защитных газах (смеси защитных газов) – сварочной проволокой или порошком каждой плавки (партии) в сочетании с каждым видом защитного газа (смеси защитных газов), которые будут использованы для выполнения производственных наплавленных поверхностей.

35. Если партия (совокупность партий) сварочных материалов подлежит использованию при выполнении производственных сварных соединений деталей из углеродистых сталей или сталей аустенитного класса номинальной толщиной до 40,0 мм включительно или из кремнемарганцовистых сталей номинальной толщиной до 30,0 мм включительно, или из легированных сталей или из высокохромистых сталей номинальной толщиной до 20,0 мм включительно, допускается выполнение контрольных наплавов вместо контрольных сварных швов.

36. Если партия (совокупность партий присадочных материалов и флюсов) подлежит использованию как при выполнении производственных сварных соединений, так и при выполнении производственных наплавов, допускается выполнять только контрольный сварной шов, а в случаях, предусмотренных в пункте 35 настоящих Правил, – только контрольную наплавку.

37. Сварочные материалы, подлежащие использованию только при заварке корневых слоев шва, рассматриваются как предназначенные для выполнения производственных сварных соединений деталей номинальной толщиной до 20,0 мм.

38. При выполнении контрольных сварных швов и наплавов допускается:

а) при использовании флюсов марок ОФ-6, ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-18 учитывать только марку флюса без учета партии;

б) при поставке сварочной проволоки (ленты) одной плавки, одной марки, одного диаметра (одного размера сечения) и одного вида поверхности несколькими партиями для контроля металла шва (наплавленного металла) допускается выполнять один контрольный шов (контрольную наплавку) на одном предприятии, применяя одну из партий сварочной проволоки (ленты).

39. Контрольные сварные швы допускается не выполнять, если в конструкторской документации предусмотрено выполнение разрушающего контроля производственных сварных соединений. В этом случае должен быть выполнен разрушающий контроль металла шва контрольного производственного сварного соединения.

40. При выполнении контрольных сварных швов сочетание марок основного металла свариваемых пластин (деталей) и контролируемых сварочных материалов должно соответствовать требованиям настоящих Правил.

Допускается использование пластин из сталей других структурных классов при условии предварительной наплавки подлежащих сварке кромок сварочными материалами контролируемой марки (сочетания марок) не менее чем в три слоя. Для указанной наплавки кромок могут быть использованы сварочные материалы неконтролируемых партий сварочных материалов той же марки, в том числе присадочные материалы другого сортамента.

Допускается использование пластин из сталей других структурных классов при условии выполнения предварительной наплавки на кромки не менее чем в пять слоев.

При контроле сварочных материалов, предназначенных для выполнения производственных сварных соединений сталей различных структурных классов, допускается использовать пластины из материала, на котором не требуется предварительная наплавка кромок.

41. При выполнении контрольных сварных швов автоматической сваркой под флюсом или аргодуговой сваркой наплавку кромок (в три слоя)

допускается проводить ручной дуговой сваркой покрытыми электродами, допущенными для сварки тех же сталей, что и контролируемые сварочные материалы.

42. Толщина свариваемых пластин (деталей) при выполнении контрольных сварных швов должна устанавливаться в технологической документации с соблюдением следующих условий:

а) при использовании контролируемой партии (сочетания партий) сварочных материалов для выполнения производственных сварных соединений с предварительным и сопутствующим подогревом толщина пластин (деталей) должна быть не меньше толщины, начиная с которой, согласно настоящим Правилам, требуется подогрев;

б) при использовании контролируемой партии (сочетания партий) сварочных материалов для выполнения производственных сварных соединений, подлежащих термической обработке, толщина пластин (деталей) должна быть не меньше толщины, начиная с которой, согласно настоящим Правилам, требуется проведение термической обработки;

в) толщина свариваемых пластин (деталей) должна быть не менее 14,0 мм при дуговой сварке и 30,0 мм при электрошлаковой сварке.

43. Длина свариваемых пластин (суммарная длина при сварке нескольких пар пластин) по протяженности сварного шва должна обеспечивать отбор необходимого количества образцов для проведения всех испытаний металла шва и наплавленного металла, предусмотренных настоящими Правилами.

44. Ширина каждой из свариваемых пластин (деталей) должна составлять не менее 300,0 мм при электрошлаковой сварке, 150,0 мм при автоматической сварке под флюсом и 80,0 мм при других способах сварки.

45. Подготовку кромок пластин (деталей) допускается выполнять по любому типу стыкового сварного соединения, применяемому при сварке деталей соответствующей толщины, или по типу сварного соединения, предусмотренному документами по стандартизации на сварочные материалы.

46. Для выполнения контрольных сварных швов и наплавов должны применять сварочное оборудование, обеспечивающее соблюдение всех параметров режима сварки, установленных технологической документацией для выполнения производственных сварных соединений и наплавов.

47. Режимы сварки должны соответствовать режимам, применяемым при выполнении одного из производственных сварных соединений контролируемыми присадочными материалами соответствующего сортамента.

48. Необходимость и температурные режимы предварительного и сопутствующего сварке подогрева при выполнении контрольных сварных швов должны соответствовать настоящим Правилам с учетом марки основного металла соответствующих производственных сварных соединений и толщины свариваемых пластин (деталей).

Если контролируемая партия (сочетание партий присадочных материалов и флюсов) сварочных материалов подлежит использованию для выполнения различных производственных сварных соединений, для которых установленная технологической документацией минимальная температура предварительного и сопутствующего подогрева отличается более чем на 50 °С (включая случай, когда подогрев не требуется), должны быть сварены два контрольных шва.

При сварке первого контрольного шва минимальная температура подогрева должна соответствовать наиболее низкой (в том числе без подогрева), а при сварке второго – наиболее высокой из числа минимальных температур, установленных для подогрева при сварке деталей из сталей соответствующих марок и толщин. Если при этом отдельные производственные детали подлежат сварке без подогрева, сварку первого контрольного шва также проводят без подогрева.

49. Необходимость, вид и режимы термической обработки контрольных сварных швов должны соответствовать аналогичным показателям производственных сварных соединений.

50. При многократной термической обработке производственных сварных соединений аналогичной термической обработке должны быть подвергнуты и контрольные сварные швы.

При многократных отпусках контрольный сварной шов допускается подвергать однократному отпуску с продолжительностью выдержки при каждой температуре не менее 80% и не более 100% суммарной продолжительности соответствующих выдержек при термической обработке производственных сварных соединений. Сначала должны проводить выдержку при более низкой температуре, затем при более высокой. Время перехода от одной температуры к другой в продолжительность выдержки не засчитывается.

51. При различных температурах и/или продолжительности выдержек отпусков производственных сварных соединений, для выполнения которых предназначена контролируемая партия (сочетание партий) сварочных материалов, допускается изготавливать два контрольных сварных шва при соблюдении следующих условий:

а) первый контрольный сварной шов должен быть подвергнут тому же отпуску, что и производственное сварное соединение, для которого предусмотрена наиболее низкая температура окончательного отпуска с наиболее короткой продолжительностью выдержки (в случае однократного производственного отпуска) или наиболее низкие температуры окончательных отпусков с наименьшей суммарной продолжительностью выдержек (в случае многократных производственных отпусков); в тех случаях, когда контролируемые сварочные материалы будут использоваться для выполнения производственных сварных соединений, как подлежащих, так и не подлежащих отпуску, первый контрольный сварной шов отпуску не подвергается;

б) второй контрольный сварной шов должен быть подвергнут тому же отпуску, что и производственное сварное соединение, для которого предусмотрена наиболее высокая температура окончательного отпуска при наибольшей продолжительности выдержки (в случае однократного производственного отпуска) или наиболее высокие температуры окончательных

отпусков с наибольшей суммарной продолжительностью выдержек (в случае многократных производственных отпусков); при определении наибольшей суммарной продолжительности выдержки должны учитываться и возможные отпуска после исправления дефектов производственных сварных соединений.

При изготовлении двух контрольных сварных швов с соблюдением указанных условий результаты контроля шва, выполненного контролируемыми сварочными материалами, распространяются на все промежуточные варианты многократных отпусков производственных сварных соединений.

52. Для контрольных наплавов допускается использовать пластины из стали перлитного класса, если в технологической документации не оговорены конкретные требования.

Толщина пластин для выполнения контрольных наплавов должна составлять не менее 40,0 мм для наплавленных антикоррозионных покрытий и не менее 20,0 мм для других видов наплавов.

53. Режимы контрольной наплавки должны соответствовать режимам, применяемым для выполнения одной из производственных наплавленных поверхностей контролируемыми присадочными материалами.

Необходимость и режимы предварительного и сопутствующего наплавке подогрева устанавливаются технологической документацией.

54. Предварительно на пластине выполняют наплавку двух слоев (если пластина из стали того же структурного класса, что и наплавленный металл) или четырех слоев (если структурные классы стали пластины и наплавленного металла различны) сварочными материалами контролируемой марки (сочетания марок) любой партии (любого сочетания партий). Наплавку всех последующих (контрольных) слоев проводят сварочными материалами контролируемой партии (контролируемого сочетания партий).

55. Площадь, а также количество и суммарная высота слоев каждой контрольной наплавки должны обеспечивать отбор необходимого количества образцов для проведения всех испытаний, предусмотренных федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии,

регламентирующими проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже.

56. Необходимость, вид и режимы термической обработки контрольных наплавов должны соответствовать аналогичным показателям для производственных деталей после выполнения наплавов контролируемые сварочными материалами.

На проведение отпуска контрольных наплавов (кроме антикоррозионных) распространяются указания по проведению отпуска контрольных швов.

Термическая обработка контрольных наплавов, предназначенных для определения содержания ферритной фазы в наплавленном металле, не допускается. В случае, если контрольная наплавка предназначена и для других видов испытаний, то образцы для определения содержания ферритной фазы должны быть вырезаны до термической обработки контрольной наплавки.

57. Разрушающий контроль при проверке качества сварочных (наплавочных) материалов перед их использованием в производстве проводится путем испытаний образцов, вырезаемых из контрольных сварных швов и наплавов.

58. При проведении разрушающего контроля определяются следующие характеристики металла шва или наплавленного металла:

- а) химический состав;
- б) механические свойства (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение) при нормальной температуре;
- в) механические свойства при повышенной температуре в случаях, предусмотренных конструкторской документацией;
- г) критическая температура хрупкости (или ударная вязкость) в случаях, предусмотренных конструкторской документацией;
- д) содержание ферритной фазы в аустенитном наплавленном металле в случаях, предусмотренных документами по стандартизации на материал;

е) стойкость к межкристаллитной коррозии аустенитного металла в случаях, предусмотренных конструкторской документацией.

Допускается не проводить контроль металла шва и наплавленного металла при наличии в сертификате на материал результатов испытаний металла шва и наплавленного металла, соответствующих требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регламентирующих проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже.

59. Разрушающий контроль при проверке качества материалов, применяемых для сварки деталей из титановых сплавов, проводится только при наличии требований в конструкторской документации.

60. Химический состав наплавленного металла и металла шва должен соответствовать требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регламентирующих проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже.

61. При неудовлетворительных результатах испытаний по определению содержания ферритной фазы должна быть выполнена новая контрольная наплавка (шов, сварное соединение) и испытания повторены в том же объеме.

При получении неудовлетворительных результатов по любому другому виду разрушающего контроля должны быть проведены повторные испытания на удвоенном количестве образцов. Результаты повторных испытаний являются окончательными.

62. Допускается не проводить контроль металла шва и наплавленного металла при наличии в сертификате на материал результатов испытаний, приведенных в пункте 58 настоящих Правил и соответствующих требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регламентирующих проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже.

63. При контроле покрытых электродов или проволоки, предназначенной для дуговой сварки в среде аргона и в смеси аргона с гелием (при отсутствии в проволоке титана или ниобия), углекислым газом и кислородом, допускается в качестве результатов контроля принимать сведения по химическому составу на электроды и на проволоку из сертификатов.

64. При контроле покрытых электродов допускается не определять:

а) механические свойства металла шва или наплавленного металла при нормальной и/или повышенных температурах, если в сертификате на контролируемую партию электродов приведены соответствующие характеристики металла шва или наплавленного металла без термической обработки, и электроды контролируемой партии предназначены для выполнения сварных соединений (наплавки), не подвергаемых термической обработке;

б) механические свойства металла шва или наплавленного металла при нормальной и/или повышенной температурах, если в сертификате на контролируемую партию электродов приведены соответствующие характеристики металла шва или наплавленного металла после термической обработки, режимы которой соответствуют режимам термической обработки производственных сварных соединений (наплавки), подлежащих выполнению электродами контролируемой партии.

65. Критическую температуру хрупкости не определяют в следующих случаях:

а) при наличии в сертификате на контролируемую партию электродов результатов определения или подтверждения критической температуры хрупкости металла шва или наплавленного металла с термической обработкой, режимы которой соответствуют режимам термической обработки производственных сварных соединений (наплавки), подлежащих выполнению электродами контролируемой партии;

б) если сварочные материалы предназначены для сварки (наплавки) деталей и сборочных единиц, не подлежащих расчету на сопротивление хрупкому разрушению в соответствии с конструкторской документацией;

в) для сварочных материалов аустенитного класса и железоникелевых, титановых и алюминиевых сплавов.

66. Допускается не проводить определение механических свойств, а также определение (подтверждение) критической температуры хрупкости металла шва или наплавленного металла при контроле сварочных материалов для аргонодуговой сварки, предназначенных для заварки корневой части шва (за исключением стыковых сварных соединений I и II категорий) и выполнения сварных соединений номинальной толщиной до 16,0 мм включительно (по меньшей толщине).

67. Допускается не проводить определение механических свойств наплавленного металла, а также определение (подтверждение) критической температуры хрупкости металла шва или наплавленного металла при контроле сварочных (наплавочных) материалов, предназначенных только для выполнения первого, примыкающего к основному металлу, слоя наплавки любого вида.

68. Механические свойства металла шва (наплавленного металла), выполненного аустенитными сварочными материалами, должны определять в тех случаях, если детали и сборочные единицы, для изготовления которых они предназначены, после сварки подвергаются термической обработке или нагреву под гибку, штамповку или при наличии требований в конструкторской документации.

69. При термической обработке контрольных сварных соединений все технологические нагревы до температуры 550 °С для углеродистых и кремнемарганцовистых сталей и до температуры 450 °С для остальных сталей (в том числе подогрев при сварке и «термический отдых»), выполняемые при изготовлении, монтаже или ремонте до проведения термической обработки, а также все отпуска (включая предварительный), выполняемые до проведения нормализации или закалки, допускается не воспроизводить. Вне зависимости от проведения указанных технологических нагревов и выполняемых до нормализации или закалки отпусков результаты испытаний контрольного сварного соединения распространяются на однотипные производственные

сварные соединения как подвергаемые, так и не подвергаемые этим нагревам и отпускам.

70. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле должно быть в пределах от 2 до 8% для сварных соединений конструкций, работающих при температуре до 350 °С включительно, и от 2 до 5% для конструкций, работающих при температуре свыше 350 °С, но в любом случае не должно превышать значений верхнего предела, установленного в документах по стандартизации на соответствующие сварочные материалы.

71. Стойкость к межкристаллитной коррозии проверяется при контроле сварочных материалов, подлежащих использованию для сварки (наплавки) деталей и сборочных единиц из сталей аустенитного класса, работающих в водяных, пароводяных и паровых средах, или для наплавки верхнего слоя антикоррозионного покрытия.

Контрольные швы (наплавки), из которых вырезаются образцы для испытаний, подвергаются термической обработке, если она предусмотрена для производственных сварных соединений (наплавки). При наличии нескольких режимов термической обработки производственных сварных соединений (наплавки) допускается проводить термическую обработку по одному из этих режимов, наиболее неблагоприятному с точки зрения стойкости металла шва (наплавки) к межкристаллитной коррозии. Режим термической обработки устанавливается технологической документацией.

#### **V. Подготовка и сборка деталей под сварку (наплавку)**

72. Подготовка и сборка деталей (сборочных единиц) под сварку (наплавку) должны проводиться по технологической документации, в которой как минимум, должны быть указаны:

- а) используемые при сборке приспособления и оборудование;
- б) порядок и последовательность сборки;
- в) способы крепления деталей;
- г) способы сварки, сварочные материалы и режимы сварки при выполнении прихваток и приварке временных технологических креплений;

- д) размеры, количество и расположение прихваток;
- е) количество временных технологических креплений, их расположение и размеры швов приварки их к деталям;
- ж) методы контроля качества сборки.

73. Технологическую документацию на сборку допускается объединять с технологической документацией на сварку (наплавку).

74. Подготовка кромок и поверхностей деталей под сварку и наплавку должна выполняться механической обработкой.

75. Подготовку кромок деталей сталей перлитного класса допускается выполнять кислородной, воздушно-дуговой или плазменно-дуговой резкой с последующей механической обработкой до удаления следов резки.

76. Применение кислородной, воздушно-дуговой и плазменно-дуговой резки для подготовки кромок деталей из легированных сталей перлитного класса может быть допущено при условии последующего удаления механической обработкой слоя металла толщиной не менее 1,0 мм на кромках деталей из легированных сталей с гарантированным пределом текучести при температуре 20 °С до 315 МПа включительно и не менее 2,0 мм на кромках деталей из легированных сталей с гарантированным пределом текучести при температуре 20 °С свыше 315 МПа. Для сталей, содержащих ниобий, резка должна проводиться с предварительным подогревом металла.

77. Подготовку кромок деталей из сталей аустенитного класса допускается выполнять плазменно-дуговой или кислородно-флюсовой резкой с последующим удалением механической обработкой слоя металла толщиной не менее 1,0 мм.

78. Подготовку кромок деталей из сталей перлитного и аустенитного классов допускается выполнять гидроабразивной резкой.

После гидроабразивной резки механическая обработка не требуется.

79. Основные типы сварных соединений с указанием применяемых способов сварки, геометрических размеров конструктивных элементов

подготовленных под сварку кромок деталей и сварных швов приведены в приложении № 5 к настоящим Правилам.

80. При подготовке труб одного номинального диаметра с одинаковой номинальной толщиной стенки под стыковые сварные соединения с односторонней разделкой кромок при необходимости должны выполнять калибровку (расточку или раздачу) концов труб на заданный внутренний диаметр.

81. Подготовленные под сварку кромки (поверхности под наплавку) и прилегающие к ним участки деталей должны быть зачищены от поверхностных загрязнений (при сварке титановых сплавов – также от цветов побежалости). Ширина указанных участков должна быть не менее 20,0 мм при подготовке деталей под дуговую сварку (наплавку) и не менее 50,0 мм при подготовке под электрошлаковую сварку.

82. Свариваемые кромки деталей из алюминиевых сплавов до сборки должны быть очищены механическим или химическим способом.

### **Общие требования по сборке**

83. Все поступившие на сборку детали и сборочные единицы должны иметь маркировку и/или сопроводительную документацию, подтверждающую их приемку. Способ маркировки определяется предприятием-изготовителем (монтажной или ремонтной организацией).

84. Сборку труб и других цилиндрических или конических деталей для выполнения кольцевых стыковых сварных соединений должны проводить в приспособлениях, обеспечивающих соосность соединяемых деталей (сборочных единиц).

85. Наложение прихваток в местах пересечения или сопряжения двух или нескольких подлежащих сварке соединений не допускается.

86. Дефектные прихватки должны быть удалены механической обработкой. В соединениях деталей из сталей перлитного класса допускается удаление дефектных прихваток воздушно-дуговой строжкой при условии последующей механической зачистки с удалением следов строжки и слоя

металла толщиной не менее 1,0 мм на кромках деталей из легированных сталей с гарантированным пределом текучести при температуре 20 °С до 315 МПа включительно или из сталей аустенитного класса, и не менее 2,0 мм на кромках деталей из легированных сталей с гарантированным пределом текучести при температуре 20 °С свыше 315 МПа или из высокохромистых сталей.

87. Поверхность деталей в местах приварки креплений должна быть предварительно зачищена от загрязнений.

88. Швы приварки временных технологических креплений должны быть расположены на расстоянии не менее 60,0 мм от подлежащих сварке кромок. При сборке под сварку деталей из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей допускается уменьшение указанного расстояния до 30,0 мм.

89. Увеличение размеров деталей наплавкой металла, не предусмотренной конструкторской документацией, не допускается.

90. Сборка на остающихся после сварки подкладных элементах (кольцах, усах) допускается для соединений труб между собой или с другими цилиндрическими деталями трубопроводов групп В и С в соответствии с требованиями конструкторской документации.

91. В собранных под дуговую сварку соединениях деталей с двусторонней разделкой кромок смещение притуплений не должно превышать 0,5 мм при их номинальной высоте притупления до 1,0 мм включительно, половины номинальной высоты притупления при его величине более 1,0 до 4,0 мм включительно и 2,0 мм при номинальной высоте притупления более 4,0 мм.

92. Допускаемое смещение (несовпадение) внутренних кромок в стыковых сварных соединениях с односторонней разделкой не должно превышать 12% от номинальной толщины стыкуемых кромок, но не более 0,5 мм.

93. В собранных под электрошлаковую сварку стыковых сварных соединениях смещение кромок подлежащих сварке деталей не должно превышать 2,0 мм.

94. В собранных под дуговую сварку стыковых сварных соединениях деталей одинаковой номинальной толщины  $S$ , не подлежащих механической

обработке после сварки в зоне швов, допускаемое смещение кромок (несовпадение поверхностей соединяемых деталей) со стороны (сторон) выполнения сварки не должно превышать норм, приведенных в таблице № 1.

Таблица № 1

Номинальная толщина соединяемых деталей, S, мм	Максимально допускаемое смещение кромок в стыковых соединениях, мм		
	Продольных, меридиональных, хордовых и круговых при сварке любых деталей, а также кольцевых при приварке днищ	Поперечных кольцевых	
		при сварке труб и конических деталей	при сварке цилиндрических корпусных деталей из листа или поковок
До 5,0 включительно	0,20S	0,20S	0,20S
Более 5,0 до 10,0 включительно	0,10S + 0,5	0,10S + 0,5	0,25S
Более 10,0 до 25,0 включительно	0,10S + 0,5	0,10S + 0,5	0,10S + 1,5
Более 25,0 до 50,0 включительно	0,04S + 2,0	0,06S + 1,5	0,06S + 2,5
Более 50,0 до 100,0 включительно	0,02S + 3,0	0,03S + 3,0	0,04S + 3,5
Более 100,0	0,01S + 4,0, но не более 6,0	0,015S + 4,5, но не более 7,5	0,025S + 5,0, но не более 10,0

95. В собранных под сварку соединениях геометрическое положение деталей (излом или перпендикулярность осей и т. д.) должно соответствовать требованиям конструкторской документации.

96. При транспортировании собранных деталей (сборочных единиц) к месту сварки должны быть обеспечены условия, предотвращающие разрушение прихваток или швов приварки временных технологических креплений, а также повреждение и/или загрязнение собранных под сварку деталей.

### Сборка деталей из сталей и железоникелевых сплавов

97. Для выполнения прихваток и приварки временных технологических креплений разрешается применять дуговую сварку покрытыми электродами или аргонодуговую сварку.

При сборке деталей под аргонодуговую или электронно-лучевую сварку (в том числе при аргонодуговой заварке корневой части шва) прихватки должны выполняться аргонодуговой сваркой.

98. Приварка временных технологических креплений допускается по технологической документации, которая должна содержать сведения о марке стали, форме, размерах, количестве и расположении указанных креплений,

квалификации сварщиков, осуществляющих приварку креплений, сварочных материалов, способах и режимах приварки и подогрева.

Использование временных технологических креплений при сборке деталей из сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов допускается при номинальной толщине деталей не менее 6,0 мм.

99. Выполнение прихваток и приварку временных технологических креплений при сборке деталей из легированных и высокохромистых сталей должны проводить с подогревом металла в зоне сварки по режиму, установленному для данного сварного соединения, кроме случаев приварки креплений аустенитными присадочными материалами.

100. Подогрев при прихватке не является обязательным для сварных соединений, корневая часть шва которых выполняется аргонодуговой сваркой без подогрева.

101. Для выполнения прихваток при сборке деталей (сборочных единиц) должны применять сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений деталей из сталей (сплавов) соответствующих марок.

При сборке деталей из сталей перлитного класса (кроме деталей из сталей марок 15X2МФА-А, 15X2НМФА класс 1, 15X2МФА-А мод. А, 15X2МФА-А мод. Б, 15X2НМФА и 15X2НМФА-А, соединяемых между собой) для прихватки допускается применять:

а) электроды марок УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/45А, УОНИИ-13/45АА и УОНИИ-13/55, ЦУ-7, ЦУ-7А, ТМУ-21У – при ручной дуговой сварке покрытыми электродами (при сборке деталей, контактирующих с жидкометаллическим теплоносителем, допускается применение только электродов трех первых марок);

б) сварочную проволоку марок Св-08ГС и Св-08Г2С – при аргонодуговой сварке.

Для выполнения прихваток при сборке деталей из сталей марок 15X2МФА-А, 15X2МФА-А мод. А, 15X2МФА-А мод. Б или 15X2НМФА-А, соединяемых между собой, должны применять соответствующие сварочные

материалы, приведенные в таблице № 2.1 приложения № 2 к настоящим Правилам.

102. При сборке деталей из сталей перлитного класса или/и из высокохромистых сталей должны применять временные технологические крепления из стали той же марки, что и собираемые детали, или из углеродистых сталей, а при сборке деталей из сталей аустенитного класса, железоникелевых сплавов или/и из двухслойных сталей (с приваркой креплений к плакирующему слою) – из стали марки 08X18H10T.

103. Для приварки временных технологических креплений к деталям (сборочным единицам) из сталей перлитного класса без антикоррозионного покрытия должны применять те же сварочные материалы, что и для выполнения прихваток с соблюдением требований по подогреву основного металла. Допускается применять покрытые электроды марок ЗИО-8, ЦЛ-25/1, ЭА-395/9 или ЦТ-10 или сварочную проволоку марок Св-10X16H25AM6 или Св-07X25H13 без подогрева основного металла.

104. Для приварки временных технологических креплений к деталям (сборочным единицам) из высокохромистых сталей должны применять:

а) покрытые электроды марок ЭА-395/9, ЦТ-10, ЦЛ-25/1, ЦЛ-25/2, ЗИО-8 или сварочную проволоку марок Св-10X16H25AM6 или Св-07X25H13 – для приварки креплений из углеродистых и высокохромистых сталей к сталям, не содержащим ниобий, без подогрева основного металла;

б) покрытые электроды марок ЦЛ-25/1, ЦЛ-25/2, ЗИО-8 или сварочную проволоку марки Св-07X25H13 – для приварки креплений из высокохромистых сталей к сталям, содержащим ниобий, без подогрева.

105. Для приварки временных технологических креплений к деталям (сборочным единицам) из сталей аустенитного класса должны применять:

а) покрытые электроды и сварочную проволоку, допущенные для выполнения сварных соединений деталей из стали соответствующей марки, – для приварки креплений из сталей аустенитного класса;

б) покрытые электроды марок ЭА-395/9 и ЦТ-10 или сварочную проволоку марки Св-10Х16Н25АМ6 – для приварки креплений из углеродистых сталей.

106. Для приварки временных технологических креплений к деталям из железоникелевых сплавов должны применяться покрытые электроды или сварочную проволоку, допущенные для выполнения сварных соединений деталей из сплава соответствующей марки.

107. Для приварки временных технологических креплений к плакирующему слою (антикоррозионному покрытию) деталей из двухслойных сталей должны применяться покрытые электроды или сварочную проволоку, допущенные для выполнения верхнего слоя соответствующего антикоррозионного покрытия.

В случае применения креплений из углеродистых сталей на подлежащих приварке торцах должна быть выполнена предварительная двухслойная наплавка с соблюдением следующих требований:

а) при наличии ниобия или титана в металле антикоррозионного покрытия первый слой наплавки должны выполнять покрытыми электродами марок ЦЛ-25/1 или ЗИО-8 или сварочной проволокой марки Св-07Х25Н13, а второй – электродами марок ЦТ-15К или ЭА-898/21Б или сварочной проволокой марок Св-04Х20Н10Г2Б или Св-08Х19Н10Г2Б;

б) при отсутствии ниобия или титана в металле антикоррозионного покрытия оба слоя выполняются покрытыми электродами марок ЦЛ-25/1 или ЗИО-8 или сварочной проволокой марки Св-07Х25Н13.

108. Временные технологические крепления удаляются механическим способом. На деталях из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей допускается полное удаление временных технологических креплений кислородной или воздушно-дуговой резкой без углубления в основной металл с последующим шлифованием поверхностей деталей до удаления следов резки.

На деталях из легированных и высокохромистых сталей, а также из сталей аустенитного класса допускается неполное удаление временных

технологических креплений кислородной (кислородно-флюсовой), плазменно-дуговой или воздушно-дуговой резкой. Остающаяся часть крепления должна иметь высоту не менее 4,0 мм и подлежит последующему удалению механической обработкой.

При удалении временных технологических креплений допускается неполное удаление металла швов их приварки. В случае приварки временных технологических креплений аустенитными присадочными материалами к деталям из сталей перлитного класса и из высокохромистых сталей, а также при приварке указанными материалами креплений из углеродистых сталей к деталям из сталей аустенитного класса неполное удаление аустенитного металла шва допускается со стороны, не контактирующей с рабочей средой, а при последующей наплавке антикоррозионного покрытия – с любой стороны.

109. Если зазор между подлежащими сварке кромками (притуплениями кромок) собираемых деталей не удовлетворяет установленным требованиям и в конструкторской документации не оговорены более жесткие требования, допускается выполнять следующие операции:

а) при зазорах, превышающих установленные нормы не более чем на 0,5 номинальной толщины основного металла в зоне подлежащих сварке кромок, но не более чем на 10 мм, – наплавку кромок (одной или двух) покрытыми электродами или сварочной проволокой (при аргонодуговой наплавке) тех марок, которые предусмотрены для выполнения данного сварного соединения. При наплавке только корневой части кромок соединяемых деталей из сталей перлитного класса допускается применять присадочные материалы, используемые для заварки корневой части шва данного соединения; наплавку должны проводить с подогревом, если таковой предусмотрен для выполняемого сварного соединения; после выполнения наплавки кромки подлежат механической обработке до заданной геометрической формы. Детали из легированных и высокохромистых сталей предварительно до механической обработки кромок должны быть подвергнуты термической обработке по режиму промежуточного отпуска в случае, если таковая предусмотрена;

б) при зазорах, значения которых меньше установленных норм, – механическую обработку (шлифование, подрубку с последующим шлифованием и т.д.) подготовленных под сварку кромок;

в) при объеме металла, наплавляемого на кромки деталей из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей, не более  $20 \text{ см}^3$  – подогрев при наплавке и термическую обработку наплавленных кромок допускается не проводить вне зависимости от номинальной толщины собираемых деталей.

110. Остающиеся подкладные кольца должны изготавливаться из следующих материалов:

а) для сварки деталей из материалов одной марки – из материала той же марки, что и свариваемые детали;

б) для сварки деталей из сталей перлитного класса различных марок. а также для сварки деталей из высокохромистых сталей различных марок - из менее легированной стали сочетаемых марок;

в) для сварки деталей из сталей аустенитного класса различных марок, а также для сварки деталей из сталей аустенитного класса с деталями из сталей перлитного класса или из высокохромистых сталей с предварительной наплавкой кромок аустенитными присадочными материалами – из стали марки 08X18H10T или из стали аустенитного класса той же марки, что и одна из свариваемых деталей;

г) для сварки деталей из сталей перлитного класса с деталями из высокохромистых сталей – из высокохромистой стали той же марки, что и одна из свариваемых деталей при выполнении сварного соединения высокохромистыми присадочными материалами или из сталей аустенитного класса при выполнении сварного соединения аустенитными присадочными материалами;

д) для сварки деталей из железоникелевых сплавов между собой и с деталями из сталей аустенитного класса – из железоникелевого сплава.

Допускается применение остающихся подкладных колец из углеродистых сталей для выполнения сварных соединений деталей из сталей перлитного класса независимо от их марки при температуре эксплуатации до 450 °С.

111. После окончания сборки под ручную дуговую сварку покрытыми электродами примыкающие к кромкам поверхности деталей из сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов должны быть защищены от попадания брызг расплавленного металла. Ширина защищаемой зоны должна быть не менее 100,0 мм в каждую сторону от подготовленных под сварку кромок. Аналогичную защиту рекомендуется выполнять и при приварке временных технологических креплений к поверхностям деталей из сталей аустенитного класса. Способы защиты устанавливаются в технологической документации.

Требование настоящего пункта не является обязательным, если выполненные сварные соединения подлежат последующей механической обработке со снятием в указанной зоне слоя металла толщиной не менее 0,5 мм.

### **Сборка деталей из алюминиевых сплавов**

112. Свариваемые кромки и прилегающие к ним поверхности должны быть очищены механическим или химическим способом.

113. Прихватки должны выполнять ручной или полуавтоматической аргонодуговой сваркой теми же присадочными материалами и в тех же режимах, что и сварку. Качественно выполненными считаются прихватки, имеющие серебристый цвет и не имеющие поверхностных дефектов: пор, трещин. Дефектные прихватки должны быть удалены механической обработкой.

Длина прихваток и расстояние между ними должны выбираться в зависимости от толщины свариваемых деталей в соответствии с таблицей № 2.

Таблица № 2

Толщина свариваемого металла, мм	Длина прихватки, мм	Расстояние между прихватками, мм
от 2,0 до 4,5	от 20,0 до 25,0	от 100,0 до 150
от 5,0 до 8,0	от 30,0 до 35,0	от 150,0 до 200,0
от 8,0 до 30,0	от 40,0 до 50,0	от 200,0 до 250,0

Крайние прихватки должны располагаться на расстоянии 10,0 – 20,0 мм от края соединения.

114. При номинальной толщине деталей не менее 6,0 мм допускается приварка временных технологических креплений, предусмотренных технологической документацией. В технологической документации должны быть приведены сведения о марке алюминиевого сплава, размерах, числе и расположении креплений, сварочных материалах, способах и режимах приварки.

Временные технологические крепления удаляются механическим способом и обязательной зачисткой мест их приварки. Применение абразивного инструмента при зачистке не допускается. Повреждения поверхности, выводящие за пределы минусового допуска металла, не допускаются. На деталях из сплавов марок АВ и САВ1 зачищенные места приварки креплений контролируются на отсутствие трещин капиллярным или визуальным методом через лупу 4–7-кратного увеличения после предварительной зачистки поверхности до шероховатости не более Ra 5 мкм (Rz 20) по ГОСТ 2789. Трещины не допускаются.

115. В собранных под сварку стыковых соединениях смещение внутренних кромок допускается до 10% толщины материала по всей длине стыка (но не более 0,6 мм) или до 15% толщины материала (но не более 1,2 мм) на участках протяженностью до 20% всей длины шва.

116. Детали, предназначенные для изготовления трубопроводов, после операций очистки и сборки должны храниться в упакованном виде. Срок хранения до сварки не более 3 суток.

### **Сборка деталей из титановых сплавов**

117. После зачистки кромки и прилегающие к ним поверхности должны быть обезжирены. Приварка временных технологических креплений и выводных планок и прихватки должны выполняться теми же присадочными материалами, что и основной шов с обязательной защитой обратной стороны путем обдува защитным газом. Прихватки должны быть серебристого цвета и не иметь поверхностных дефектов.

Временные технологические крепления, привариваемые к листовым конструкциям, должны удаляться газовой резкой. Линия реза должна находиться на расстоянии не менее 10,0 мм от поверхности конструкции.

Кромки труб и детали, предназначенные для изготовления трубопроводов, после операций зачистки, обезжиривания и сборки должны храниться в упакованном виде. Срок хранения собранных соединений труб – не более 5 суток (не более 36 часов, если детали подвергались травлению).

## **VI. Сварка**

### **Общие требования**

118. Сварка деталей (сборочных единиц) должна проводиться по технологической документации, в которой должны быть установлены:

- а) способы сварки (наплавки);
- б) требования к квалификации сварщиков;
- в) типы выполняемых сварных соединений;
- г) род и полярность сварочного тока;
- д) используемое сварочное оборудование;
- е) сочетания марок основных и сварочных (наплавочных) материалов;
- ж) необходимость, методы и режимы предварительного и сопутствующего сварке (наплавке) подогрева;
- з) пространственные положения сварки (наплавки);
- и) марка и диаметр проволоки, ширина, толщина и марка ленты;
- к) требования по подготовке и прокалке сварочных материалов;
- л) материалы, способы и режимы выполнения прихваток или указания по приварке временных технологических креплений;
- м) порядок наложения валиков и слоев шва и наплавки;
- н) виды термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей (если таковая предусмотрена);
- о) условия пребывания сварных соединений (наплавленных деталей) с момента окончания сварки (наплавки) до начала термической обработки;
- п) методы и объем операционного контроля сварки (наплавки).

119. Ориентировочные режимы сварки для выполнения сварных соединений приведены в приложении № 6 к настоящим Правилам.

Режимы сварки применительно к выполнению конкретных сварных соединений устанавливаются в технологической документации.

120. Для выполнения сварных соединений деталей из стали и железоникелевых сплавов должны применяться следующие способы сварки (наплавки):

- а) автоматическая сварка (наплавка) под флюсом;
- б) ручная дуговая сварка (наплавка) покрытыми электродами;
- в) автоматическая, полуавтоматическая и ручная аргодуговая сварка (наплавка) плавящимся и неплавящимся электродом;
- г) электрошлаковая сварка;
- д) электродуговая и электрошлаковая наплавка одной или двумя лентами;
- е) электронно-лучевая сварка в вакууме;
- ж) плазменная сварка (наплавка);
- з) диффузионная сварка для соединений стальных и циркониевых труб.

Аргодуговая сварка выполняется как в аргоне, так и в смесях защитных газов.

Допускается применение полуавтоматической сварки в углекислом газе сварочной проволокой марки Св-08Г2С для выполнения сварных соединений III категории деталей из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей.

121. Допускается использование двух или нескольких способов сварки (наплавки) из числа вышеперечисленных для выполнения одного сварного соединения (комбинированная сварка).

122. Сварка (наплавка) должна выполняться в условиях, обеспечивающих защиту места сварки от атмосферных осадков, влаги, сквозняков и других воздействий, влияющих на качество сварки.

Проведение сварки (наплавки) при изготовлении оборудования и сборочных единиц трубопроводов, а также выполнение сварных соединений I–II категорий при монтаже не допускается при температуре окружающего воздуха ниже 5 °С.

Выполнение сварных соединений III категории оборудования и трубопроводов при монтаже допускается при температуре окружающего воздуха не ниже минус 15 °С.

Температура окружающего воздуха, при которой проводится сварка (наплавка) при ремонте оборудования и трубопроводов, устанавливается эксплуатирующей организацией.

123. При температуре окружающего воздуха ниже 5 °С сварку (наплавку) деталей из сталей перлитного класса и из высокохромистых сталей должны выполнять с дополнительным или повышенным подогревом. Для сварных соединений, выполняемых без подогрева, минимальная температура предварительного и сопутствующего сварке подогрева должна быть не ниже 50 °С (дополнительный подогрев). Для сварных соединений, выполняемых с обязательным подогревом, минимальная температура подогрева должна быть повышена на 50 °С (повышенный подогрев).

124. Требования к подогреву при сварке (наплавке) приведены в приложении № 7 к настоящим Правилам.

125. Перед началом сварки (наплавки) для собранных под сварку деталей аустенитного класса проводится их обезжиривание.

126. Для заварки корневой части шва сварных соединений деталей должны использовать сварочные материалы, соответствующие марке основного металла и приведенные в таблице № 2.1 приложения № 2 к настоящим Правилам.

Корневая часть шва должна составлять не более 30% номинальной толщины свариваемых деталей (расчетной высоты углового шва), но не более 20,0 мм.

127. В процессе выполнения многопроходных швов и наплавки после наложения каждого валика поверхности шва и кромки разделки должны быть зачищены от шлака, брызг металла и визуально проконтролированы на отсутствие трещин, недопустимых шлаковых или вольфрамовых включений, пор и неровностей и других дефектов. Результаты контроля должны соответствовать требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регламентирующих проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при

изготовлении и монтаже. Выявленные дефекты должны быть удалены механическим способом до возобновления сварки.

128. Все усадочные раковины (кратеры) должны быть заплавлены или выведены на удаляемые припуски деталей или на приварные планки.

129. Сварку угловых швов, к которым в конструкторской документации предъявляются требования герметичности, должны выполнять не менее чем в два слоя.

130. При двухсторонней сварке (в том числе с выполнением подварочного валика) допускается частичное или полное удаление корневой части выполненного шва перед началом сварки со второй стороны.

При выполнении двухстороннего сварного соединения (или одностороннего с подваркой корня шва) допускается проводить поочередную разделку кромок и сварку с одной стороны с последующей разделкой и сваркой с другой стороны.

При двухсторонней сварке деталей из сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов последними должны выполнять валики со стороны, обращенной к рабочей среде.

131. При выполнении многопроходных швов сварных соединений деталей из сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов после каждого прохода сварку должны прекращать до остывания металла в зоне возобновления сварки до температуры не выше 100 °С.

При применении материалов для сварки сталей аустенитного класса с регламентированным содержанием ферритной фазы допускается периодическое повышение температуры до 250 °С, точки измерения которой устанавливаются в технологической документации.

132. После окончания сварки поверхность шва и прилегающей к нему зоны основного металла должна быть зачищена от шлака и брызг металла на ширину, необходимую для последующего контроля.

133. Ручную дуговую сварку (наплавку) покрытыми электродами со стержнями из сталей аустенитного класса должны выполнять узкими валиками шириной не более трех диаметров применяемых электродов.

134. Сварку корневой части шва сварных соединений деталей из стали марки 08X18H12T и железоникелевых сплавов, а также труб из углеродистых сталей с номинальной толщиной стенки более 12,0 мм должны выполнять с применением присадочной проволоки.

#### **Сварка деталей из сталей различных структурных классов**

135. Сварочные материалы для выполнения сварных соединений деталей из сталей различных структурных классов, в том числе для предварительной наплавки кромок, должны применяться в соответствии с требованиями таблиц № 2.2, 2.4, 2.6 и 2.8 приложения № 2 к настоящим Правилам.

136. При сварке деталей из сталей аустенитного класса с деталями из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей номинальной толщиной более 10,0 мм на кромках деталей из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей должна быть выполнена предварительная наплавка, толщина которой после механической обработки должна составлять  $6,0 \pm 2,0$  мм под ручную дуговую сварку покрытыми электродами и аргонодуговую сварку и  $9,0 \pm 2,0$  мм под автоматическую сварку под флюсом. Допускается выполнение ручной дуговой сварки покрытыми электродами и аргонодуговой сварки по кромкам, наплавленным для автоматической сварки под флюсом.

137. При сварке деталей из сталей аустенитного класса с деталями из легированных и высокохромистых сталей номинальной толщиной более 6,0 мм на кромках деталей из легированных и высокохромистых сталей должна быть выполнена предварительная наплавка, общая толщина которой после механической обработки должна составлять  $9,0 \pm 2,0$  мм при толщине первого слоя  $3,0 \pm 1,0$  мм.

138. При выполнении угловых, тавровых и нахлесточных сварных соединений деталей из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей с деталями из сталей аустенитного класса обязательность предварительной наплавки кромок определяется в соответствии с пунктом 136 настоящих Правил, в критериях которого вместо номинальной толщины надо использовать расчетную высоту углового шва.

139. При автоматической сварке под флюсом деталей из сталей перлитного класса с деталями из высокохромистых сталей на кромках деталей из сталей перлитного класса должна быть выполнена предварительная наплавка кромок покрытыми электродами, предназначенными для сварки деталей из высокохромистой стали. Указанная наплавка должна выполняться не менее чем в три слоя и иметь общую толщину после механической обработки не менее 7,0 мм.

140. Для сварки при монтаже и ремонте труб из сталей различных структурных классов в случае отсутствия на их кромках предварительной наплавки, выполненной на предприятии-изготовителе, должны применяться специальные переходники, изготавливаемые в заводских условиях.

Переходник представляет собой сборочную единицу, сваренную из двух отрезков труб, каждый из которых по марке стали соответствует соединяемым трубам. Применение указанных переходников должно предусматриваться конструкторской документацией.

141. При пересечении швов, выполняемых аустенитными и перлитными присадочными материалами, в первую очередь должна производиться сварка шва, выполняемого перлитными материалами.

142. Ширина обращенной к водной, пароводяной или паровой среде теплоносителя поверхности металла шва или предварительной наплавки, выполненных электродами марки ЭА 395/9, ЦТ-10 или сварочной проволокой марки Св-10Х16Н25АМ6, не должна превышать 7,0 мм.

#### **Сварка деталей из двухслойных сталей**

143. При подготовке деталей из двухслойных сталей под сварку плакирующий слой на участках, прилегающих к подлежащим сварке кромкам (со стороны их раскрытия), а также в местах наложения угловых швов должен быть удален, за исключением случаев, оговоренных в настоящем подразделе.

Ширина зоны удаления плакирующего слоя должна составлять не менее 5,0 мм при ручной дуговой сварке покрытыми электродами и аргонодуговой сварке и не менее 10,0 мм при автоматической сварке под флюсом. Для угловых

и тавровых соединений зона удаления плакирующего слоя должна выходить за пределы углового шва не менее, чем на указанные значения ширины.

Для сварных соединений, основной слой которых из сталей перлитного класса подвергается ультразвуковому и/или радиографическому контролю до нанесения плакирующего слоя, ширина зоны удаления плакирующего слоя должна быть такой, чтобы обеспечивалась возможность указанного контроля.

144. При выполнении сварных соединений с удалением плакирующего слоя сначала проводится сварка основного слоя из стали перлитного класса, а затем сварка (наплавка) плакирующего слоя.

145. Сварку основного слоя должны выполнять сварочными материалами, предназначенными для сварки деталей из стали основного слоя.

146. Сварка (наплавка) плакирующего слоя на шовную зону сварки двухслойных сталей включает выполнение разделительной и защитной наплавки (рисунок 1).

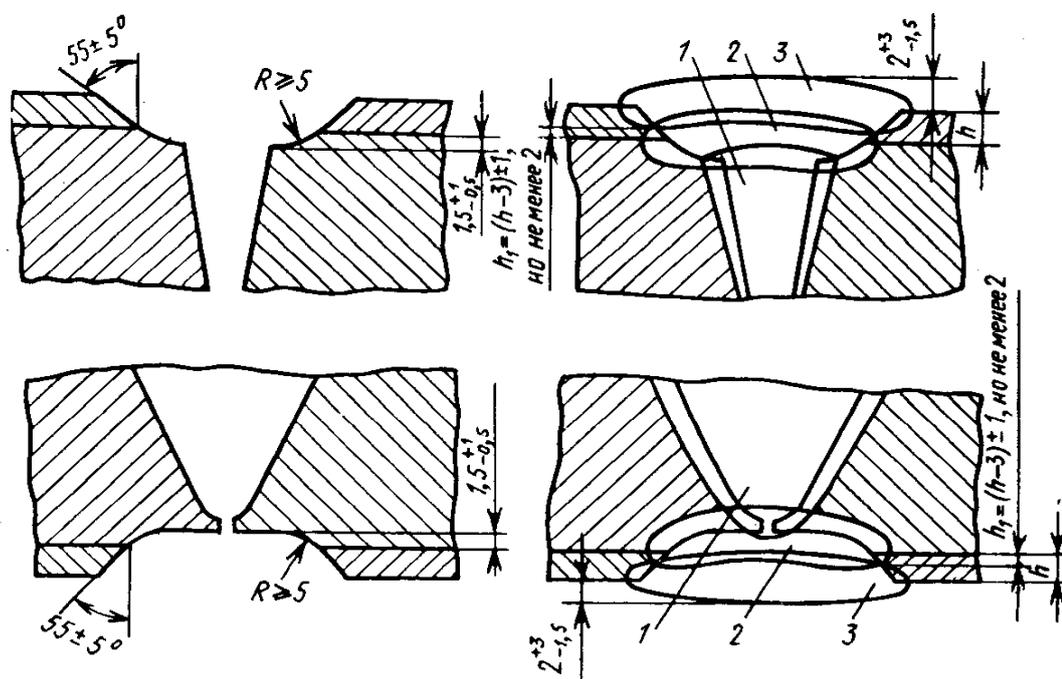


Рис. 1. Схема разделки и выполнения сварных соединений деталей из двухслойных сталей:

- 1 – сварной шов;
- 2 – разделительная наплавка;
- 3 – защитная наплавка.

147. Разделительную наплавку должны выполнять покрытыми электродами марок ЭА 23/15, ЦЛ-25/1 или ЗИО-8, сварочной проволокой марки Св-07Х25Н13 (при аргодуговой наплавке), сварочной лентой марки Св-07Х25Н13, 07Х25Н13А, Св-02Х23Н15 в сочетании с флюсами марки ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-17, ФЦ-18 (при автоматической наплавке под флюсом). Размеры элементов сварного соединения должны соответствовать рисунку 1.

Снятие усиления сварного шва не должно приводить к контакту разделительной наплавки со средой.

148. Защитную наплавку должны выполнять не менее чем в два слоя следующими сварочными (наплавочными) материалами:

а) в случае, если сварное соединение не подлежит термической обработке – сварочными материалами, приведенными в пункте 144 настоящих Правил, или покрытыми электродами марок ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЦТ-26, ЦТ-26М, ЭА-898/21Б, ЦТ-15К, ЦЛ-25/2, или сварочной проволокой марок Св-04Х19Н11М3, Св-04Х20Н10Г2Б, Св-08Х19Н10Г2Б (при аргодуговой наплавке), или сварочной лентой марок Св-04Х19Н11М3, Св-04Х20Н10Г2Б, Св-08Х19Н10Г2Б в сочетании с флюсом марок ОФ-10, ОФ-40 или ФЦ-18 (при автоматической наплавке под флюсом);

б) в случае, если сварное соединение подлежит термической обработке – покрытыми электродами марок ЭА-898/21Б или ЦТ-15К, или сварочной проволокой марок Св-04Х20Н10Г2Б, Св-04Х20Н10Г2БА, Св-08Х19Н10Г2Б (при аргодуговой наплавке), или сварочной лентой марок Св-04Х20Н10Г2Б или Св-08Х19Н10Г2Б в сочетании с флюсом марок ОФ-10, ОФ-40 или ФЦ-18 (при автоматической наплавке под флюсом).

149. Защитную и разделительную наплавки ручной дуговой сваркой покрытыми электродами должны выполнять отдельными продольными валиками шириной не более трех диаметров стержня применяемого электрода.

150. Сварку деталей с номинальной толщиной основного слоя (для угловых и тавровых сварных соединений – с расчетной высотой углового шва)

из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей до 36,0 мм включительно и из легированных сталей до 6,0 мм включительно допускается выполнять покрытыми электродами марок ЭА-855/51, ЭА-32/53 или сварочной проволокой марок Св-03Х15Н35Г7М6Б, Св-03Х20Н65Г5М4Б3В (при аргонодуговой сварке) на всю толщину с любой стороны без удаления плакирующего слоя.

Если металл плакирующего слоя не содержит ниобий и сварное соединение не подлежит термической обработке, выполнение сварки основного слоя толщиной не более 10,0 мм допускается покрытыми электродами марок ЭА-395/9 или ЦТ-10, или сварочной проволокой марки Св-10Х16Н25АМ6 (при аргонодуговой сварке) до уровня, перекрывающего линию сплавления с плакирующим слоем не менее чем на 1,0 мм, а разделительной и защитной наплавки – покрытыми электродами марок ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЦТ-26, ЦТ-26М или сварочной проволокой марки Св-04Х19Н11М3 (при аргонодуговой наплавке) не менее чем в два слоя.

151. Односторонние сварные соединения, не доступные для сварки со стороны плакирующего слоя, допускается выполнять без удаления плакирующего слоя с предварительной наплавкой кромок согласно рисункам 2 и 3.

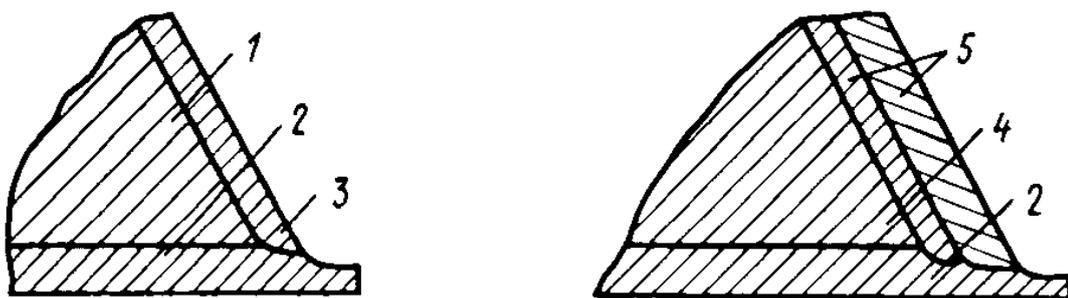


Рис. 2. Схема выполнения предварительной наплавки кромок деталей из двухслойных сталей с плакирующим слоем, не содержащим ниобий:

- 1 – углеродистая или кремнемарганцовистая сталь;
- 2 – плакирующий слой;
- 3 – однородная наплавка;
- 4 – легированная сталь;
- 5 – двойная наплавка



Рис. 3. Схема выполнения предварительной наплавки кромок деталей из двухслойных сталей с плакирующим слоем, содержащим ниобий:

- 1 – углеродистая или кремнемарганцовистая сталь;
- 2 – плакирующий слой;
- 3 – однородная наплавка;
- 4 – разделительный валик;
- 5 – легированная сталь;
- 6 – двойная наплавка.

Если металл плакирующего слоя содержит ниобий, должен быть выполнен разделительный валик (см. рисунок 3), исключающий непосредственный контакт плакирующего слоя с металлом предварительной наплавки на кромки. Разделительный валик должны выполнять покрытыми электродами марок ЦЛ-25/1 или ЗИО-8, или сварочной проволокой марки Св-07Х25Н13 (при аргонодуговой наплавке).

Толщина первого слоя и/или суммарная толщина предварительной наплавки должны соответствовать аналогичным показателям, применяемых для сварки деталей из сталей различных структурных классов.

152. После выполнения предварительной наплавки проводится термическая обработка деталей в зоне наплавки (если таковая предусмотрена) и последующая механическая обработка.

153. Выполнение сварки деталей с наплавленными кромками должны проводить сварочными материалами согласно таблице № 2.4 приложения № 2 к настоящим Правилам.

154. При сварке деталей из двухслойных сталей с деталями из сталей перлитного класса проводится удаление плакирующего слоя, после чего выполняется сварное соединение сварочными материалами, предназначенными

для сварки деталей из сталей соответствующих марок, с восстановлением или без последующего восстановления плакирующего слоя.

155. При сварке деталей из двухслойных сталей с деталями из высокохромистых сталей проводится удаление плакирующего слоя, после чего выполняется сварное соединение сварочными материалами, предназначенными для сварки деталей из сталей соответствующих марок, и последующая наплавка плакирующего слоя.

156. При сварке деталей из двухслойных сталей с деталями из сталей аустенитного класса на кромках деталей из двухслойных сталей выполняется предварительная наплавка в соответствии с пунктом 150 настоящих Правил, а затем сварное соединение.

157. Допускается приварка к плакирующему слою деталей из двухслойных сталей, защитных рубашек, а также деталей, не нагруженных давлением, без удаления плакирующего слоя в местах наложения угловых швов, если расчетная высота углового шва не превышает 8,0 мм. В этом случае плакирующий слой рассматривается как сталь аустенитного класса.

### **Электрошлаковая сварка**

158. Детали из кремнемарганцовистых и легированных сталей, а также из высокохромистых сталей должны поступать на электрошлаковую сварку после полной термической обработки (нормализации или закалки с последующим отпуском), а детали из двухслойной стали – с плакирующим слоем, удаленным на ширину, достаточную для установки водоохлаждаемых ползунов и планок, а также для выполнения последующего ультразвукового контроля.

159. Процесс электрошлаковой сварки должны вести без перерыва от начала до конца выполнения сварного соединения.

В случае вынужденного перерыва сварку допускается продолжать после удаления участка шва с усадочной раковиной. Удаление указанного участка шва при сварке деталей из легированных сталей проводится после предварительного отпуска выполненной части сварного соединения.

При сварке деталей из сталей аустенитного класса в случае удаления участка шва с усадочной раковиной после завершения выполнения сварного соединения обязательно проведение аустенизации.

160. При выполнении кольцевых сварных соединений деталей из сталей перлитного класса после заварки 20-40% периметра соединения начальный участок шва удаляют кислородно-ацетиленовой, механической или плазменной резкой или воздушно-дуговой строжкой. Температура металла в зоне кислородно-ацетиленовой или плазменной резки или воздушно-дуговой строжки сварных соединений деталей из легированных сталей должна быть не ниже 200 °С. Кромки среза и примыкающие к ним поверхности шва и основного металла должны быть очищены от грата и окалины.

#### **Аргонодуговая сварка**

161. При аргонодуговой сварке применяют неплавящиеся электроды из вольфрама, указанные в приложении № 2 к настоящим Правилам.

162. При выполнении сварных соединений труб и других цилиндрических деталей из сталей аустенитного класса, высокохромистых сталей и железоникелевых сплавов должны обеспечить защиту обратной стороны соединения в процессе выполнения двух первых слоев путем поддува защитного газа.

Для уменьшения расхода газа допускается в свариваемые детали устанавливать удаляемые заглушки для создания камеры необходимого объема. Обеспечение защиты корня шва достигается пропусканием перед началом сварки газа через камеру в объеме, равном 4-5-кратному объему камеры, и последующим поддувом газа в процессе выполнения первых двух слоев шва.

#### **Сварка деталей из алюминиевых сплавов**

163. Для выполнения сварных соединений применяются следующие способы сварки в среде защитных газов (аргона, гелия или их смеси с содержанием гелия не ниже 50%):

а) ручная неплавящимся электродом с присадочным материалом (в том числе сжатой дугой);

б) автоматическая неплавящимся электродом с присадочным материалом (в том числе сжатой дугой);

в) автоматическая плавящимся электродом однодуговая (в том числе импульсно-дуговая);

г) полуавтоматическая плавящимся электродом (в том числе импульсно-дуговая).

Допускается использование двух или нескольких способов сварки для выполнения одного сварного соединения (комбинированная сварка).

164. Ручную сварку неплавящимся электродом должны выполнять импульсным током. В случае сварки сжатой дугой с водоохлаждаемыми электродами сварку должны проводить при постоянном токе обратной полярности.

165. Автоматическую сварку неплавящимся электродом должны выполнять на сборочно-сварочных стендах с формирующей подкладкой.

166. Полуавтоматическую и автоматическую сварку плавящимся электродом должны выполнять на постоянном токе обратной полярности.

167. При температуре воздуха ниже 0 °С сварочные работы в монтажных условиях должны выполняться с соблюдением следующих условий:

а) сварочное оборудование должно быть с воздушным охлаждением;

б) подсушка свариваемых кромок на ширине 50,0 – 60,0 мм от оси шва путем электроподогрева или подогрева пламенем газовой горелки до 100 – 120 °С.

Температура нагрева кромок должна контролироваться контактным термоэлектрическим, инфракрасным или лазерным термометром (пирометром). Допускается применение термокарандашей и термокрасок.

168. Тавровые соединения, к которым предъявляются требования по полноте проплавления, а также стыковые соединения должны выполнять двусторонним швом.

Перед наложением шва с обратной стороны корень шва первого прохода до чистого металла должен быть удален механическим способом с образованием

канавки. Угол раскрытия кромок канавки должен быть  $60+10^\circ$ , а радиус закругления ее дна – не менее 3,0 мм. Шероховатость поверхности канавки не должна превышать Ra 10 мкм (Rz 40) по ГОСТ 2789. Применение абразивных инструментов и охлаждающей жидкости не допускается.

169. Сварку стыковых соединений допускается выполнять односторонним швом по одному из следующих вариантов:

а) на съемной подкладке из стали аустенитного класса или меди с канавкой для формирования корня шва. Форма и размеры канавки устанавливаются технологической документацией;

б) в случаях, оговоренных конструкторской документацией, допускается применение остающейся подкладки, изготовленной из алюминия или его сплавов той же марки, что и узел;

в) на весу с последующим удалением проплава в случае превышения им величин, указанных в конструкторской документации. В этом случае допускается подварка без присадочной проволоки.

170. При выполнении тавровых соединений с конструктивным непроваром величина непровара определяется величиной притупления кромки привариваемого элемента.

171. При выполнении тавровых соединений с разделкой кромок первый проход должен выполняться с обеспечением провара и удалением корня шва механическим способом, последующие валики – ориентируясь поочередно на полку и стенку, до обеспечения требуемых размеров и формы шва.

172. Начало и окончание шва должны выполняться на технологических планках из алюминиевых сплавов. Толщина планок, их форма и размеры указываются в технологической документации. При наличии по длине свариваемых кромок припуска не менее 50,0 мм допускается сварку вести без технологических планок. При отсутствии технологических планок окончание шва должно выноситься на ранее выполненный участок шва, заделывая кратер.

173. В случае выполнения двусторонней сварки труб первым должны сваривать корень шва изнутри (подварочный шов).

174. В зависимости от типоразмера труб, конструктивных элементов подготовки кромок, способа сварки, защитного газа и температуры окружающего воздуха удаляемая подкладка, может быть неохлаждаемой, охлаждаемой и подогреваемой.

Разрешается в качестве подкладки использовать рабочие поверхности оснастки для сборки и калибровки стыков труб под сварку.

175. При сварке стыков труб без подварки и без подкладки должны осуществлять поддув защитного газа во внутреннюю полость труб, а торцы кромок и прилегающие к ним внутренние поверхности шириной не менее 5,0 мм должны обезжировать и защищать непосредственно перед сваркой.

176. Режимы сварки должны быть установлены применительно к выполнению конкретных сварных соединений с последующей наплавкой пробных валиков или сваркой образцов-свидетелей.

### **Сварка деталей из титановых сплавов**

177. Для выполнения сварных соединений деталей из титановых сплавов применяются следующие способы сварки:

- а) ручная аргонодуговая неплавящимся электродом;
- б) автоматическая аргонодуговая неплавящимся электродом;
- в) электронно-лучевая сварка

Аргонодуговую сварку неплавящимся электродом должны выполнять при постоянном токе при прямой полярности. Автоматическую аргонодуговую сварку допускается выполнять на импульсном токе.

При аргонодуговой сварке должны быть обеспечены:

- а) перед началом сварки – качество газовой защиты;
- б) защита лицевой и обратной сторон сварного соединения от окисления обдувом защитным газом (при сварке трубопроводов – заполнением внутреннего объема).

178. Сварку выполнять при температуре воздуха не ниже +5 °С и скорости воздушных потоков не более 0,3 м/с.

Перед началом сварки должна быть проверена чистота свариваемых кромок и прилегающих поверхностей. При обнаружении загрязненных участков они должны быть зачищены, обезжирены и протерты.

179. Режимы сварки должны соответствовать требованиям документов по стандартизации на каждый вид сварки.

В случае появления цветов побежалости сварка должна быть прекращена до выявления и устранения причин.

Сварка каждого последующего прохода при выполнении многопроходных швов должна начинаться после охлаждения предыдущего.

Сварку в местах пересечения швов начинать и заканчивать не допускается.

## **VII. Наплавка**

180. В технологической документации на наплавку антикоррозионных покрытий и уплотнительных и направляющих поверхностей как минимум, должны быть установлены:

- а) марки сталей наплавляемых деталей;
- б) характеристики покрытий (наплавленных поверхностей);
- в) способ наплавки;
- г) требования к квалификации сварщиков;
- д) используемое сварочное (наплавочное) оборудование;
- е) марки (сочетания марок) сварочных (наплавочных) материалов;
- ж) сортамент наплавочных материалов;
- з) требования к прокалке электродов и флюсов;
- и) требования к подготовке поверхностей основного металла под наплавку;
- к) род и полярность сварочного тока;
- л) пространственные положения наплавки;
- м) величина и направление смещения электрода относительно вертикали к поверхности наплавляемой детали (для тел вращения);
- н) необходимость, способ и температура предварительного и сопутствующего подогрева при наплавке первого слоя;

- о) порядок наложения валиков и слоев;
- п) толщина наплавляемых слоев и покрытия в целом;
- р) необходимость охлаждения поверхности наплавленного ранее металла перед выполнением последующих валиков (кроме первого слоя);
- с) порядок зачистки поверхности наплавленного слоя и схема удаления или заварки кратеров (при наплавке лентой);
- т) условия пребывания наплавленных деталей в период с момента окончания наплавки до начала термической обработки;
- у) необходимость и режим термической обработки наплавленных деталей;
- ф) методики, объемы и нормы оценки качества наплавленных покрытий.

181. Ориентировочные режимы наплавки при выполнении антикоррозионных покрытий и наплавки уплотнительных и направляющих поверхностей приведены в приложении № 6 к настоящим Правилам.

Режимы наплавки применительно к выполнению конкретных покрытий (наплавленных поверхностей) устанавливаются в технологической документации.

182. Однородные многослойные антикоррозионные покрытия, выполняемые присадочными материалами, не легированными ниобием, наплавляют только на детали, не подвергаемые последующей термической обработке.

183. Толщина однородного однослойного антикоррозионного покрытия должна составлять  $5_{-1}^{+2}$  мм, а однородного многослойного покрытия – не менее 6,0 мм после окончательной механической обработки.

184. Толщина первого слоя двойного антикоррозионного покрытия до наплавки второго слоя должна составлять  $3_{-1}^{+2}$  мм. Суммарная толщина двойного двухслойного покрытия должна составлять не менее 5,0 мм, а многослойного не менее 7,0 мм после окончательной механической обработки. В этом случае суммарная толщина двойного двухслойного покрытия должна превышать

максимальную измеренную толщину первого слоя не менее чем на 2,0 мм после окончательной механической обработки.

185. Максимальная суммарная толщина антикоррозионного покрытия не должна превышать значений, устанавливаемых конструкторской документацией.

186. Все подготовленные под наплавку антикоррозионного покрытия детали должны иметь маркировку и/или сопроводительную документацию, подтверждающую их приемку. Способ маркировки определяется организацией, выполняющей наплавку.

187. Сборочные единицы со сварными соединениями, выполненными электрошлаковой сваркой, перед наплавкой должны быть подвергнуты термической обработке.

188. Для выполнения антикоррозионных покрытий должны применять автоматическую дуговую наплавку сварочной лентой под флюсом или электрошлаковую наплавку одной или двумя лентами под флюсом (основные рекомендуемые способы), ручную дуговую наплавку покрытыми электродами или аргонодуговую наплавку проволокой.

Автоматическую наплавку сварочной проволокой под флюсом допускается применять в следующих случаях:

а) для наплавки в горизонтальном положении внутренних поверхностей патрубков при вертикальном расположении оси патрубка с выполнением первого (нижнего) кольцевого валика каждого слоя ручной дуговой наплавкой покрытыми электродами и с последующей автоматической наплавкой при угле наклона проволочного электрода не более  $45^\circ$  от вертикали;

б) при введении в дугу дополнительной присадочной проволоки той же марки, что и основная сварочная проволока.

189. Антикоррозионные покрытия должны выполнять сварочными (наплавочными) материалами, указанными в таблице № 2.5 приложения № 2 к настоящим Правилам.

190. Ручную дуговую наплавку покрытыми электродами должны выполнять валиками шириной не более трех диаметров применяемых электродов. Допускается увеличение ширины отдельных валиков до четырех диаметров электродного стержня при условии, что таким образом будет выполнен только один валик или количество таких валиков не будет превышать 5% общего количества валиков, выполненных на наплавленной детали.

191. При автоматической наплавке лентой под флюсом каждый последующий валик выполняемого слоя должен перекрывать предыдущий не менее чем на 5,0 мм (по ширине). При ручной дуговой наплавке покрытыми электродами и при аргонодуговой наплавке каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий не менее чем на  $1/3$  его ширины.

192. В процессе наплавки после выполнения каждого очередного валика его поверхность и примыкающие к нему участки поверхности основного и/или наплавленного металла должны быть зачищены от шлака, брызг металла и других загрязнений и визуально проконтролированы на отсутствие дефектов. В случае обнаружения дефектов (трещин, отколов, подрезов, наплывов) они подлежат удалению механическим способом до наложения следующего валика.

При наплавке лентой обязательному удалению (вышлифовке абразивным инструментом с плавным переходом к ранее наплавленному металлу) дополнительно подлежат все кратеры (усабочные раковины), образующиеся при перерывах процесса наплавки. Выбранные места подлежат магнитопорошковому и капиллярному контролю; затем они должны быть заплавлены. Поверхность наплавленного слоя, подлежащего наплавке, не должна иметь западаний и уступов между валиками глубиной (высотой) более 2,0 мм. Западания и уступы большей глубины (высоты) должны быть доведены до указанного значения шлифованием с плавным переходом (уклон не более 1:10) к прилегающей поверхности наплавки или заплавлены покрытыми электродами, обеспечивающими тот же состав наплавленного металла, либо аргонодуговой наплавкой с применением проволоки той же марки. После

выполнения указанных операций должно быть обеспечено соблюдение требований по толщине антикоррозионных покрытий.

193. После выполнения каждого слоя проводится дополнительная зачистка его поверхности (при необходимости) и визуальный контроль по всей площади.

194. Наплавку каждого последующего слоя должны начинать только после полного выполнения предыдущего (по всей площади), за исключением крупногабаритных деталей, наплавленные поверхности которых расположены в различных пространственных положениях.

195. Наплавка первого слоя должна выполняться с предварительным подогревом согласно требованиям приложения № 7 к настоящим Правилам. В случаях, если при выполнении наплавки первого слоя технологической документацией предусмотрен перерыв, то во время перерыва температура наплавляемой детали должна быть не ниже 5 °С. Перед возобновлением наплавки первого слоя должен быть произведен подогрев.

По окончании наплавки первого слоя допускается перерыв для контроля качества поверхности и толщины наплавленного металла.

196. Порядок выполнения второго и последующих слоев должен обеспечивать снижение температуры ранее наплавленного металла в зоне наложения очередного валика ниже 100 °С (к моменту подхода дуги).

При автоматической наплавке второго и последующих слоев лентой марки Св-04Х20Н10Г2Б допускается повышение указанной температуры до 250 °С с периодическим ее контролем на расстоянии 150,0 – 200,0 мм от дуги в направлении ее движения (впереди дуги по оси наплавляемого валика). Периодичность контроля устанавливается технологической документацией в зависимости от габаритов наплавляемых деталей.

197. При наличии недопустимых неровностей (углублений между валиками и др.) поверхность выполненного антикоррозионного покрытия подвергают механической обработке абразивным кругом или методом резания. В зависимости от количества и расположения неровностей проводят общую или местную обработку поверхности покрытия. После выполнения указанных

операций должно быть обеспечено соблюдение требований по толщине антикоррозионных покрытий.

Допускается предварительное исправление недопустимых углублений путем их заварки сварочными материалами, предназначенными для выполнения верхнего слоя соответствующего покрытия при условии, что выборка проводится в пределах этого слоя.

198. В случаях, предусмотренных конструкторской документацией, допускается выполнение наплавленного антикоррозионного покрытия на деталях из сталей аустенитного класса с целью защиты от коррозионных повреждений. Наплавку указанного покрытия производят без подогрева покрытыми электродами марок ЭА-855/51, ЭА-32/53 или сварочной проволокой марок Св-03Х15Н35Г7М6Б, Св-03Х20Н65Г7М4Б3В (при аргонодуговой наплавке или в сочетании с флюсом марки ОФ-10 при автоматической наплавке под флюсом). Количество и размеры наплавленных слоев определяются технологической документацией.

199. Наплавленные детали из легированных сталей перлитного класса должны быть подвергнуты термической обработке (отпуску) в соответствии с указаниями приложения № 8 к настоящим Правилам. Отпуск после наплавки отдельных деталей должны совмещать с отпуском сварных соединений изделия, в которое они входят. Интервал времени между окончанием наплавки и началом термической обработки не ограничивается. Температура хранения деталей (изделий) с антикоррозионной наплавкой до начала термической обработки должна быть не ниже 5 °С.

200. Требования к выполнению наплавки уплотнительных и направляющих поверхностей приведены в приложении № 9 к настоящим Правилам.

### **VIII. Термическая обработка**

201. Необходимость и вид термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей устанавливаются в приложении № 8 к настоящим Правилам.

## **IX. Операционный контроль**

### **Общие требования**

202. Операционный контроль включает:

- а) контроль подготовки и сборки деталей под сварку и наплавку;
- б) контроль процессов сварки и наплавки;
- в) контроль термической обработки сварных соединений и наплавленных изделий,

и осуществляется в соответствии с технологической документацией. Объем контроля должен быть достаточным для оценки качества выполняемых операций.

203. Результаты каждого вида операционного контроля фиксируются в соответствующих журналах контроля.

204. Состав и содержание отчетной документации по операционному контролю сварки (наплавки) при проведении ремонтов оборудования и трубопроводов определяется эксплуатирующей организацией.

### **Контроль подготовки и сборки деталей под сварку и наплавку**

205. При подготовке деталей под сварку и наплавку контролируют:

- а) наличие маркировки и/или документации, подтверждающей приемку полуфабрикатов или деталей службой технического контроля;
- б) чистоту (отсутствие визуально наблюдаемых загрязнений, пыли, продуктов коррозии, масла и т.п.) подлежащих сварке (наплавке) кромок и прилегающих к ним поверхностей, а также подлежащих неразрушающему контролю участков основного металла;
- в) размеры деталей и форму разделки кромок, качество механической обработки и шероховатость поверхности кромок;
- г) форму и размеры расточки или раздачи труб;
- д) материал, форму и размеры подкладных колец.

206. При сборке деталей под сварку контролируют:

- а) марки и сортамент сварочных материалов, предназначенных для выполнения прихваток;

- б) крепления деталей в сборочных приспособлениях;
- в) чистоту и отсутствие повреждений кромок и прилегающих к ним поверхностей;
- г) температуру подогрева при выполнении прихваток;
- д) качество, размеры и расположение прихваток и швов приварки временных креплений;
- е) величину зазора в соединениях после выполнения прихваток;
- ж) величину смещения кромок, перелом осей или плоскостей соединяемых деталей;
- з) размеры собранного под сварку узла;
- и) наличие защитного покрытия;
- к) установку приспособлений для поддува аргона или другого защитного газа, наличие и режим поддува (если таковой предусмотрен технологической документацией).

207. Качество выполнения прихваток контролируется визуально, а их размеры и расположение – измерением.

208. После удаления временных технологических креплений на деталях из легированных аустенитных и высокохромистых сталей и на антикоррозионном покрытии места приварки после зачистки должны контролировать на отсутствие трещин капиллярным или магнитопорошковым методами или травлением с последующим осмотром мест зачистки через лупу 4-7 кратного увеличения.

### **Контроль процессов сварки и наплавки**

209. Перед началом сварки (наплавки) контролируют:

- а) наличие маркировки и/или записи в журнале учета сварочных работ, подтверждающих соответствие сборки установленным требованиям;
- б) чистоту кромок и поверхностей, подготовленных под сварку и наплавку;
- в) марки и сортамент применяемых сварочных материалов;
- г) наличие документов, подтверждающих результаты контроля сварочных материалов;

д) соответствие влажности флюсов и покрытия электродов установленным требованиям;

е) соответствие поверхности присадочных материалов требованиям документов по стандартизации;

ж) обеспечение поддува защитного газа (если таковой предусмотрен технологической документацией);

з) температуру предварительного подогрева (если таковой предусмотрен технологической документацией);

210. В процессе сварки (наплавки) контролируют:

а) режимы сварки (наплавки);

б) очередность выполнения сварных швов и участков наплавки;

в) температуру окружающей среды на расстоянии не более 2,0 м от свариваемых или наплавляемых деталей;

г) температуру подогрева;

д) соблюдение очередности наложения валиков и слоев;

е) температуру металла при сварке деталей из сталей аустенитного класса;

ж) толщину первого слоя, величину перекрытия валиков и суммарную толщину наплавляемого антикоррозионного покрытия;

з) качество газовой защиты лицевой и обратной стороны шва (визуально по цветам побежалости) – для конструкций из титановых сплавов.

211. Должен быть выполнен радиографический контроль корневой части шва сварных соединений I и In категорий деталей из железоникелевых сплавов при номинальной толщине стенки в месте сварки более 6,0 мм и из сталей при номинальной толщине стенки в местах сварки более 20,0 мм. Нормы оценки качества принимаются как для полностью выполненного сварного соединения.

При сварке встык с односторонней разделкой кромок радиографический контроль должны проводить после заварки корневой части шва.

В сварных соединениях, подвергающихся последующей механической обработке с полным удалением корня шва, а также в случаях, когда не

допускается перерыв и/или охлаждение в процессе сварки, указанный контроль проводить не требуется.

212. Требования к контролю температуры предварительного и сопутствующего подогрева и температуры металла в зоне сварки деталей из сталей аустенитного класса (в том числе точки измерений и методы регистрации температур) должны указываться в технологической документации.

213. После окончания сварки (наплавки) контролируют:

- а) наличие и правильность маркировки выполненных сварных швов и наплавов;
- б) соответствие условий пребывания выполненных сварных соединений и наплавленных поверхностей с момента окончания сварки (наплавки) до начала термической обработки (включая условия «термического отдыха», если таковой предусмотрен).

### **Контроль термической обработки**

214. При термической обработке сварных соединений и наплавленных деталей должны контролировать соблюдение требований технологической и конструкторской документации в части:

- а) методов и видов термической обработки;
- б) применяемого термического оборудования;
- в) последовательности и порядка выполнения термической обработки и отдельных ее этапов (в том числе предварительных, промежуточных и окончательных отпусков);
- г) режимов термической обработки (температуры печи при загрузке, скорости нагрева, температуры и продолжительности выдержек, условий, среды или скорости охлаждения);
- д) методов и порядка контроля температуры режимов (расположение термопар или других устройств для измерения температуры, их количество и т.п.);
- е) температуры при контроле требуемой зоны нагрева сварного соединения и прилегающих к нему участков;

ж) условий, обеспечивающих свободное расширение сваренных (наплавленных) деталей и предохраняющих их от пластических деформаций под действием собственной массы.

215. Для контроля режимов термической обработки должны использовать термоэлектрические преобразователи (термопары) с устройствами для автоматической записи параметров режима.

216. При внепечной термической обработке допускается использование других средств контроля режимов термической обработки, обеспечивающих требуемую точность измерения температуры.

217. Термопары должны быть установлены в печи и непосредственно на подвергаемых термической обработке сваренных (наплавленных) деталях. Количество и расположение термопар должны обеспечивать возможность контроля за распределением температуры по всему объему печи при общей термической обработке и контроля зон нагрева при местной термической обработке.

218. При термической обработке деталей со сварными соединениями III категории допускается контроль режимов термической обработки проводить по термопаре, установленной в печи.

219. После выполнения термической обработки должны быть зафиксированы номер садки и номер печи (для печной термической обработки), дата проведения термической обработки и производственный шифр (номер) сваренной (наплавленной) детали или сварного соединения.

## **Х. Маркировка сварных соединений и наплавленных деталей**

220. На сварных соединениях и наплавленных деталях должны быть поставлены клейма, позволяющие установить фамилию сварщика (сварщиков), выполнявшего сварку или наплавку. Глубина клеймения и размеры клейм устанавливаются в технологической документации.

221. Допускается замена клеймения другими методами маркировки, обеспечивающими ее сохранность в процессе эксплуатации и не ухудшающими качество и надежность сваренных (наплавленных) деталей.

222. В случае снятия клейм (маркировки) при последующей механической обработке они должны быть восстановлены в тех же местах.

## **XI. Исправление дефектов**

223. Исправлению подлежат все дефекты, выявленные в сварных соединениях и наплавленных деталях при неразрушающем контроле.

224. Дефектные участки должны исправлять по технологической документации на исправление типовых дефектов, разработанной в соответствии с требованиями настоящих Правил и федеральных норм и правил, регламентирующих проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже.

225. Поверхностные дефекты должны удалять механическим способом с обеспечением плавных переходов в местах выборок (абразивным инструментом, резанием или вырубкой с последующим шлифованием).

226. Исправление поверхностных дефектов без последующей заварки мест их выборки допускается:

а) на сварных соединениях – при остающейся толщине шва и основного металла не менее расчетной толщины детали (сборочной единицы) в месте максимальной глубины выборки;

б) на наплавленных поверхностях антикоррозионного покрытия – при остающейся толщине наплавки не менее минимально допустимой пунктами 183 и 184 настоящих Правил, а в случаях, не регламентированных указанными пунктами, – не менее минимально допустимой по конструкторской и технологической документации.

227. Дефекты с заваркой выборок в выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой соединениях деталей легированных сталей, подлежащих термической обработке, должны исправлять после промежуточного или окончательного отпуска с последующей термической обработкой отремонтированного изделия по режиму окончательного отпуска. Ремонт сваркой после термического отдыха не допускается.

228. Внутренние дефекты (дефектные участки) должны удалять механическим способом (абразивным инструментом, резанием или вырубкой с последующим шлифованием).

Допускается удалять дефекты воздушно-дуговой или плазменно-дуговой строжкой с последующей обработкой поверхности выборки механическим способом:

а) до полного удаления следов строжки – на поверхностях выборок в сварных соединениях деталей из углеродистых или кремнемарганцовистых сталей;

б) с удалением слоя металла толщиной не менее 1,0 мм – на поверхностях выборок в сварных соединениях деталей из легированных сталей с гарантированным пределом текучести при температуре 20 °С не более 315 МПа или из сталей аустенитного класса;

в) с удалением слоя металла толщиной не менее 2,0 мм – на поверхностях выборок в сварных соединениях деталей из легированных сталей с гарантированным пределом текучести при температуре 20 °С свыше 315 МПа или из высокохромистых сталей.

229. Форма и размеры подготовленных выборок должны обеспечивать возможность их заварки по всему объему. Размеры подлежащих заварке выборок (в том числе заходящих в основной металл) не ограничиваются.

230. Заварка выборок должна выполняться одним из способов сварки (наплавки), допускаемых настоящими Правилами, с использованием соответствующих сварочных (наплавочных) материалов.

231. По указанию технологической документации допускается заварка выборок без подогрева или последующей термической обработки (на сварных соединениях и наплавленных изделиях, подлежащих подогреву или последующей термической обработке), в том числе электродами марки ЦТ-36 или ЦТ-48.

232. Дефекты дуговой сваркой в сварных соединениях, выполненных электрошлаковой сваркой, должны исправляться после полной термической

обработки (в сварных соединениях деталей из сталей перлитного класса или из высокохромистых сталей) или после аустенизации (в сварных соединениях деталей из сталей аустенитного класса).

При исправлении дефектов в указанных сварных соединениях деталей из легированных сталей, подлежащих последующей обработке давлением, допускается применение следующей технологии:

- а) нормализация (закалка) и последующий отпуск сборочной единицы со сварным соединением, выполненным электрошлаковой сваркой;
- б) выборка дефектов;
- в) заварка выборок углеродистыми присадочными материалами;
- г) обработка давлением сборочной единицы с нагревом до заданной температуры;
- д) нормализация (закалка) и последующий отпуск;
- е) полное удаление металла, наплавленного углеродистыми присадочными материалами;
- ж) заварка выборок соответствующими легированными присадочными материалами;
- з) отпуск исправленного сварного соединения.

Комплекс указанных операций учитывается как одно исправление.

233. Исправление дефектных сварных соединений допускается проводить путем полного удаления сварного шва с последующей подготовкой кромок механическим способом и выполнением сварного соединения вновь. Новое сварное соединение считается неисправлявшимся.

234. Исправление дефектов в монтажных стыковых сварных соединениях труб, недоступных для ремонта с наружной стороны, допускается проводить путем вырезки дефектного сварного соединения и последующей вварки отрезка трубы из той же марки стали. Размеры отрезка определяются требованиями к расстоянию между осями соседних кольцевых швов. Вновь выполненные сварные соединения считаются неисправлявшимися.

235. Исправление дефектов на одном и том же участке сварного соединения или наплавленной детали должно проводиться не более трех раз.

236. Под исправляемым участком понимается прямоугольник наименьшей площади, в контур которого вписывается подлежащая заварке выборка, и примыкающие к нему поверхности на расстоянии, равном трехкратной ширине указанного прямоугольника (рисунок 4).

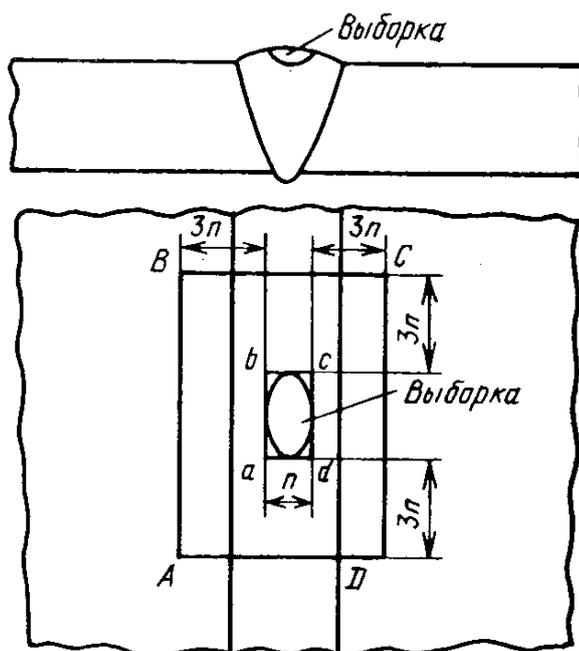


Рис. 4. Схема определения размеров исправляемого участка ( $abcd$  – прямоугольник наименьшей площади, в контур которого вписывается выборка;  $n$  – ширина прямоугольника;  $ABCD$  – исправляемый участок).

237. Исправление дефектов на одном и том же участке сварного соединения деталей из алюминиевых сплавов допускается производить не более двух раз для термически упрочняемых сплавов марок АВ и САВ1 и не более трех раз для термически неупрочняемых сплавов марок АДОО, АДО, АД, АД1, АМг2, АМг3.

238. Поверхностные и внутренние дефекты должны удаляться механическим способом. Применение абразивного инструмента и охлаждающей жидкости не допускается.

239. При исправлении дефектов должны соблюдаться следующие требования:

а) при обнаружении трещин сварка (наплавка) должна быть прекращена и может быть возобновлена только после удаления трещин и принятия мер, предотвращающих их появление;

б) при обнаружении прожога подкладного кольца недоступные для сварки с внутренней стороны сварные соединения труб должны быть полностью удалены и выполнены вновь (при условии невозможности исправления дефекта без разрезки);

в) число исправлений корневой части шва на одном и том же участке не должно превышать трех;

г) число исправлений (кроме исправлений корневой части шва) при глубине выборок в пределах номинальной толщины двух слоев шва не ограничивается и не учитывается;

д) число исправлений (кроме исправлений корневой части шва) при глубине выборок, превышающей номинальную толщину двух слоев шва, на одном и том же участке не должно превышать трех.

240. Дефекты наплавленного металла уплотнительных поверхностей деталей из титановых сплавов удаляются механической обработкой. Полноту удаления трещин проверяют капиллярным контролем.

241. Наплавку дефектных мест производят на нагретой детали тем же присадочным материалом, которым выполнена основная наплавка.

242. При наплавке уплотнительных поверхностей деталей из титановых сплавов допускается исправление мелких дефектов в виде одиночных пор, обнаруженных после окончательной механической обработки, наплавкой окисленными прутками марки ПТ-7М без нагрева деталей и последующей термообработки.

### **Контроль исправления дефектов**

243. Выполненные выборки должны быть подвергнуты визуальному контролю. Выборки в сварных соединениях I и In категорий во всех случаях, а также других категорий при исправлении дефектов типа трещин и непроваров и дефектов, выявленных при капиллярном или магнитопорошковом контроле,

должны подвергаться капиллярному или магнитопорошковому контролю (допускается контроль травлением).

Качество (шероховатость) поверхности выборки должно соответствовать требованиям документов по стандартизации на соответствующий метод контроля.

244. Исправленные с помощью сварки участки после термической обработки (если после исправления дефектов она требуется) сварных соединений (или наплавленных деталей) подлежат сплошному неразрушающему контролю всеми методами, предусмотренными для исправляемого сварного соединения (наплавленной детали).

245. Контроль должен быть проведен по всему заваренному объему выборки, а также в пределах примыкающих к ней участков сварного шва по всей их ширине протяженностью в каждую сторону по продольной оси сварного соединения не менее 2,5 максимальной глубины заваренной выборки, но не менее 20,0 мм и не более 100,0 мм, а также примыкающих к контролируемому участку сварного шва и к краям заваренной выборки участков основного металла с шириной, соответствующей требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регламентирующих проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже.

На наплавленных деталях контролю подлежат исправленный участок и примыкающие к нему участки шириной не менее 20,0 мм в каждую сторону.

## **ХII. Ремонт с использованием сварки и наплавки**

246. Организация работ по ремонту оборудования и трубопроводов с применением сварки и наплавки должна предусматривать выполнение следующих функций:

а) технологическое обеспечение работ – подготовку технологической документации, средств оснащения, включая средства контроля (измерений) и испытаний;

б) входной контроль материалов и запасных частей, применяемых для ремонта оборудования;

в) подготовку исполнителей работ требующейся квалификации, тренировку исполнителей на стендах и макетах перед выполнением сложных и ответственных работ;

г) обеспечение выполнения работ в соответствии с подготовленной технологической документацией;

д) операционный и приемочный контроль качества выполнения работ, приемочный контроль составных частей оборудования, подвергаемых ремонту, а также документирование данных контроля.

247. Технологическая документация на работы по ремонту оборудования и трубопроводов с применением сварки при наличии типовой документации на ремонт комплектуется из ее состава.

При отсутствии типовой или ранее разработанной документации должна быть предусмотрена разработка рабочей технологической документации в соответствии с требованиями конструкторской документации.

248. Для подтверждения возможности выполнения сварных соединений и наплавленных поверхностей составных частей оборудования и трубопроводов с требуемым качеством по технологической документации, подготовленной для проведения ремонта с применением сварки и наплавки, проводится аттестация этих технологий в соответствии с требованиями настоящих Правил. Аттестация технологий проводится на контрольных сварных соединениях и наплавках, однотипных со сварными соединениями/наплавками оборудования, указанного в задании на проведение ремонта.

249. Заварка ремонтных выборок должна выполняться одним из способов сварки (наплавки), допускаемых пунктами 120 и 163 настоящих Правил для выполнения сварных соединений (наплавленных слоев), с использованием соответствующих сварочных материалов.

250. Для выполнения ремонта трубопроводов, выполненных из сталей аустенитного класса, допускается применение усиливающей наплавки.

Технология выполнения усиливающей наплавки должна соответствовать положениям типовых технологических инструкций эксплуатирующей организации.

251. Контроль качества усиливающей наплавки допускается проводить в соответствии с положениями методик эксплуатирующей организации.

### **ХIII. Производственная аттестация технологии сварки (наплавки)**

252. Выполнение сварки (наплавки) по не аттестованной в соответствии с настоящими Правилами технологии не допускается. Производственная аттестация технологии сварки (наплавки) выполняется в соответствии с требованиями приложения № 10 к настоящим Правилам.

---

## ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

к федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Термины, определения и условные обозначения**

1. **Атомная энергетическая установка** – блок атомной станции с водяным реактором, либо с реактором канального типа, либо с реактором на быстрых нейтронах с жидкометаллическим натриевым теплоносителем, или установка с исследовательским реактором указанных типов.

2. **Защитный газ** – инертные (аргон, гелий) газы, активные (углекислый газ, азот, водород и др.) газы, а также смеси инертных газов, активных газов, инертных и активных газов, применяемые при выполнении сварки.

3. **Контрольная наплавка** – наплавка, выполняемая с целью проверки характеристик наплавленного металла при контроле сварочных (наплавочных) материалов и при производственной аттестации.

4. **Контрольное сварное соединение** – сварное соединение, выполняемое при производственной аттестации с целью проверки обеспечения аттестуемой технологией сварки требуемых характеристик металла сварного соединения.

Контрольные сварные соединения выполняются также для проведения металлографических исследований производственных сварных соединений.

5. **Контрольный сварной шов** – шов сварного соединения, выполняемого с целью проверки характеристик металла шва при контроле сварочных материалов.

6. **Корневая часть шва** – примыкающая к притуплению кромок зона сварного соединения толщиной до 30% общей толщины выполненного шва, но не более 20,0 мм.

7. **Металл шва** – металл, полученный при плавлении присадочных материалов в процессе выполнения сварного соединения и разбавленный основным металлом за счет его расплавления в зоне свариваемых кромок.

#### 8. **Наплавка:**

**Антикоррозионная наплавка** – наплавка, защищающая металл детали (изделия) от воздействия коррозионной среды различных параметров в процессе эксплуатации.

**Износостойкая наплавка** – наплавка, предназначенная для защиты металла детали (изделия) от износа.

**Защитная наплавка** – наплавка, предназначенная для защиты металла детали (изделия) от разрушающего действия различных факторов в процессе эксплуатации.

**Предварительная наплавка** – наплавка на кромки, которая выполняется для подготовки под сварку сварных соединений из сталей разных структурных классов и из сталей одного структурного класса, но разного химического состава.

**Разделительная наплавка** – наплавка, исключая непосредственный контакт разнородных композиций наплавленного металла между собой для предотвращения образования структур, склонных к возникновению горячих трещин.

**Уплотнительная наплавка** – наплавка, выполняемая на поверхностях фланцевых разъемов оборудования и трубопроводов.

**Усиливающая наплавка** – наплавка, выполняемая на внутренней и внешней поверхностях оборудования и трубопроводов и предназначенная для последующей приварки различных элементов конструкций.

9. **Наплавленный металл** – металл, полученный при плавлении присадочных материалов в процессе наплавки (сварки) в слоях (валиках). Наплавленным металлом считается также металл контрольного сварного шва, выполненного с предварительной наплавкой кромок не менее чем в три слоя присадочными материалами контролируемой марки.

## 10. Покрытие антикоррозионное.

**Двойное антикоррозионное покрытие** – покрытие, при выполнении которого для наплавки первого слоя используются сварочные (наплавочные) материалы одной марки (одного сочетания марок), а при выполнении второго и последующих слоев сварочные (наплавочные) материалы другой марки (другого сочетания марок). Двойные антикоррозионные покрытия подразделяются на двухслойные и многослойные. Двойное многослойное покрытие наплавляется более чем в два слоя.

**Однородное антикоррозионное покрытие** – покрытие, выполняемое сварочными (наплавочными) материалами одной марки (одного сочетания марок присадочных материалов и флюсов или защитных газов) по всей толщине независимо от количества наплавляемых слоев.

Однородные антикоррозионные покрытия подразделяются на однослойные и многослойные. Однородное многослойное покрытие наплавляется не менее чем в два слоя.

**11. Слой наплавленного антикоррозионного покрытия** – часть покрытия, образованная рядом валиков, расположенных на одном уровне от основного металла.

**12. Смещение кромок** – несовпадение уровней расположения свариваемых (сваренных) деталей или их частей (участков) в стыковых сварных соединениях.

**13. Толщина антикоррозионного покрытия** (или его первого слоя) – расстояние от наружной поверхности покрытия (от поверхности первого слоя) до зоны его сплавления с основным металлом.

В настоящих Правилах не приводятся определения общепринятых технических терминов, а также терминов, установленных в федеральных законах и федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии.

---

## ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

к федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Материалы, допускаемые для выполнения сварных соединений и наплавки**

1. Марки сталей и сплавов, приведенные в Сводном перечне, в обозначении которых содержатся индексы, указывающие на способ выплавки или передела («-Ш», «-ВД», «-ВИ», «-ИД», «-ПД» и т.д.), в настоящих Правилах приведены без указания индексов. Требования к выполнению сварки и применяемым сварочным материалам распространяются на марки основного металла независимо от способа его выплавки или передела.

2. Сведения о материалах, применяемых для выполнения сварных соединений деталей из сталей перлитного класса (кроме сварных соединений In и Inn категорий) приведены в таблице № 2.1.

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов					Примечание	
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	Для электрошлаковой сварки		
		проволока	флюс		проволока		флюс
Ст3сп5, 10, 15, 15Л, 20, 20Л, 25Л, 20К, между собой, со сталью 22К, с кремнемарганцовистыми и легированными сталями	УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/45А, УОНИИ-13/55, УОНИИ-13/55АА, ЦУ-5, ЦУ-6, ЦУ-7, ЦУ-7А, ТМУ-21У	Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА,	ОСЦ-45, АН-42, АН-42М, АН-348А, АН-348АМ, ФЦ-16, ФЦ-16А, ФЦК-16	Св-08ГС, Св-08Г2С	Св-10Г2, Св-12ГС, Св-08ГСМТ	ОСЦ-45, АН-8	Для выполнения сварных соединений III категории деталей из стали марок Ст3сп5, 10, 15, 15Л, 20, 20Л, 25Л допускаются электроды марок МР-3 и АНО-4
		Св-06А, Св-06АА	АН-42, АН-42М, НФ-18М				
		Св-08ГСМТ	АН-42, АН-42М, КФ-19				
		Св-08ГС	АН-42М, КФ-19, ФЦ-16, ФЦ-16А, ФЦ-22, ФЦ-11				
		Св-10Г2, Св-08ГА	АН-42М, ФЦ-11, ФЦ-16, ФЦ-16А, КФ-27				
		Св-10Г2	ФЦ-22				

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов					Примечание	
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	Для электрошлаковой сварки		
		проволока	флюс		проволока		флюс
22К с 22К и сталями марок 15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 09Г2С, 10ГН2МФА, 15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А, 15Х2МФА, 15Х2МФА-А, 15Х2МФА-А мод.А	УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/45А, УОНИИ-13/55, УОНИИ-13/55АА, ЦУ-5, ЦУ-6, ЦУ-7, ЦУ-7А, ТМУ-21У	Св-08А, Св-08АА	ОСЦ-45, АН-42, АН-42М, АН-348А, АН-348АМ, ФЦ-16, ФЦ-16А	Св-08ГС, Св-08Г2С	Св-10Г2, Св-12ГС, Св-08ГСМТ	ОСЦ-45, АН-8	-
		Св-08ГСМТ	АН-42, АН-42М, АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45				
		Св-08ГС	КФ-19, ФЦ-11, ФЦ-16, ФЦ-16А, ФЦ-22, АН-42М, 48АФ-71				
15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 09Г2С со сталями 15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 09Г2С, 10ХСНД, 16ГНМА, 12ХМ, 15ХМ, 20ХМ, 20ХМА, 10Х2М, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф в любом сочетании	УОНИИ-13/55, УОНИИ-13/55АА, УОНИИ-13/45А, ЦУ-5, ЦУ-7, ЦУ-7А, ТМУ-21У	Св-08ГС, Св-12ГС	АН-42М, КФ-19, ФЦ-11, ФЦ-16, ФЦ-16А	Св-08ГС, Св-08Г2С	Св-10Г2, Св-12ГС	ОСЦ-45, АН-8	Электроды ЦУ-5 допускаются только для сварки корневой части шва.
		Св-10Г2, Св-08ГС	ФЦ-22, 48АФ-71	-	-	-	

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов					Примечание	
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	Для электрошлаковой сварки		
		проволока	флюс		проволока		флюс
09Г2СА-А между собой, со сталью СтЗсп5, 10, 15, 20, 20К, 22К с кремнемарганцовистыми и легированными сталями	УОНИИ-13/45АА, УОНИИ-13/55АА, УОНИИ-13/55 <sup>1)</sup> , 48Н-37/1	Св-10НМА-А, Св-08ГНА-А, Св-10НМА-ВИ, Св-08ГНА-ВИ, Св-08ГСА-А, Св-10ГНА, Св-08ГС <sup>2)</sup>	ФЦ-16А	Св-10НМА-А, Св-08ГНА-А, Св-10НМА-ВИ, Св-08ГНА-ВИ, Св-08Г2СА-А, Св-10ГНА, ПП-СВП1, Св-08Г2С <sup>2)</sup>	-	-	1. Электроды с ограниченным содержанием S≤0,012% и P≤0,012%. 2. Сварочная проволока с ограничением по содержанию S≤0,010% и P≤0,012%.
10ХСНД с 10ХСНД	УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/45А, УОНИИ-13/55, УОНИИ-13/55АА, ТМУ-21У, ЦУ-5, ЦУ-6, ЦУ-7, ЦУ-7А	Св-08ГА, Св-10ГА	ОСЦ-45, АН-348А, АН-348АМ АН-42, АН-42М	Св-08ГС, Св-08Г2С	Св-10Г2	ОСЦ-45, АН-8, ОФ-6	Электроды ЦУ-5 допускаются только для сварки корневой части шва.
10ХН1М с 10ХН1М и с 10ХСНД	УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/45А, УОНИИ-13/55, УОНИИ-13/55АА, Н-20, Н-25	Св-08ГСМТ Св-10НМА Св-08ГА, Св-10ГА Св-10ГН1МА	АН-42, АН-42М АН-42, АН-42М ОСЦ-45, АН-348А, АН-348АМ КФ-27	Св-08ГС, Св-08Г2С	Св-04Х2МА, Св-08ГСМТ	ОФ-6	-
10Х2М с 10Х2М и с 12ХМ, 15ХМ, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф	Н-10, Н-10АА	Св-04Х2МА, Св-04Х2МАА-ВИ	КФ-16, КФ-16А	Св-04Х2МА, Св-04Х2МАА-ВИ	-	-	-

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов						Примечание
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	Для электрошлаковой сварки		
		проволока	флюс		проволока	флюс	
12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 20ХМ между собой и с 20ХМА, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф	Н-3, Н-3АА, ЦУ-2ХМ, ЦЛ-38	Св-08ХМ, Св-08ХМА	АН-42М, КФ-16, ФЦ-11, ФЦ-16	Св-08ХМ	Св-16Х2НМФТА	ОФ-6	Для АрДС проволоку Св-08ХМ допускается применять при содержании $Si \geq 0,22\%$ .
20ХМА с 20ХМА	Н-3, Н-3АА, ЦУ-2ХМ, ЦЛ-38	Св-08ХМ, Св-08ХМА, Св-08ХМФА, Св-08ХМФАА	АН-42М, ФЦ-11, ФЦ-16	-	-	-	-
16ГНМА с 16ГНМА с 12ХМ, 15ХМ, 20ХМ, 20ХМА	ЦЛ-21, ЦЛ-48	Св-10НМА, Св-10НМАА, Св-10НМА-ВИ	ФЦ-11, ФЦ-16, ФЦ-16А	Св-10НМА	Св-10НМА	ФЦ-11, АН-8, ОФ-6	-
12Х1МФ, 15Х1М1Ф с 12Х1МФ, 15Х1М1Ф	Н-6, Н-6А, ЦЛ-20, ЦЛ-39 ЦЛ-45	Св-08ХМФА, Св-08ХМФАА	ФЦ-11, ФЦ-16, ФЦ-16А, КФ-16	Св-08ХМФА, Св-08ХГСМФА	-	-	Для АрДС проволоку Св-08ХМФА допускается применять при содержании $Si \geq 0,22\%$ .

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов						Примечание
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	Для электрошлаковой сварки		
		проволока	флюс		проволока	флюс	
12Х2МФА, 15Х2МФА, 15Х2МФА мод.А, 18Х2МФА в любых сочетаниях	Н-3, Н-3АА	Св-10ХМФТУ, Св-10ХМФТУ-А	АН-42М	Св-08ХГСМА	-	-	Для заварки корневой части шва допускается применять проволоку Св-08А, Св-08АА под флюсом АН-42М, 48АФ-71 или Св-08Г2С в аргоне или в смеси газов
		Св-15ХГМТА	48АФ-71				
12Х2МФА-А, 15Х2МФА-А, 15Х2МФА-А мод.А, 15Х2МФА-А мод.Б, 18Х2МФА-А в любых сочетаниях	Н-6А, Н-3АА	Св-10ХМФТУ-А	АН-42М	-	-	-	
		Св-15ХГМТА	48АФ-71				
15Х2НМФА с 15Х2НМФА и с 15Х2НМФА-А	РТ-45А, РТ-45АА, РТ-45Б	Св-12Х2Н2МА, Св-12Х2Н2МАО, Св-12Х2Н2МАО-ВД, Св-12Х2Н2МАО-ВИ	ФЦ-16, ФЦ-16А	Св-12Х2Н2МА, Св-12Х2Н2МАО, Св-12Х2Н2МАО-ВД, Св-12Х2Н2МАО-ВИ	Св-16Х2НМФТА	ОФ-6, ФЦ-21	Для заварки корневой части шва допускается применять электроды марки УОНИИ-13/45АА или проволоку Св-08А, Св-08АА под флюсами АН-42М, ФЦ-16А
		Св-09ХГНМТА, Св-09ХГНМТАА-ВИ	НФ-18М, ФЦ-16, ФЦ-16А	Св-09ХГНМТА, Св-09ХГНМТАА-ВИ	-	-	
15Х2НМФА кл. 1 с 15Х2НМФА кл. 1, 15Х2НМФА-А и 15Х2НМФА	РТ-45АА, РТ-45Б	Св-12Х2Н2МАО, Св-12Х2Н2МАО-ВИ	ФЦ-16А	Св-12Х2Н2МАО, Св-12Х2Н2МАО-ВИ, Св-09ХГНМТАА-ВИ	-	-	
		Св-09ХГНМТАА-ВИ	НФ-18М				
15Х2НМФА-А с 15Х2НМФА-А и с 15Х2НМФА кл. 1	РТ-45АА, РТ-45Б	Св-12Х2Н2МАО, Св-12Х2Н2МАО-ВД, Св-12Х2Н2МАО-ВИ, Св-09ХГНМТАА-ВИ	ФЦ-16А	Св-12Х2Н2МАО, Св-12Х2Н2МАО-ВД, Св-12Х2Н2МАО-ВИ, Св-09ХГНМТАА-ВИ	-	-	-
15Х2НМФА кл. 1 с 15Х2НМФА кл. 1 и с 15Х2НМФА							
15Х3НМФА с 15Х3НМФА 15Х3НМФА-А	РТ-45Б, Н-23	Св-09ХГНМТА, Св-09ХГНМТАА-ВИ	НФ-18М, ФЦ-16А	Св-08ГСМА, Св-08ГСМТА	-	-	-

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов						Примечание
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	Для электрошлаковой сварки		
		проволока	флюс		проволока	флюс	
15X3НМФА, 15X2НМ1ФА, 15X2НМ1ФА-А между собой и с 15X3НМФА	Н-23, РТ-45Б	Св-09ХГНМТА, Св-09ХГНМТАА-ВИ	НФ-18М, ФЦ-16А	-	-	-	-
15X3НМФА-А, 15X2НМ1ФА-А в любых сочетаниях	РТ-45Б, Н-23	Св-09ХГНМТА, Св-09ХГНМТАА-ВИ	НФ-18М	-	-	-	-
10ГН2МФА или 10ГН2МФА-А с 10ГН2МФА, 10ГН2МФА-А, 15X2НМФА, 15X2НМФА-А	ПТ-30, ЦЛ-59	Св-10ГНМА, Св-10ГН1МА, Св-10ГН1МА-ВИ	ФЦ-16, ФЦ-16А	Св-10Г1СН1МА, Св-10ГН1МА, Св-10ГН1МА-ВИ	Св-10ГН2МФА	ОФ-6, ФЦ-21	1. Для ручной АрДС допускается применять проволоку с содержанием $Si \geq 0,22\%$ . 2. Для заварки корневой части шва допускается применять электроды марки УОНИИ-13/45А или проволоку Св-08ГС или Св-08Г2С в среде защитных газов.
10ГН2МФА с 10ГН2МФА и с 15X2НМФА, 15X2НМФА-А	ПТ-30, ЦЛ-59	Св-10ГНМА, Св-10ГН1МА	ФЦ-16, ФЦ-16А	Св-10ГНМА, Св-10ГН1МА	Св-10ГН2МФА	ОФ-6, ФЦ-21	1. Для АрДС допускается применять проволоку при содержании $Si \geq 0,22\%$ . 2. Для заварки корневой части шва допускается применять электроды марки УОНИИ-13/45А или проволоку Св-08ГС, Св-08Г2С в среде защитных газов.

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов					Примечание	
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	Для электрошлаковой сварки		
		проволока	флюс		проволока		флюс
10ГН2МФА или 10ГН2МФА-А с 15Х2МФА, 15Х2МФА-А, 15Х2МФА-А мод. А	ПТ-30, ЦЛ-59	Св-10ГНМА, Св-10ГН1МА, Св-10ГН1МА-ВИ	ФЦ-16, ФЦ-16А	Св-10ГНМА, Св-10ГН1МА, Св-10ГН1МА-ВИ	-	-	-
10ГН2МФА или 10ГН2МФА-А с 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А	ПТ-30, ЦЛ-59	Св-10ГНМА, Св-10ГН1МА	ФЦ-16, ФЦ-16А	Св-10ГНМА, Св-10ГН1МА	-	-	-
10ГН2МФА, 10ГН2МФА-А 15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А, 15Х2НМФА класс 1 между собой и с детальями из других сталей перлитного класса	ЦТ-36, ЦТ-48, ЦТ-48У	-	-	Св-08Н60Г8М7Т, Св-06Х15Н60М15, Св-03Х19Н60М15	-	-	Без термической обработки
10Х9МФБ с 10Х9МФБ	ЦЛ-57	Св-10Х9НМФА, Св-10Х9НМФА-ВИ	ФЦ-16А	Св-10Х9НМФА, Св-10Х9НМФА-ВИ	-	-	-
16Х12МВСФБР-Ш с 16Х12МВСФБР-Ш	ЦЛ-57С	Св-10Х9СНМФ, Св-10Х9СНМФ-ВИ	ФЦ-16А	Св-10Х9СНМФ, Св-10Х9СНМФ-ВИ	-	-	-

3. Сведения о материалах, применяемых для выполнения сварных соединений деталей из высокохромистых сталей с деталями из высокохромистых сталей и сталей перлитного класса (кроме сварных соединений I<sub>н</sub> и II<sub>н</sub> категорий) приведены в таблице № 2.2.

Таблица № 2.2

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов				Примечание
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	
		Проволока	флюс		
08X13 с 08X13 и с 06X12НЗД (06X12НЗДЛ)	ЦЛ-51	Св-06X14, Св-01X12Н2-ВИ	АН-22, ОФ-6	Св-06X14, Св-01X12Н2-ВИ, Св-01X12Н2МТ-ВИ	-
06X12НЗД (06X12НЗДЛ) с 06X12НЗД (06X12НЗДЛ) и с 10ГН2МФА	ЦЛ-51	Св-01X12Н2-ВИ*, Св-01X12Н2У-ВИ	ОФ-6, ФЦ-19, ФЦК-19	Св-01X12Н2-ВИ, Св-01X12Н2У-ВИ	* - С предварительной наплавкой кромок деталей из сталей марок 10ГН2МФА электродами марки ЦЛ-51
08X14МФ с 08X14МФ	ЦЛ-51, ЦТ-45	Св-01X12Н2-ВИ	ОФ-6, ФЦ-19	Св-01X12Н2-ВИ, Св-03X20Н45Г6М6Б-ВИ	-
08X14МФ со сталями 20 и 22К	ЦТ-45, ЦЛ-51	Св-01X12Н2-ВИ**	ОФ-6	Св-01X12Н2-ВИ, Св-03X20Н45Г6М6Б-ВИ	** - С предварительной наплавкой кромок деталей из сталей марок 20, 22К электродами марки ЦЛ-51
08X14МФ с 09Г2СА-А	-	-	-	Св-03X20Н45Г6М6Б-ВИ	-
05X12Н2М с 05X12Н2М	-	-	-	Св-01X12Н2МТ-ВИ	-
07X12НМФБ с 07X12НМФБ	ЭМ-99	Св-10X12НМФТ	ФЦ-19	Св-10X12НМФТ	-
07X16Н4Б с 07X16Н4Б	-	Св-09X16Н4Б, Св-07X16Н4Б	ОФ-6	Св-09X16Н4Б, Св-07X16Н4Б	-

4. Сведения о материалах, применяемых для выполнения сварных соединений деталей из сталей аустенитного класса (кроме сварных соединений I<sub>н</sub> и II<sub>н</sub> категорий) приведены в таблице № 2.3.

Таблица № 2.3

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов					
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	Для электрошлаковой сварки	
		проволока	флюс		проволока	флюс
12X18H9T, 12X18H9TЛ, 06X18H10T, 08X18H10T, 12X18H10T, 08X18H12T, 12X18H12T, 10X17H13M2T в любом сочетании	ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т ЦТ-15К, ЦТ-26 ЦТ-26М, ЭА-898/21Б, ЭА-902/14	Св-04X19H11M3	ОФ-6, ОФ-40, ФЦ-17, СФМ-301	Св-04X19H11M3, Св-08X18H9Ф2С2, Св-08X19H10Г2Б, Св-04X20H10Г2Б	Св-04X19H11M3	ОФ-6
		Св-08X19H10M3Б	ОФ-6		Св-06X19H9Т	ОФ-6
		Св-08X19H10Г2Б, Св-04X20H10Г2Б	ОФ-6, ОФ-40		08X18H10Т (пластина)	ОФ-6
08X18H10T, 12X18H10T с 08X18H10T, 12X18H10T	-	Св-04X19H11M3	ФЦК-17	Св-04X19H11M3	-	-
08X18H10T, 12X18H10T с ХН35ВТ	ЭА-855/51, ЭА-32/53	-	-	Св-03X15H35Г7М6Б, Св-03X20H65Г7М4Б3В	-	-
03X21H32M3Б с 03X21H32M3Б и с 12X18H9T, 08X18H10T, 12X18H10T, 08X18H12T, 10X17H13M3Т	ЭА-855/51, ЭА-32/53	Св-03X15H35Г7М6Б, Св-03X20H65Г7М4Б3В	ОФ-6, ОФ-40	Св-03X15H35Г7М6Б, Св-03X20H65Г7М4Б3В	-	-
03X22H5AM3 с 03X22H5AM3	ЭА 127/56	-	-	Св-02X22H9AM3-ВИ	-	-
03X25H7AM4 с 03X25H7AM4	ЭА 127/57	-	-	Св-02X25H10AM4	-	-

Примечание.

1. При дуговой сварке под флюсом деталей из стали марки 08X18H10T с применением проволоки марки Св-04X19H11M3, предназначенных для работы при температуре не выше 200 °С, допускается применение флюса марки АН-26 или АН-26С.

2. Предельная температура применения сварных соединений стали марок 03X22H5AM3 и 03X25H7AM4 250 °С.

5. В таблице № 2.4 приведены сведения о материалах, применяемых для выполнения сварных соединений деталей из сталей аустенитного класса с деталями из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей (кроме сварных соединений In и Pn категорий).

Таблица № 2.4

Характеристика свариваемых деталей		Марки сварочных материалов для предварительной наплавки кромок деталей из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей				Марки сварочных материалов для выполнения сварного шва				
Марка материала	Номинальная толщина деталей в месте сварки, мм	Покрытые электроды для ручной дуговой наплавки	Для автоматической наплавки под флюсом		Сварочная проволока для аргонодуговой наплавки	Покрытые электроды для ручной дуговой сварки	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для аргонодуговой сварки	
			лента или проволока	флюс			проволока	флюс		
Стали аустенитного класса с углеродистыми или кремнемарганцовистыми сталями	До 10 включительно	-	-	-	-	ЭА-395/9, ЦТ-10	-	-	Св-10X16H25AM6	
	До 36 включительно	-	-	-	-	ЗИО-8, ЦЛ-25/1, ЦЛ-25/2	-	-	Св-07X25H13	
	Независимо от толщины	<b>Однородное покрытие (однослойное или многослойное)</b>					ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЦТ-26, ЦТ-26М	-	-	Св-04X19H11M3
		ЭА-395/9, ЦТ-10	Св-10X16H25AM6	ОФ-10, ОФ-40	Св-10X16H25AM6					
		ЭА-855/51	Св-03X15H35Г7М6Б	ОФ-6	Св-03X15H35Г7М6Б	ЭА-855/51	Св-03X15H35Г7М6Б	ОФ-6	Св-03X15H35Г7М6Б	
		<b>Двойное покрытие</b>					ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЦТ-26, ЦТ-26М-	Св-04X19H11M3-	ОФ-6, ОФ-40, ФЦ-17, ФЦК-17, СФМ-301	Св-04X19H11M3
		<b>первый слой</b>								
		ЭА-395/9, ЦТ-10	Св-10X16H25AM6	ОФ-10, ОФ-40	Св-10X16H25AM6					
		<b>второй и последующие слои</b>								
		ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЦТ-26, ЦТ-26М	Св-04X19H11M3 (лента)	ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-18	Св-04X19H11M3					
Св-04X19H11M3 (проволока)	ОФ-6, ОФ-40, ФЦ-17, ФЦК-17, СФМ-301									

Характеристика свариваемых деталей		Марки сварочных материалов для предварительной наплавки кромок деталей из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей				Марки сварочных материалов для выполнения сварного шва				
Марка материала	Номинальная толщина деталей в месте сварки, мм	Покрытые электроды для ручной дуговой наплавки	Для автоматической наплавки под флюсом		Сварочная проволока для аргонодуговой наплавки	Покрытые электроды для ручной дуговой сварки	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для аргонодуговой сварки	
			лента или проволока	флюс			проволока	флюс		
Стали аустенитного класса с легированными или высокохромистыми сталями	До 6 включительно	-	-	-	-	ЭА-395/9, ЦТ-10	-	-	Св-10X16H25AM6	
		-	-	-	-	ЗИО-8, ЦЛ-25/1, ЦЛ-25/2	-	-	Св-07X25H13	
		-	-	-	-	ЭА-855/51, ЭК-32	-	-	Св-03X15H35Г7М6Б, Св-03X20H65Г7М4Б3В	
	Независимо от толщины*	<b>Двойное покрытие</b>				ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЦТ-26, ЦТ-26М	Св-04X19H11M3	ОФ-6, ОФ-40, ФЦ-17, ФЦК-17, СФМ-301	Св-04X19H11M3	Св-04X19H11M3
		<b>первый слой</b>								
		ЭА-395/9, ЦТ-10	Св-10X16H25AM6	ОФ-10, ОФ-40	Св-10X16H25AM6					
		<b>второй и последующие слои</b>								
		ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЦТ-26, ЦТ-26М	Св-04X19H11M3 (лента)	ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-18	Св-04X19H11M3					
			Св-04X19H11M3 (проволока)	ОФ-6, ОФ-40, ФЦ-17, ФЦК-17, СФМ-301						
	<b>Однородное покрытие (однослойное или многослойное)</b>				ЭА-855/51, ЭА-32/53	Св-03X15H35Г7М6Б, Св-03X20H65Г7М4Б3В	ОФ-6	Св-03X15H35Г7М6Б, Св-03X20H65Г7М4Б3В	Св-03X15H35Г7М6Б, Св-03X20H65Г7М4Б3В	
ЭА-855/51, ЭА-32/53	Св-03X15H35Г7М6Б, Св-03X20H65Г7М4Б3В	ОФ-6	Св-03X15H35Г7М6Б, Св-03X20H65Г7М4Б3В							
07X16H4Б с 08X18H10Т 12X18H10Т	Независимо от толщины	ЭА-898/21Б	Св-04X20H10Г2Б, Св-04X20H10Г2БА (лента)	ОФ-10, ОФ-40	Св-04X20H10Г2Б	ЭА-898/21Б	Св-04X20H10Г2Б	ОФ-40, ОФ-6	Св-04X20H10Г2Б	
			Св-04X20H10Г2Б (проволока)	ОФ-6, ОФ-40						

Примечания:

1. Термическая обработка разнородных сварных соединений не допускается.
2. При выполнении угловых и тавровых разнородных сварных соединений необходимость выполнения предварительной наплавки кромок деталей из перлитных или высокохромистых сталей определяется по расчетной высоте углового шва и указывается в конструкторской и технологической документации.
3. При выполнении угловых и тавровых сварных соединений с расчетной высотой углового шва до 10,0 мм включительно при приварке деталей из сталей аустенитного класса к деталям из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей любой толщины и до 6,0 мм включительно при приварке деталей из сталей аустенитного класса к деталям из легированных и высокохромистых сталей любой толщины необходимость выполнения предварительной наплавки кромок определяется требованиями конструкторской и технологической документации.
4. При комбинированных способах сварки должны применяться сварочные материалы, приведенные в одной строке таблицы (отделенные горизонтальными линиями).

6. Сведения о материалах, применяемых для наплавки антикоррозионного покрытия, приведены в таблице № 2.5.

Таблица № 2.5

Характеристика наплавляемого покрытия		Наплавляемые слои	Марки сварочных (наплавочных) материалов			Примечание	
			Для автоматической наплавки под флюсом		Покрытые электроды для ручной дуговой наплавки		Проволока для аргонодуговой наплавки
по виду	по числу наплавляемых слоев		лента или проволока	флюс			
Однородное	Однослойное	-	Св-03Х22Н11Г2Б (лента), Св-03Х24Н13Г2Б, Св-02Х24Н13Г2Б (лента)	ФЦ-18	-	-	-
			Св-02Х21Н11Г2Б	ФЦК-18	-	-	-
			Св-03Х15Н35Г7М6Б, Св-03Х20Н65Г7М4Б3В	ОФ-6, ОФ-40	ЭА-855/51, ЭА-32/53	Св-03Х15Н35Г7М6Б, Св-03Х20Н65Г7М4Б3В	-
	Многослойное	Все	Св-07Х25Н13, Св-07Х25Н13А, Св-02Х23Н15 (лента)	ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-18	ЗИО-8, ЭА-23/15 или ЦЛ-25/1 (первый слой), ЦЛ-25/2 (второй слой и последующие)	Св-07Х25Н13, Св-02Х23Н15	В случае проведения термической обработки коррозионная стойкость наплавленного антикоррозионного покрытия с верхним слоем, выполненным лентой марки Св-07Х25Н13, Св-07Х25Н13А, проволокой марки Св-07Х25Н13, Св-02Х23Н15, а также электродами ЗИО-8, ЦЛ-25/1, ЦЛ-25/2, ЭА-23/15 не обеспечивается
			Св-07Х25Н13, Св-02Х23Н15 (проволока)	ОФ-6, ФЦ-17			
		Все	Св-03Х15Н35Г7М6Б, Св-03Х20Н65Г7М4Б3В (проволока)	ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-17			

Характеристика наплавляемого покрытия		Наплавляемые слои	Марки сварочных (наплавочных) материалов				Примечание
			Для автоматической наплавки под флюсом		Покрытые электроды для ручной дуговой наплавки	Проволока для аргонодуговой наплавки	
по виду	по числу наплавляемых слоев		лента или проволока	флюс			
Двойное	Двухслойное	Первый	Св-07Х25Н13, Св-07Х25Н13А, Св-02Х23Н15 (лента)	ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-18	ЦЛ-25/1, ЗИО-8, ЭА-23/15	Св-07Х25Н13, Св-02Х23Н15	-
			Св-07Х25Н13, Св-02Х23Н15 (проволока)	ОФ-6, ФЦ-17			
		Второй	Св-04Х20Н10Г2Б, Св-04Х20Н10Г2БА, Св-02Х18Н10Б (лента)	ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-18	ЭА-898/21Б, ЦТ-15К, ЭА-18/10	Св-04Х20Н10Г2Б, Св-02Х18Н10Б	
			Св-04Х20Н10Г2Б, Св-02Х18Н10Б (проволока)	ОФ-6, ОФ-40, ФЦ-17			
Двойное	Многослойное	Первый	Св-07Х25Н13, Св-07Х25Н13А, Св-02Х23Н15 (лента)	ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-18	ЦЛ-25/1, ЗИО-8, ЭА-23/15	Св-07Х25Н13, Св-02Х23Н15	-
			Св-07Х25Н13, Св-02Х23Н15 (проволока)	ОФ-6, ОФ-40, ФЦ-17			
		Второй и последующие	Св-04Х20Н10Г2Б, Св-04Х20Н10Г2БА, Св-08Х19Н10Г2Б, Св-08Х19Н10Г2БА, Св-02Х18Н10Б (лента)	ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-18	ЭА-898/21Б, ЦТ-15К, ЭА-18/10	Св-04Х20Н10Г2Б, Св-08Х19Н10Г2Б, Св-02Х18Н10Б	
			Св-04Х20Н10Г2Б, Св-08Х19Н10Г2Б, Св-02Х18Н10Б (проволока)	ОФ-6, ОФ-40, ФЦ-17			

Примечание. Электрошлаковая наплавка лентой марки Св-02Х21Н11Г2Б применяется для стали марок 22К и 10ГН2МФА; для стали марки 15Х2НМФА класс 1 (15Х2НМФА-А) – для оборудования, не работающего в условиях нейтронного облучения при флюенсе электронов  $F \geq 10^{22}$  нейтр/м<sup>2</sup> ( $E \geq 0,5$  МэВ).

7. Сведения о материалах, применяемых для выполнения сварных соединений In и Pn категорий деталей из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей приведены в таблице № 2.6.

Таблица № 2.6

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов				Предельная температура применения сварных соединений, °С	
	Покрытые электроды для ручной дуговой сварки	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для аргонодуговой сварки (в том числе в смеси защитных газов)		
		проволока	флюс			
12X1MФ, 15X1M1Ф в любом сочетании	Н-6, Н-6А	Св-08ХМФА, Св-08ХМФА-А	КФ-16	КФ-16А	Св-08ХМФА, Св-08ХМФА-А	550
05X12Н2М с 05X12Н2М	ЭМ-959/52	Св-01X12Н2МТ-ВИ	КФ-28		Св-01X12Н2МТ-ВИ	550
10X2М с 10X2М	Н-10, Н-10АА	Св-04X2МА, Св-04X2МАО-ВИ	КФ-16,	КФ-16А	Св-04X2МА, Св-04X2МАО-ВИ	510

8. Сведения о материалах, применяемых для выполнения сварных соединений In и Pn категорий деталей из сталей аустенитного класса, приведены в таблице № 2.7.

Таблица № 2.7

Марки сталей свариваемых деталей	Марки применяемых сварочных материалов						Предельная температура применения сварных соединений, °С
	Покрытые электроды для РДС	Для автоматической сварки под флюсом		Сварочная проволока для АрДС	Для электрошлаковой сварки		
		проволока	флюс		проволока	флюс	
08X18Н9, 08X18Н10, 08X18Н10Т, 12X18Н10Т в любом сочетании	А-1, А-1Т, А-2, А-2Т	Св-04X17Н10М2, Св-02X17Н10М2-ВИ	ОФ-6, ОФ-40	Св-04X17Н10М2, Св-02X17Н10М2-ВИ	-	-	600
10X18Н9, 12X18Н9, 08X16Н11М3 в любом сочетании	А-1, А-1Т	Св-04X17Н10М2	ОФ-6, ОФ-40	Св-04X17Н10М2	-	-	600 (450 для сварки деталей из стали марки 12X18Н9)
03X16Н9М2 с 03X16Н9М2	ЦТ-26, ЦТ-26М	Св-03X16Н9М2	ОФ-6, ФЦ-17	Св-03X16Н9М2	Св-03X16Н9М2	ФЦ-17	600
08X16Н11М3 с 08X16Н11М3	А-1, А-1Т	Св-04X17Н10М2-	ОФ-6, ОФ-40	Св-04X17Н10М2	Св-04X17Н10М2	ОФ-6	600
09X18Н9, 08X18Н10 в любом сочетании	-	-	-	-	Св-04X19Н11М3, 12X18Н9 (пластина)	ОФ-6	600

9. Сведения о материалах, применяемых для выполнения сварных соединений In и Pn категорий деталей из сталей аустенитного класса с деталями из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей приведены в таблице № 2.8

Таблица № 2.8

Характеристика свариваемых деталей		Марки сварочных материалов для предварительной наплавки кромок деталей из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей		Марки сварочных материалов для выполнения сварного шва	
Марка материала	Номинальная толщина деталей в месте сварки, мм	Покрытые электроды для ручной дуговой наплавки	Сварочная проволока для аргонодуговой наплавки	Покрытые электроды для ручной дуговой сварки	Сварочная проволока для аргонодуговой сварки
08X16H11M3, 08X18H10, 08X18H10T с Ст3сп5, 10, 15, 20, 22К в любом сочетании	До 10,0 включительно	-	-	ЭА-395/9	Св-10X16H25AM6
	Более 10,0	ЭА-395/9	Св-10X16H25AM6	ЭА-400/10У*, ЭА-400/10Т*, КТИ-7	Св-04X19H11M3*, Св-30X15H35B3Б3Т
08X16H11M3, 09X18H9, 08X18H10, 08X18H10T с 12MX, 12XM, 15XM, 10X2M, 12X1MФ, 15X1M1Ф, 08X13	До 6,0 включительно	-	-	ЭА-395/9	Св-10X16H25AM6
	Более 6,0	Первый слой		А-1, А-1Т, А-2, А-2Т, ЭА-400/10У*, ЭА-400/10Т*	Св-04X17H10M2, Св-02X17H10M2-ВИ, Св-04X19H11M3*
		КТИ-7, ЭА-395/9	Св-30X15H35B3Б3Т, Св-10X16H25AM6		
		Второй и последующие слои			
А-1, А-1Т, А-2, А-2Т, ЭА-400/10У*, ЭА-400/10Т*	Св-04X17H10M2, Св-02X17H10M2-ВИ, Св-04X19H11M3*				
08X16H11M3, 09X18H9, 08X18H10 с 12X1MФ, 15X1M1Ф, 10X2M	До 6,0 включительно	-	-	ЭА-395/9, КТИ-7	Св-10X16H25AM6, Св-30X15H35B3Б3Т
	Более 6,0	Первый слой		А-1, А-1Т	Св-04X17H10M2, Св-02X17H10M2-ВИ
		ЭА-395/9	Св-10X16H25AM6, Св-30X15H35B3Б3Т		
		Второй и последующие слои			
		А-1, А-1Т, А-2, А-2Т	Св-04X17H10M2, Св-02X17H10M2-ВИ		
ЭА-400/10У*, ЭА-400/10Т*	Св-04X19H11M3*	ЭА-400/10У*, ЭА-400/10Т*	Св-04X19H11M3*		

Характеристика свариваемых деталей		Марки сварочных материалов для предварительной наплавки кромок деталей из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей		Марки сварочных материалов для выполнения сварного шва	
Марка материала	Номинальная толщина деталей в месте сварки, мм	Покрытые электроды для ручной дуговой наплавки	Сварочная проволока для аргонодуговой наплавки	Покрытые электроды для ручной дуговой сварки	Сварочная проволока для аргонодуговой сварки
08X18H10T с 08X14MФ	Независимо от толщины	-	-	ЦТ-45	Св-03X20H45Г6М6Б-ВИ
07X12HMФБ с 08X16H11M3, 10X18H9	Независимо от толщины	Первый слой		А-1, А-1Т	Св-04X17H10M2
		ЭА-395/9	Св-10X16H25AM6		
		Второй слой			
		А-1, А-1Т	Св-04X17H10M2		
07X12HMФБ с 12X1MФ, 15X1M1Ф	Независимо от толщины	Н-6А	Св-08ХМФА-А	Н-6А	Св-08ХМФА-А
07X12HMФБ с 15ГС, 16ГС, 09Г2С	Независимо от толщины	Первый слой		УОНИИ-13/55	Св-08АА
		Н-6А	Св-08ХМФА-А		
		Второй слой			
		УОНИИ-13/55	Св-08АА		
Примечания: 1. Звездочкой * отмечены материалы с предельной температурой применения сварных соединений не выше 450 °С. 2. Предельная температура применения сварных соединений с материалами, не помеченными звездочкой, устанавливается не выше наименьшей предельной температуры применения для сталей, входящих в конкретное разнородное сварное соединение. 3. Предварительная наплавка кромок выполняется на детали из стали 07X12HMФБ.					

10. Сварочные материалы для аргонодуговой сварки, приведенные в таблицах № 2.1, 2.2, 2.5, 2.6, применимы и для сварки в смеси защитных газов.

11. Сведения о материалах, применяемых для выполнения наплавки уплотнительных и направляющих поверхностей приведены в таблице № 2.9.

Таблица № 2.9

Тип	Наплавочные материалы	
	Вид	Марка
190K62X29B5C2	Прутки	Пр ВЗК
		ВЗК
Э-190K62X29B5C2	Электроды	ЦН-2
KX30B5HC	Порошок	ВЗК
		АН-34
		АН-35
08X17H8C6Г	Порошковая проволока	ПП-АН133
	Порошковая лента	ПЛ-АН150
	Порошок	ПР-08X17H8C6Г
Э-08X17H8C6Г	Электроды	ЦН-6Л
13X16H8M5C5Г4Б	Порошковая проволока	ПП-АН157М
	Порошковая лента	ПЛ-АН151
	Порошок	Пр-10X18H9M5C5Г4Б
Э-13X16H8M5C5Г4Б	Электроды	ЦН-12М
		ЦН-12М/К2
XH80C2P2	Порошок	ПГ-CP2M
XH80C3P3		ПР-НХ15CP2
Э-09X31H8AM		ПР-НХ16CP3
20X27H6AM2	Электроды	УОНИ 13/Н1-БК
Э-20X27H6AM2	Проволока	Св-20X27H6M3AGB
Э-09X16H9C5Г2M2ФТ	Электроды	ЭА-38/52
		ЦН-24
		ВПН-1
15X17H10C6Г	Лента	15X18H12C4ТЮ
	Флюс	ПКНЛ-128
		ФЦК-28
		ПКНЛ-128
	Проволока	Св-15X18H12C4ТЮ
		Св-15X18H12C4ТЮУ
		Св-04X19H9C2
10X14H8C5M2Г	Электроды	Св-04X19H9C2У
10X18H11C5M2ТЮ	Флюс	ПКНЛ-17
	Проволока	Св-10X18H11C5M2ТЮ
Проволока (прутки)		
Св-13X14H9C4Ф3Г	Проволока	Св-13X14H9C4Ф3Г
	Флюс	АН-26С
		ОФ-6
		ФЦ-17
		ТКЗ-НЖ
13X14H9C4Ф3Г	Проволока (прутки)	Св-13X14H9C4Ф3Г
H77X15C3P2	Порошок	ПР-Н77X15C3P2,
H77X15C3P3		ПР-Н73X16C3P3

12. В таблице № 2.10 приведены сведения о материалах, применяемых для выполнения сварных соединений оборудования и трубопроводов из титана и его сплавов при аргодуговой сварке. Применение материалов, приведенных в таблице № 2.10, не зависит от номинальной толщины деталей в месте сварки.

Таблица № 2.10

Марки сплавов свариваемых деталей	Марка сварочной проволоки
BT1-00, BT1-0, ПТ-1М, ПТ-7М, ПТ-3В, 3М, 5В, 5ВЛ с BT1-00, BT1-0, ПТ-1М	BT1-00свС, BT1-00св
ПТ-7М, ПТ-3В, 3М, 5В, 5ВЛ с ПТ-7М	ПТ-7Мсв
ПТ-3В, 3М, 5В, 5ВЛ с ПТ-3В, 3М, ТЛЗ, ТЛ5; ТЛЗ, ТЛ5, 19 с ПТ-3В, 3М, ТЛЗ, ТЛ5*	2В — для сварки неоксидируемых деталей; ПТ-7Мсв, — для сварки оксидируемых деталей
5В, 5ВЛ с 5В; 5ВЛ, 19; 19 с 5В; 5ВЛ, 19*	BT6св; 2В — только для неоксидируемых деталей
ТЛЗ, ТЛ5, 19 с BT1-00, BT1-0, ПТ-1М*	BT1-00свС, BT1-00св
ТЛЗ, ТЛ5, 19 с ПТ-7М*	ПТ-7Мсв
* - для выполнения сварных соединений арматуры.	

13. Сведения о сварочной проволоке, применяемой для выполнения сварных соединений при дуговой сварке алюминиевых сплавов в защитных газах приведены в таблице № 2.11.

Таблица № 2.11

Марка свариваемого сплава	Марка проволоки для сварки со сплавами		
	АДОО, АДО, АД1, АД	АМг2, АМг3	АВ, САВ1
АДОО, АДО, АД1, АД	СвА5, СвА85Т	СвАМг3	СвАК5
АВ, САВ1	СвАК5	СвАМг3, СвАМг5	СвАК5
АМг2, АМг3	СвАМг3	СвАМг3, СвАМг5	СвАМг3, СвАМг5

14. Предельная температура применения сварных соединений, выполненных из приведенных в таблицах № 2.1 – 2.5, 2.10, 2.11 материалов, определяется по основному материалу.

Предельная температура применения материалов для сварных соединений Iн и IIн категорий приведена в таблицах № 2.6 – 2.7.

15. При сварке неплавящимся электродом применяют прутки из вольфрама марки ЭВЧ, ЭВЛ, ЭВИ-1, ЭВИ-2, ЭВИ-3, ЭВТ-15, ВЛ и СВИ-1.

16. В качестве защитных газов для аргонодуговой сварки сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов должны применяться смесь аргона с двуокисью углерода от 2,0 до 5,0%, аргона с кислородом от 0,5 до 3,0%.

В качестве защитных газов для аргонодуговой сварки сталей перлитного класса применяют смесь аргона с гелием в любых пропорциях, смесь аргона с двуокисью углерода до 25%, смесь аргона с кислородом до 5%. При выполнении сварных соединений титановых сплавов I категории должен использоваться аргон высшего сорта.

---

## ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

к федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Требования к аттестационным испытаниям, обосновывающим применение нового сварочного (наплавочного) материала**

1. При обосновании применения сварочного (наплавочного) материала должны быть проведены испытания наплавленного металла (под наплавленным металлом понимается металл шва или металл наплавки) и зоны его сплавления с основным металлом, для сварки (наплавки) которого предназначен данный сварочный (наплавочный) материал.

Возможность выполнения сварных соединений и наплавки с использованием сварочного (наплавочного) материала должна быть подтверждена на сварных или наплавленных пробах (в дальнейшем – пробы), изготовленных в соответствии с настоящими Правилами.

2. По результатам испытаний должен быть подготовлен отчет, содержащий:

а) для наплавленного металла:

- 1) марку (сочетание марок) сварочных (наплавочных) материалов;
- 2) документы по стандартизации на сварочные (наплавочные) материалы;
- 3) способ сварки (наплавки);
- 4) сочетание сварочных (наплавочных) и основных материалов (по их маркам);
- 5) химический состав наплавленного металла с указанием (при необходимости) твердости и требований по фазовому составу;

- б) необходимость предварительного и сопутствующего подогрева (с указанием его температуры) и необходимость «термического отдыха» после сварки;
  - 7) необходимость, вид и режимы термической обработки сварных соединений и наплавленных изделий;
  - 8) значение предельной температуры  $T_{\max}$  и минимальной температуры, до которых допускается использовать материал в сварных соединениях и наплавленных изделиях;
  - 9) сведения о рабочих средах, в которых допускается использовать материал в сварных соединениях и наплавленных изделиях;
  - 10) значения флюенса нейтронов и температуры облучения, до которых обосновано применение материала в сварных соединениях и наплавленных изделиях;
  - 11) сертификатные данные на сварочные (наплавочные) материалы, использованные для изготовления проб и проведения испытаний, номера плавов, партий;
  - 12) схему вырезки образцов из проб сварных соединений и наплавов;
- б) для основного металла:
- 1) марку (марки) основного металла;
  - 2) вид и способ получения полуфабрикатов основного металла;
  - 3) требования по термической обработке полуфабрикатов основного металла;
  - 4) документы по стандартизации на основной металл;
  - 5) сертификатные данные на полуфабрикаты, использованные для изготовления проб и проведения испытаний, номера плавов, поковок (проката);
- в) значения условного предела текучести, временного сопротивления, относительного удлинения, относительного сужения и истинного напряжения при разрыве;

г) значения модуля Юнга, коэффициента Пуассона, коэффициента линейного расширения, коэффициента теплопроводности, плотности материала и удельной теплоемкости;

д) характеристики сопротивления хрупкому разрушению;

е) характеристики циклической прочности;

ж) характеристики длительной пластичности, ползучести и длительной прочности;

з) характеристики коррозионной стойкости.

3. Полуфабрикаты основного металла и сварочные (наплавочные) материалы, используемые для определения характеристик, указанных в пункте 2 настоящего приложения, должны быть изготовлены в промышленных условиях. Все характеристики должны быть определены на пробах:

а) без термической обработки, если таковая не предусмотрена для сварных соединений и наплавленных изделий;

б) после предусмотренной для сварных соединений и наплавленных изделий термической обработки при минимальных и максимальных значениях параметров отпусков.

4. Для наплавленного металла указанные в подпункте «в» пункта 2 настоящего приложения характеристики должны быть определены в пределах от минимальной температуры до  $T_{\max}$  через каждые 50 °С, а также при  $(T_{\max} + 50)$  °С.

Для сварных соединений должны быть определены значения временного сопротивления при 20 °С,  $T_{\max}$  и  $(T_{\max} + 50)$  °С. Для сварных соединений и наплавленных изделий должен быть определен угол изгиба при 20 °С.

5. Для наплавленного металла должны быть представлены данные по изменению характеристик, указанных в подпункте «в» пункта 2 настоящего приложения, до максимально допускаемого флюенса нейтронов. Указанные данные должны быть определены в интервале температур от 20 °С до температуры облучения через каждые 50 °С. Значение максимально

допускаемого флюенса нейтронов устанавливается разработчиком проекта реакторной установки.

6. Для наплавленного металла должны быть представлены количественные данные, характеризующие изменение во времени (в течение назначенного срока службы) указанных в подпункте «в» пункта 2 настоящего приложения характеристик после термического старения. Указанные данные должны быть определены при минимальной температуре и  $(T_{\max} + 50)$  °С.

7. Для наплавленного металла указанные в подпункте «г» пункта 2 настоящего приложения характеристики должны быть определены в пределах от минимальной температуры до  $T_{\max}$  через каждые 100 °С, а также при температуре  $(T_{\max} + 50)$  °С.

8. Для наплавленного металла и зоны сплавления по подпункту «д» пункта 2 настоящего приложения должны быть определены:

а)  $T_{k0}$  – критическая температура хрупкости в исходном состоянии после сварки (наплавки) или после термической обработки, если она предусмотрена;

б) температурная зависимость вязкости разрушения в исходном состоянии после сварки (наплавки) или после термической обработки, если она предусмотрена;

в) сдвиг критической температуры хрупкости и (или) изменение температурной зависимости вязкости разрушения вследствие термического старения при температуре  $T_{\max}$  ;

г) сдвиг критической температуры хрупкости и (или) изменение температурной зависимости вязкости разрушения вследствие влияния облучения до максимального допускаемого флюенса нейтронов;

9. Представление характеристик, перечисленных в подпунктах «а» пункта 8 настоящего приложения, не требуется материалов аустенитного класса, железоникелевых, титановых, алюминиевых и циркониевых сплавов.

10. Представление характеристик, перечисленных в подпунктах «б», «в» и «г» пункта 8 настоящего приложения, не требуется для материалов,

предназначенных для изготовления изделий, не подвергающихся нейтронному облучению, в следующих случаях:

а) материалов перлитного класса и высокохромистых сталей с пределом текучести при температуре 20 °С менее 600 МПа при толщине деталей не более 16,0 мм;

б) материалов перлитного класса и высокохромистых сталей с пределом текучести при температуре 20 °С менее 450 МПа при толщине деталей не более 20,0 мм;

в) материалов перлитного класса и высокохромистых сталей с пределом текучести при температуре 20 °С менее 300 МПа при толщине деталей не более 25,0 мм;

г) для материалов аустенитного класса, железоникелевых, титановых, алюминиевых и циркониевых сплавов.

11. Должно быть подтверждено, что контакт материала с рабочей средой не снижает характеристики, указанные в пункте 8 настоящего приложения, или должны быть представлены количественные данные, отражающие влияние рабочих сред.

12. Сведения по длительной пластичности, ползучести и длительной прочности должны быть представлены в тех случаях, когда  $T_{\max}$  превышает следующие температуры (в дальнейшем обозначаются  $T_{II}$ ):

а) 450 °С – для материалов аустенитного класса и железоникелевых сплавов;

б) 350 °С – для углеродистых и легированных сталей;

в) 250 °С – для циркониевых сплавов;

г) 20 °С – для алюминиевых и титановых сплавов.

13. Для наплавленного металла должны быть представлены значения пределов длительной прочности и длительной пластичности в диапазоне температур от  $T_{II}$  до  $T_{\max}$  через каждые 50 °С, а также при температуре  $(T_{\max} + 50)$  °С.

Для зоны сплавления должны быть представлены значения пределов длительной прочности сварного соединения при температурах  $T_{II}$  и  $(T_{max} + 50)$  °С.

14. Для наплавленного металла при температурах, указанных в пункте 13 настоящего приложения, должны быть представлены изохронные кривые ползучести в координатах напряжение – деформация для 10, 30,  $10^2$ ,  $3 \cdot 10^2$ ,  $10^3$ ,  $3 \cdot 10^3$ ,  $10^4$ ,  $3 \cdot 10^4$ ,  $10^5$  и т.д. часов до назначенного срока службы оборудования или трубопровода и деформации до  $\varepsilon = 3\%$ .

15. Должны быть представлены количественные данные, отражающие влияние облучения на характеристики длительной пластичности, ползучести и длительной прочности до максимально допустимого флюенса нейтронов.

16. Должно быть подтверждено, что контакт материала с рабочей средой не снижает характеристики длительной пластичности, ползучести и длительной прочности, или представлены количественные данные, отражающие влияние рабочих сред.

17. Для наплавленного металла и зоны сплавления (в составе сварного соединения) по подпункту «е» пункта 2 должны быть определены кривые усталости в координатах амплитуда напряжений (деформаций) – число циклов до зарождения трещины в диапазоне от  $10^2$  до  $10^7$  циклов.

18. Для материалов, предназначенных для работы при температурах ниже  $T_{II}$ , должны быть представлены кривые усталости при температурах 20 °С и  $(T_{max} + 50)$  °С.

19. Для материалов, предназначенных для работы при температурах выше  $T_{II}$ , должны быть представлены кривые усталости при температурах 20 °С,  $T_{II}$  и в интервале температур от  $T_{II}$  до  $(T_{max} + 50)$  °С через 50 °С.

20. Должно быть подтверждено отсутствие снижения циклической прочности вследствие контакта с рабочими средами или должны быть

представлены количественные данные по учету влияния этого фактора на циклическую прочность.

21. Должно быть подтверждено отсутствие снижения циклической прочности вследствие нейтронного облучения или должны быть представлены количественные данные по учету влияния этого фактора на циклическую прочность.

22. Для наплавленного металла и зоны сплавления по подпункту «з» пункта 2 настоящего приложения для предполагаемых режимов эксплуатации (включая стояночные режимы) должны быть представлены:

а) значение скорости сплошной коррозии (только для наплавленного металла);

б) характер сопротивления язвенной коррозии (скорость роста количества и глубины язв);

в) склонность к коррозии под напряжением и скорость коррозионного растрескивания;

г) подтверждение стойкости к межкристаллитной коррозии (только для хромоникелевых сварочных материалов аустенитного класса).

23. Должно быть подтверждено, что термическое старение не оказывает влияния на характеристики коррозионной стойкости или должны быть представлены количественные данные, отражающие влияние термического старения.

24. Должно быть подтверждено, что нейтронное облучение не оказывает влияния на характеристики коррозионной стойкости, или должны быть представлены количественные данные, отражающие влияние облучения.

25. Фактические данные о характеристиках материалов, указанных в пункте 6, подпункте «в» пункта 8, пунктах 20 и 23 настоящего приложения, должны быть получены после термического старения продолжительностью, достаточной для подтверждения работоспособности материала в течение назначенного срока службы оборудования или трубопровода.

Представление указанных данных не требуется для материалов аустенитного класса и железоникелевых сплавов, имеющих  $T_{\max}$  ниже 250 °С.

26. Фактические данные о характеристиках материалов, указанных в пункте 5, подпункте «г» пункта 8, пунктах 14, 20 и 24 настоящего приложения, должны быть получены после нейтронного облучения до максимально допустимого флюенса нейтронов.

Представление указанных данных не требуется для материалов, подвергающихся нейтронному облучению с флюенсом нейтронов ниже указанных значений:

а)  $1,0 \cdot 10^{22}$  нейтр/м<sup>2</sup> (с энергией  $E \geq 0,1$  МэВ) для материалов перлитного, ферритного и мартенситного классов;

б)  $1,5 \cdot 10^{25}$  нейтр/м<sup>2</sup> ( $E \geq 0,1$  МэВ) для хромоникелевых материалов аустенитного класса, железоникелевых, титановых, алюминиевых и циркониевых сплавов.

27. Фактические данные о характеристиках материалов, указанных в пунктах 11, 16, 20 и 22 настоящего приложения, должны быть получены после воздействия среды продолжительностью, достаточной для подтверждения работоспособности материала в течение назначенного срока службы оборудования или трубопровода.

Представление указанных данных не требуется для металла сварных соединений, защищенных со стороны рабочей среды наплавленным антикоррозионным покрытием или герметичным кожухом (чехлом).

28. Фактические данные о характеристиках материалов, указанных в пунктах 13 и 19 настоящего приложения, должны быть получены при испытаниях, продолжительность которых достаточна для подтверждения работоспособности материала в течение назначенного срока службы оборудования или трубопровода.

29. Испытания материалов должны проводиться по методикам, приведенным в федеральных нормах и правилах в области использования

атомной энергии, устанавливающих нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, и в документах по стандартизации.

30. Количество проведенных испытаний и их продолжительность должны быть достаточными для достоверного определения соответствующих характеристик и их зависимостей от температуры и других факторов, а также для оценки пределов разброса данных с учетом влияния допустимых отклонений в химическом составе материалов и технологии изготовления.

31. Значения и зависимости, предназначенные для использования в расчетах на прочность, должны быть представлены для всего назначенного срока службы оборудования или трубопровода.

32. Допускается в зависимости от предполагаемых условий эксплуатации материала изменять объем сведений, представляемых в отчете, с обязательным указанием температуры, рабочей среды, флюенса нейтронов и времени эксплуатации, для которых обосновано использование материала и его характеристик.

---

## ПРИЛОЖЕНИЕ № 4

к федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Требования к условиям хранения и использования сварочных материалов**

1. Сварочные материалы должны храниться по партиям (плавкам) с обеспечением их использования строго по назначению.

Определение партии сварочных материалов приводится в документах по стандартизации:

- а) ГОСТ 9466 – для электродов покрытых;
- б) ГОСТ 2246 – для сварочной проволоки;
- в) ГОСТ 4986 – для ленты;
- г) ГОСТ 9087 – для флюса;
- д) ГОСТ 23949 – для вольфрамовых электродов.

2. Партией защитного газа допускается считать газ одного наименования, одной марки, одного сорта (группы), поставляемого по одному документу по стандартизации.

3. Сварочные материалы должны храниться в условиях, предотвращающих их загрязнение, коррозию и повреждение.

4. Покрытые электроды, флюсы и порошковые материалы перед использованием должны быть прокалены по режимам, установленным документами по стандартизации на сварочные материалы конкретных марок.

Температура и время выдержки при прокалке вышеуказанных сварочных материалов при отсутствии в документах по стандартизации должны назначаться в соответствии с таблицей № 4.1.

Наименование сварочных материалов	Марка сварочных материалов	Температура проковки, °С	Время выдержки, ч
Покрывые электроды	УОНИИ-13/45А, УОНИИ-13/45, УОНИИ-13/45АА	400±20	3,0 – 0,5
	УОНИИ-13/55, УОНИИ-13/55АА 48Н-37/1	465 ±15*	3,0 – 0,5
	Н-3, Н-3АА, Н-6, Н-6А, Н-10, Н-10АА, Н-23, Н-25, Н-20, РТ-45Б	465 ±15*	3,0 – 0,5
	ТМУ-21У	400±20	2,0 – 0,5
	МР-3, АНО-4	200±20	2,0 – 0,5
	ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЭА-18/10Б, ЭА-898/21Б	135±15	2,0 – 0,5
	ЭА-127/56, ЭА-127/57	225±25	2,0 – 2,5
	ЭМ-959/52	465±15	5,0 – 0,5
	ЭМ-99	465±15	3,0 – 0,5
	А-1, А-2, А-1Т, А-2Т	135±15	2,0 – 0,5
	ЭА-395/9, ЭА-23/15, ЗИО-8	225±25	2,0 – 0,5
	ЭА-855/51, ЭА-32/53	360±20	2,0 – 0,5
	ЦУ-5, ЦУ-6, ЦУ-7, ЦУ-7А, ЦУ-2ХМ, ПТ-30, ЦЛ-20, ЦЛ-21, ЦЛ-32, ЦЛ-38, ЦЛ-39, ЦЛ-45, ЦЛ-48, ЦЛ-51, ЦЛ-52, ЦЛ-59, РТ-45А, РТ-45АА	360±20	2,0 – 0,5
	ЦЛ-25/1, ЦЛ-25/2, ЦТ-10, ЦТ-15К, ЦТ-26, ЦТ-26М, ЦТ-36, ЦТ-45, ЦТ-48, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-12М/К2	330±20	1,5 – 0,5
	ЦН-2	310 ± 10	1,0 – 0,5
	УОНИ-13/Н1-БК	450 ± 20	1,0 – 0,5
	ЭА-38/52	360 ± 20	2,0 – 0,5
	ЦТ-48У, ЦЛ-25Л, ЦЛ-25ЛБ	180±20	1,5 – 2,0
Сварочные флюсы	ФЦК-17, ФЦК-19, СФМ-301	650 ± 10	3,0 – 4,0
	ФЦК-18	820 ± 10	3,0 – 4,0
	АН-348А, АН-8, АН-348АМ	350±50	4,5 – 0,5
	АН-42, АН-42М, АН-26, АН-26С	650±20	4,0 – 0,5
	КФ-16, КФ-16А, КФ-19, КФ-27, НФ-28М	725±25	3,0 – 0,5
	ОФ-6	905±25	5,0 – 0,5
	ОФ-10	960±10	5,0 – 0,5
	ОФ-40	905±25	3,0 – 0,5
	ОСЦ-45	375±25	2,0 – 0,5
	48АФ-71	350±50	2,0 – 0,5
	ФЦ-11	375±20	4,0 – 0,5
	ФЦ-16, ФЦ-16А	620±20	4,0 – 0,5
	ФЦ-17, ФЦ-19, ФЦ-21, ФЦ-22	650±20	4,0 – 0,5
	ФЦ-18	800±20	3,0 – 0,5
Порошковые проволоки	ПП-АН133	270±10	2,0 – 1,0
	ПП-АН157М	280±10	2,0 – 1,0
Порошковые ленты	ПЛ-АН150, ПЛ-АН151	310±10	2,0 – 1,0

\* Допускается уменьшение температуры проковки до 400±20 °С при наличии соответствующего указания в документе по стандартизации на материал.

5. Проковка флюсов должна осуществляться в электропечах на противнях из жаростойких сталей.

6. Режимы прокалки флюсов должны контролироваться термодатчиками, устанавливаемыми непосредственно в слое флюса. Высота слоя при прокалке флюсов марок ОФ-6, ОФ-10, ОФ-40 не должна превышать 100,0 мм, а для флюсов других марок устанавливается технологической документацией. Допускается контролировать режим прокалки флюсов по печным термодатчикам после соответствующей их тарировки по термодатчикам, установленным во флюсе.

7. Прокалку электродов допускается проводить не более трех раз, а флюсов марок ОФ-6, ОФ-10, ОФ-40 – не более пяти раз (не считая прокалки при их изготовлении). Число прокалок остальных марок флюсов не ограничивается.

Дата и режимы каждой прокалки должны быть зафиксированы в журнале.

8. Покрытые электроды и флюсы должны храниться:

а) в состоянии после поставки в кладовых при температуре не ниже 15 °С и относительной влажности воздуха не более 50%: флюсы – в закрытых мешках из водонепроницаемой ткани или полиэтиленовой пленки, электроды – в упаковке предприятия-изготовителя;

б) после прокалки – в герметичной таре или в сушильных шкафах при температуре  $80 \pm 20$  °С.

9. При хранении после прокалки в сушильных шкафах или в герметичной таре срок хранения покрытых электродов и флюсов и срок их использования без проверки содержания влаги и без дополнительной прокалки не ограничивается.

10. При хранении после прокалки в кладовых покрытые электроды и флюсы могут быть использованы без проверки содержания влаги и без повторной прокалки в течение сроков, не превышающих:

а) для электродов с основным покрытием, предназначенных для сварки сталей перлитного класса и высокохромистых сталей – 5 суток;

б) для остальных электродов – 15 суток;

в) для флюсов марок ОФ-6, ОФ-10 и ОФ-40 – 3 суток;

г) для других марок флюсов – 15 суток.

Сроки использования порошковых проволок и лент такие же, как для покрытых электродов.

11. Во всех случаях, когда при проверке содержание влаги в покрытии электродов или во флюсе превышает нормы, установленные документами по стандартизации на контролируемые сварочные материалы, должна быть проведена их повторная прокалка.

12. Качество прокалки каждой садки электродов марки Н-10, Н-10АА, флюса марок КФ-16, КФ-16А и КФ-27, а также электродов марок УОНИИ-13/45А и УОНИИ-13/55, УОНИИ-13/55АА, подлежащих использованию для сварки деталей из стали марки 10Х2М между собой и с деталями из других сталей перлитного класса, определяется по содержанию водорода в наплавленном металле или металле шва.

Содержание водорода в наплавленном металле (металле шва) при ручной дуговой сварке не должно превышать  $2,5 \text{ см}^3$  на 100 г, а при автоматической сварке под флюсом –  $3,0 \text{ см}^3$  на 100 г. В случае получения неудовлетворительных результатов проводится прокалка электродов или флюса и повторное определение содержания водорода.

13. Если партия электродов или флюсов прокаливалась по частям в различные сроки, требования пунктов 9-11 настоящего приложения относятся к каждой части отдельно.

14. Транспортировку прокаленных электродов и флюсов на сварочные участки должны проводиться в закрытой таре.

15. Порядок учета, хранения, выдачи и возврата сварочных материалов устанавливается предприятием, выполняющим сварку (наплавку).

16. Проволока диаметром до 4,0 мм для сварки алюминиевых сплавов в соответствии с ГОСТ 7871 должна поставляться с химически очищенной поверхностью.

17. Срок хранения проволоки для сварки алюминиевых сплавов после химической очистки не должен превышать 3 суток.

Температура воздуха в помещении для хранения должна быть не ниже 18 °С, влажность – не более 70%.

Срок хранения сварочной проволоки от момента электрохимической обработки до сварки, при условии герметичной упаковки, не должен превышать одного года, при отсутствии герметичной упаковки – не более 10 суток.

При хранении сварочной проволоки свыше установленных сроков проволоку должны протравить вторично.

Повторную очистку допускается проводить один раз.

18. Проволока для сварки изделий из титановых сплавов должна подвергаться очистке (обезжириванию) поверхности. После обезжиривания проволока промывается в горячей и холодной проточной воде с последующей просушкой.

Проволока для сварки титановых сплавов должна храниться при температуре не ниже +17 °С и относительной влажности не более 75%.

---

## ПРИЛОЖЕНИЕ № 5

к федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Основные типы сварных соединений**

1. В настоящем приложении приведены основные типы сварных соединений с указанием применяемых способов сварки, геометрических размеров конструктивных элементов подготовленных под сварку кромок деталей и выполненных сварных соединений.

2. Типы сварных соединений деталей из сталей перлитного класса и из высокохромистых сталей приведены:

а) в таблицах № 5.1 – 5.17, 5.25 – 5.32 – для стыковых прямолинейных и кольцевых сварных соединений с внутренним диаметром соединяемых деталей свыше 750,0 мм;

б) в таблицах № 5.1 – 5.12, 5.15, 5.18, 5.20, 5.22, 5.23, 5.25 – 5.27 – для стыковых сварных соединений с внутренним диаметром соединяемых деталей до 750,0 мм;

в) в таблицах № 5.35 – 5.43, 5.45 – 5.49 – для угловых, тавровых и торцевых сварных соединений.

3. Типы сварных соединений деталей из сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов приведены:

а) в таблицах № 5.1 – 5.17 – для стыковых прямолинейных и кольцевых сварных соединений с внутренним диаметром соединяемых деталей свыше 750,0 мм;

б) в таблицах № 5.1, 5.2, 5.3, 5.19, 5.21, 5.24, 5.33, 5.34 – для стыковых сварных соединений с внутренним диаметром соединяемых деталей до 750,0 мм;

в) в таблицах № 5.35 – 5.49 – для угловых, тавровых и торцевых сварных соединений.

4. При выполнении сварных соединений типов С-22-2, С-23-2, С-24-2, С-26-2 аргонодуговую сварку неплавящимся электродом первого (корневого) слоя шва допускается проводить как с присадочным материалом, так и без него.

5. Типы сварных соединений деталей из титановых сплавов приведены:

а) в таблицах № 5.50 – 5.68 – для сварных соединений листовых деталей;

б) в таблицах № 5.69 – 5.82 – для сварных соединений трубных деталей.

6. Типы сварных соединений деталей из алюминиевых сплавов приведены:

а) в таблицах № 5.80 – 5.91 – для стыковых прямолинейных и кольцевых сварных соединений

б) в таблицах № 5.92 – 5.105 – для угловых, тавровых и торцевых сварных соединений.

7. В тексте настоящего приложения используются следующие условные обозначения для способов сварки:

10 – автоматическая сварка под флюсом;

11 – автоматическая сварка под флюсом с предварительной подваркой корня шва ручной дуговой сваркой покрытыми электродами;

12 – автоматическая сварка под флюсом на стальной подкладке;

20 – электрошлаковая сварка;

30 – ручная дуговая сварка покрытыми электродами;

31 – ручная дуговая сварка покрытыми электродами с подваркой корня шва;

32 – ручная дуговая сварка покрытыми электродами на стальной подкладке;

40 – комбинированная сварка (корневая часть шва выполняется аргонодуговой сваркой);

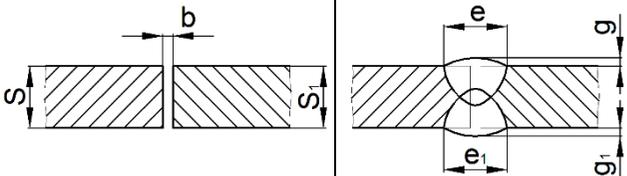
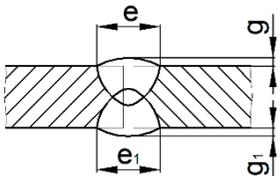
42 – комбинированная сварка на стальной подкладке (корневая часть шва выполняется аргонодуговой сваркой);

51 – аргонодуговая сварка неплавящимся электродом без присадочного металла;

52 – аргонодуговая сварка неплавящимся электродом с присадочным металлом;

53 – аргонодуговая сварка плавящимся электродом.

Таблица № 5.1

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b		e=e <sub>1</sub>		g=g <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-1			53	3	0	+0,5	8	±3,0	1,5	±1,0
				4		+0,8	10			
				5	0	+1,0	12	±4	2,0	±1,5
				6						
				7						
				8						
				9						
				10						
				12						
				14						
	16	22	±5	2,5	±2,0 -1,5					
	20									

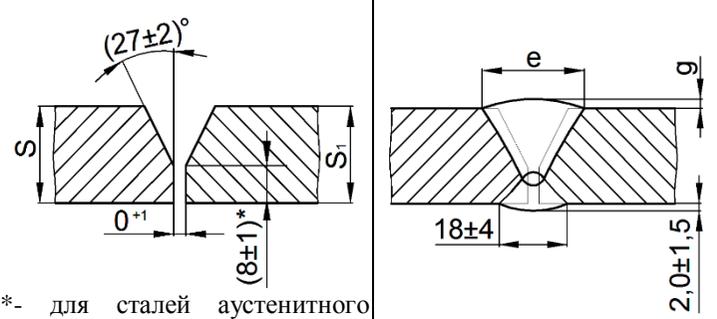
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-2	 <p>*- для сталей аустенитного класса притупление 6±1</p>	10	14	17	±4	2,0	±1,5	
			16	20				
			18	22	±5	2,5	+2,0 -1,5	
			20	25				
			22	28				
			25	30				
			28	35	±6	2,5	+2,5 -1,5	
			30	37				

Таблица № 5.3

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-3			11 31 40 52	От 3 до 5	8	±2	2,0	+1,5 -0,5
				Свыше 5 до 8	12			
				Свыше 8 до 11	16			
				Свыше 11 до 14	19	±6	2,5	
				Свыше 14 до 17	22			
				Свыше 17 до 20	26			
				Свыше 20 до 24	30	±8	3,0	+2,0 -0,5
				Свыше 24 до 28	34			
				Свыше 28 до 32	38			
				Свыше 32 до 36	42			
				Свыше 36 до 40	47			

Таблица № 5.4

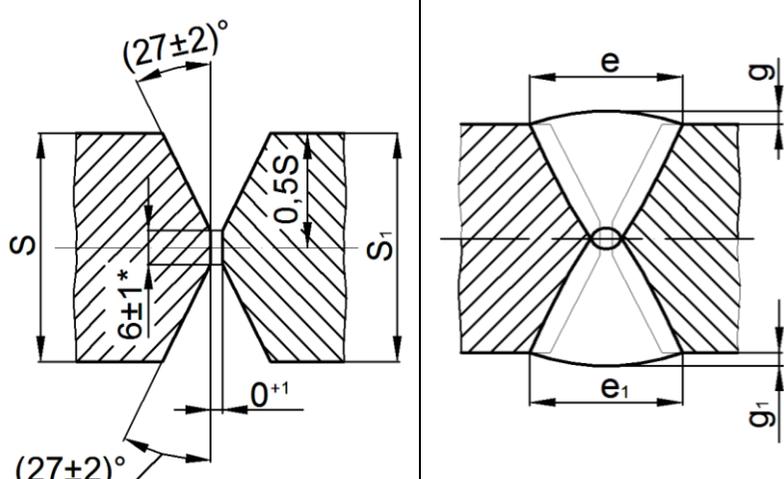
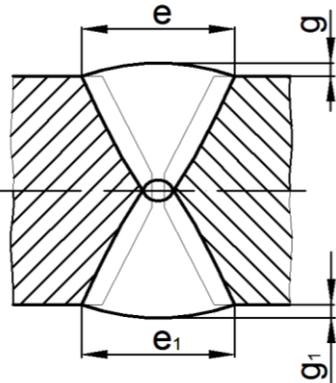
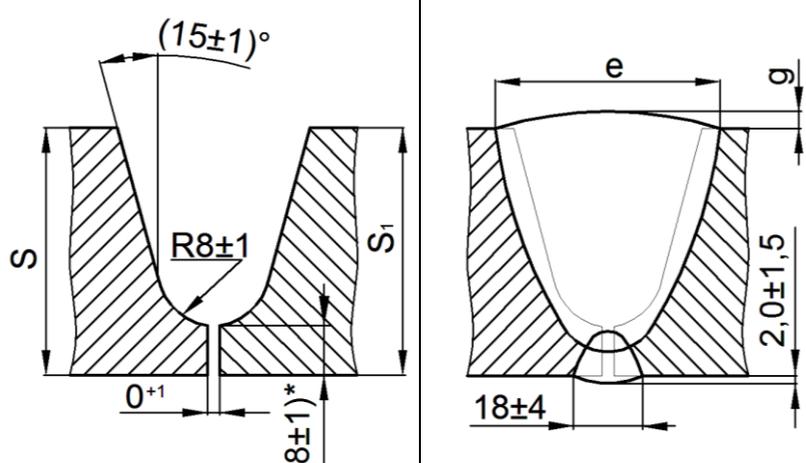
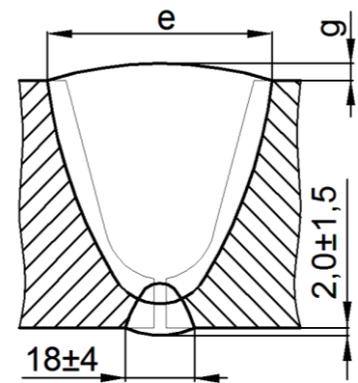
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e=e <sub>1</sub>		g=g <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-4	 <p>*(при ручной дуговой сварке 2±1)</p>		10 30	20	15	±4	2,0	±1,5
				22	17			
				25	19			
				28	21	±5	2,5	+2,0 -1,5
				32	23			
				36	26			
				40	28	±6	2,5	+2,5 -1,5
				45	32			
				50	35			
				55	38	±8	3,0	+2,5 -2,0
				60	43			

Таблица № 5.5

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-5	 <p>*(для сталей аустенитного класса притупление 5±1)</p>		10	30	34	±6	2,5	+2,5 -1,5
				32	35			
				34	36			
				36	37			
				38	38			
				40	39			
				42	42	±8	3,0	+2,5 -2,0
				45	44			
				50	47			
				55	50			
				60	53			
				65	56			
				70	59	±10	3,5	±2,5
				75	63			
80	66							

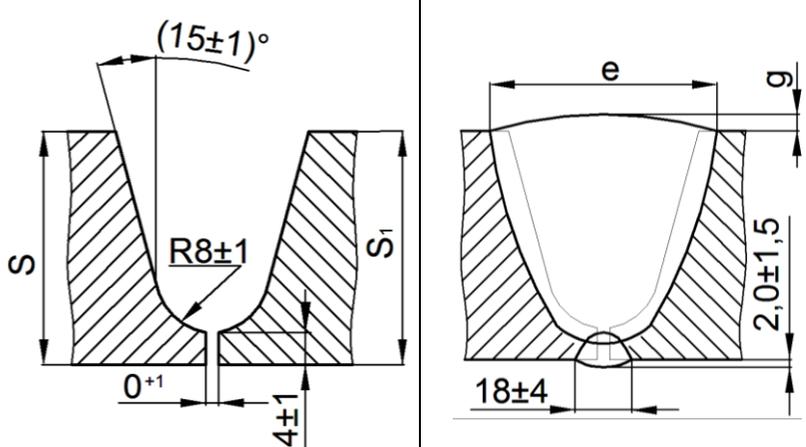
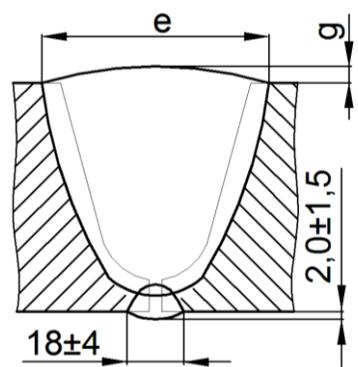
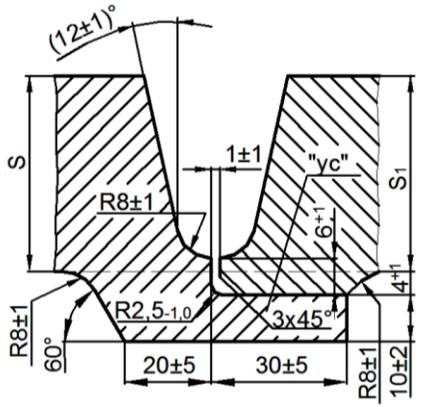
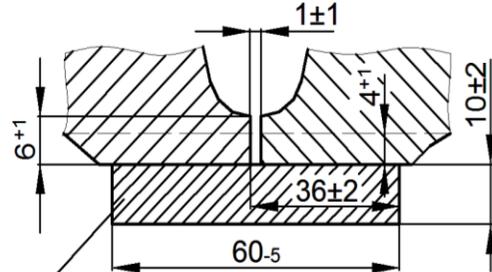
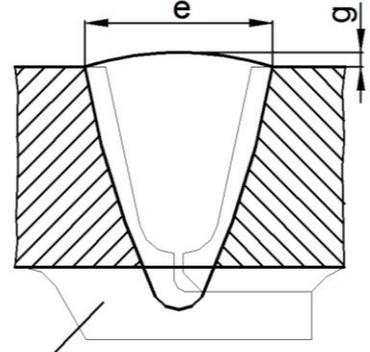
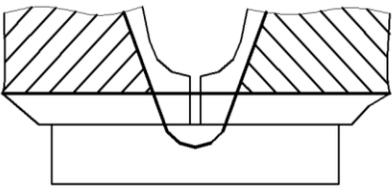
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-5-1  для сталей аустенитного класса			30 31	30	35	±6	2,5	+2,5 -1,5
				32	36			
				34	37			
				36	38			
				38	39			
				40	42	±8	3,0	+2,5 -2,0
				42	44			
				45	47			
				50	49			
				55	52			
				60	54	±10	3,5	±2,5
				65	58			
				70	61			
				75	65			
				80	68			

Таблица № 5.7

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e=e <sub>1</sub>		g=g <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-6	<p>*- для сталей аустенитного класса 6±1.</p>		10	50	34	±6	2,5	+2,5 -1,5
				55	35			
				60	37			
				65	38			
				70	40			
				75	43	±8	3,0	+2,5 -2,0
				80	44			
				90	47			
				100	50			
				110	53			
				120	56	±10	3,5	±2,5
				130	59			
				140	64			
				150	67			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	h		e		e <sub>1</sub>		g <sub>1</sub>			
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение								
С-7		10	100	15	±0,1h	85	±12	30	±5	2,5		+2,0 -1,5		
			120	20		90		34						
			140	25		96		36				±6	+2,5 -1,5	
			160	30		102		39						
			180	35		108		44				±8	3,0	+2,5 -2,0
			200	40		114		47						

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	h		e		e <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-8			10	180	40	±0,1h	82	±12	48	±8
				200	45		88		50	
				220	50		92		52	
				240	55		97		54	
				260	60		102		56	
				280	65		107		58	
				300	70		112		60	
				350	80		120		64	

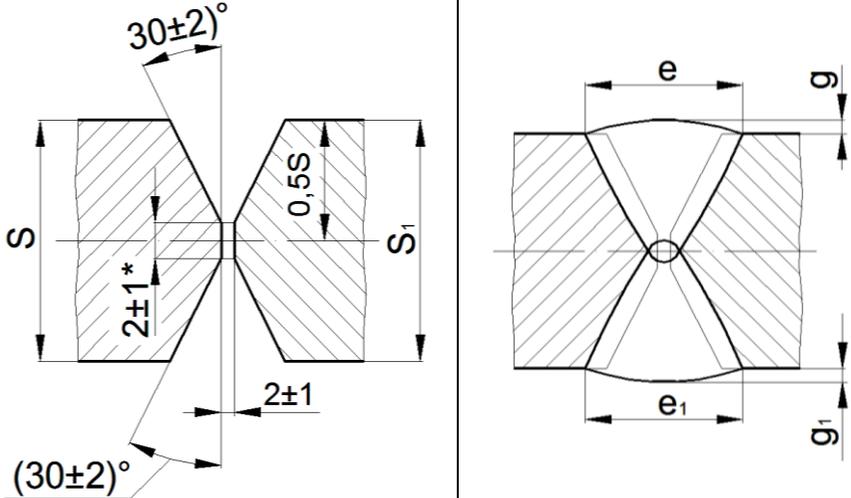
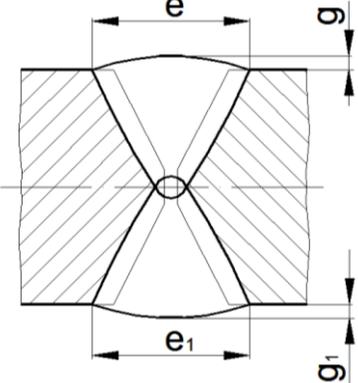
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	e			g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		S=S <sub>1</sub>	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-9	 <p>Зазор между "усом" и свариваемой деталью не должен превышать 2 мм</p> <p>Вариант с подкладным кольцом или планкой</p>  <p>Подкладное кольцо (планка)</p>	 <p>Корневая часть удаляется механической обработкой</p> 	10 30	30	48	±8	3,0	±2,0
				35	53			
				40	58			
				45	64	±10		
				50	69			
				55	74			
				60	78	±12	3,0	±2,0
				65	85			
				70	89			
				75	93			
80	97							

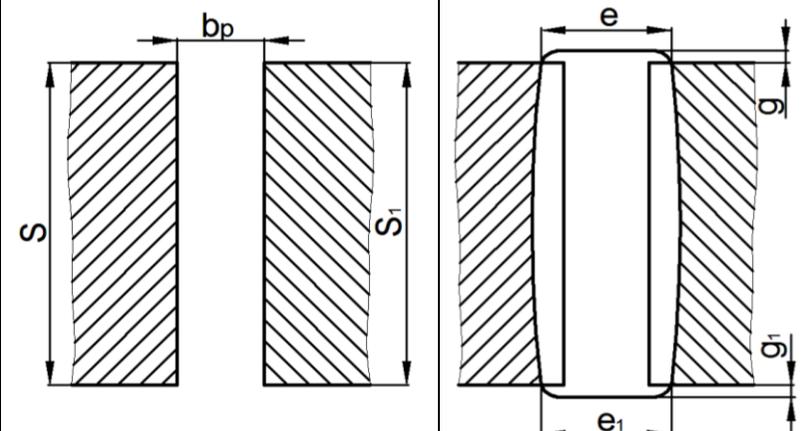
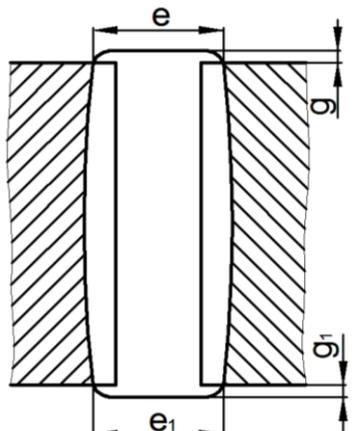
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-10		<p>Корневая часть удаляется механической обработкой</p>	10 30	60	48	±10	3,5	±2,5
				70	53			
				80	58			
				90	64	±12	4,0	±3,0
				100	69			
				120	74			
				140	78			
				160	85			
				180	89			
				200	93			
	<p>Вариант с подкладным кольцом или планкой</p> <p>Подкладное кольцо (планка)</p>							

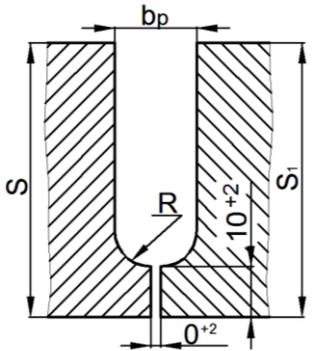
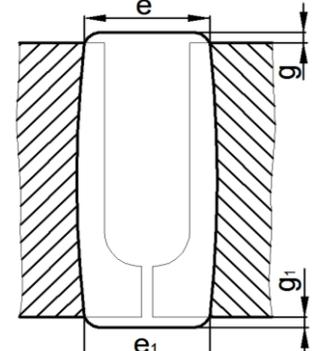
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e=e <sub>1</sub>		g=g <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-11			40 52	14	15	±4	2,0	±1,5
				16	16			
				18	17			
				20	18			
				22	20	±5	2,5	+2,5 -1,5
				25	22			
				28	24			
				30	25			
				32	27	±6	3,0	+2,5 -2,0
				36	29			
				40	32			
				45	35			
				50	38	±10	3,0	+2,5 -2,0
				55	43			
60	46							

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-12	<p>*-для ручной дуговой сварки притупление (h) 4±1</p>		11 30 40 52	30	32	±6	2,5	+2,5 -1,5
				35	35			
				40	38			
				45	43	±8	3,0	+2,5 -2,0
				50	46			
				55	53			
				60	56			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-13	<p>*-для ручной дуговой сварки притупление (h) 4±1</p>		11 30 40	60	48	±8	3,0	+2,5 -2,0
				65	50			
				70	52			
				75	54			
				80	56			
				90	60	±10	3,5	±2,5
				100	66			
				110	70			
				120	74			
				130	78			
				140	82	±12	4,0	±3,0

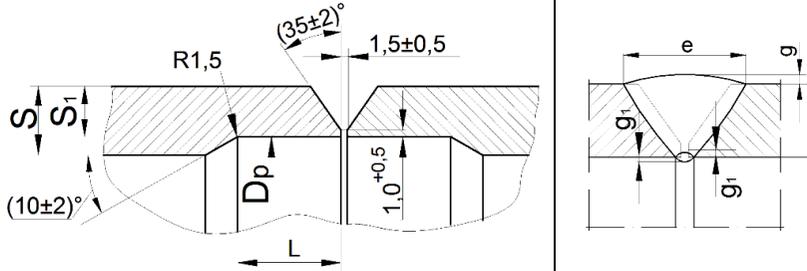
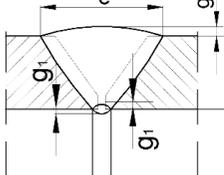
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	e=e <sub>1</sub>		g=g <sub>1</sub>			
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		S=S <sub>1</sub>	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	
С-18	 <p>*-для ручной дуговой сварки притушение (h) 4±1</p>		30 40 52 53	14	16	±4	2,0	±1,5	
				16	17				
				18	19				
					20	20	±5	2,5	+2,0 -1,5
				22	22				
				25	24				
				28	26				
					30	27	±6	2,5	+2,5 -1,5
				32	28				
				36	31				
					40	33	±8	3,0	+2,5 -2,0
					45	37			
					50	40			
					55	44			
	60	48							

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S=S_1$	$b_p$		$e=e_1$		$g=g_1$	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-19			20	20-34	22	$\pm 2$	28	$\pm 4$	2,5	$\pm 1,5$
				35-80	26		33	$\pm 5$	3,0	$\pm 2,0$
				81-500	30		38	$\pm 6$	3,5	$\pm 2,5$

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b <sub>p</sub>		R		e=e <sub>1</sub>		g=g <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение						
С-20			20	20-34	22		10		28	±4	2,5	±1,5
				35-80	26	±2	12	±1	33	±5	3,0	±2,0
				81-500	30		14		38	±6	3,5	±2,5

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Типоразмер труб из стали перлитного класса, $D_n \times S$	Диаметр расточки, $D_p$	Минимальная толщина стенки $S_1$	Размеры шва					
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения					e	g	g <sub>1</sub>			
									Ширина шва	Высота шва	Выпуклость корня шва, не более	Вогнутость корня шва, не более
									поворотный стык	неповоротный стык		
C-22-1			40 52	14 x 2,0	11 <sup>+0,18</sup>	1,5	7±2	1,5 <sup>+1,0</sup> -0,5	1,5	0,2	0,4	
				18 x 2,0	15 <sup>+0,18</sup>							
				25 x 2,0	22 <sup>+0,21</sup>							
				25 x 3,0	21 <sup>+0,51</sup>	1,6			1,5			0,2
				32 x 2,0	29 <sup>+0,21</sup>							
				38 x 2,0	35 <sup>+0,25</sup>							
				32 x 3,0	28 <sup>+0,52</sup>	1,7			2,0			0,6
				45 x 2,5	41 <sup>+0,25</sup>							
				57 x 3,0	52 <sup>+0,30</sup>							
				76 x 3,0	71 <sup>+0,30</sup>	2,0			7±2			0,4
89 x 3,5	84 <sup>+0,35</sup>											
89 x 3,5	84 <sup>+0,35</sup>											
108 x 4,0	102 <sup>+0,35</sup>	2,4	8±2	0,4								
133 x 4,0	127 <sup>+0,40</sup>											
159 x 5,0	151 <sup>+0,40</sup>											
C-23-1			40 52	57 x 3,0	51 <sup>+0,30</sup>	1,8	7±2	2,0 <sup>+1,5</sup> -1,0	2,0	0,4	0,6	
				76 x 3,5	71 <sup>+0,30</sup>							
				89 x 3,5	84 <sup>+0,35</sup>							
				108 x 4,0	102 <sup>+0,35</sup>	2,4			8±2			0,4
				133 x 4,0	127 <sup>+0,40</sup>							
				159 x 5,0	151 <sup>+0,40</sup>							
				133 x 4,0	127 <sup>+0,40</sup>	2,6			9±3			0,6
				159 x 5,0	151 <sup>+0,40</sup>							
				159 x 5,0	151 <sup>+0,40</sup>							
				159 x 5,0	151 <sup>+0,40</sup>	3,0			11±3			0,8
159 x 5,0	151 <sup>+0,40</sup>											
159 x 5,0	151 <sup>+0,40</sup>											

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Типо-размер труб из стали аустенитного класса, $D_n \times S$	Диаметр расточки, $D_p$	Минимальная толщина стенки, $S_1$	Размеры шва					
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения					e	g	g <sub>1</sub>			
									Ширина шва	Высота шва	Выпуклость корня шва, не более	Вогнутость корня шва, не более
C-22-2			40 52	10 x 2,0	6,5 <sup>+0,18</sup>	1,5	7±2	1,5 <sup>+1,0</sup> -0,5	1,5	0,2	0,4	
				14 x 2,0	10,5 <sup>+0,18</sup>							
				18 x 2,5	13,5 <sup>+0,18</sup>	2,0						
				32 x 2,5	28 <sup>+0,21</sup>	1,8						
				38 x 3,0	33 <sup>+0,25</sup>	2,3						
C-23-2			40 52	25 x 3,0	19 <sup>+0,30</sup>	2,5	8±2	2,0	0,6	0,4	0,6	
				57 x 3,0	52 <sup>+0,30</sup>							
				76 x 3,0	71 <sup>+0,30</sup>	1,8						
				89 x 3,5	84 <sup>+0,35</sup>	2,4						
				57 x 3,0	51 <sup>+0,30</sup>	1,8						7±2
				76 x 3,0	71 <sup>+0,30</sup>							
				89 x 3,5	84 <sup>+0,35</sup>	2,2						8±2
				108 x 4,0	102 <sup>+0,35</sup>	2,4						9±3
				133 x 4,0	127 <sup>+0,40</sup>	2,6						
				159 x 5,0	151 <sup>+0,40</sup>	3,0						11±3

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Типоразмер труб из стали перлитного класса, $D_n \times S$	Диаметр расточки, $D_p$	Минимальная толщина стенки $S_1$	Размеры шва				
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения					Ширина шва	Высота шва	g <sub>1</sub>		
									Выпуклость корня шва, не более	Вогнутость корня шва, не более	
								поворотный стык	неповоротный стык		
С-24-1			40 52	219 x 7,0	208 <sup>+0,46</sup>	4,0	15±3	1,5 <sup>+1,0</sup> <sub>-0,5</sub>	2,5	0,8	1,0
				273 x 8,0	259 <sup>+0,52</sup>	4,5	16±4				
				325 x 8,0	311 <sup>+0,52</sup>	4,5					
				377 x 9,0	361 <sup>+0,57</sup>	5,0	18±4				
				426 x 9,0	410 <sup>+0,53</sup>	5,0					
				530 x 8,0	516 <sup>+0,70</sup>	5,5	16±4				
				630 x 8,0	616 <sup>+0,70</sup>	5,5					
				630 x 12,0	608 <sup>+0,70</sup>	9,5	22±5				

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Типо-размер труб из стали аустенитного класса, $D_n \times S$	Диаметр расточки, $D_p$	Минимальная толщина стенки $S_1$	Размеры шва							
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения					$e$	$g$	$g_1$					
							Ширина шва, не менее	Высота шва	Выпуклость корня шва, не более	Вогнутость корня шва, не более				
							поворотный стык	неповоротный стык						
С-24-2			40 52	377 x 6,0	367 <sup>+0,57</sup>	4,0	14±3	1,5 <sup>+1,0</sup> <sub>-0,5</sub>	2,5					
				426 x 8,0	412 <sup>+0,63</sup>	5,5	16±4					0,8	1,0	
				530 x 8,0	516 <sup>+0,70</sup>	5,8								
				630 x 8,0	616 <sup>+0,70</sup>	6,2								1,0
				630 x 12,0	608 <sup>+0,70</sup>	9,5	22±5							1,2



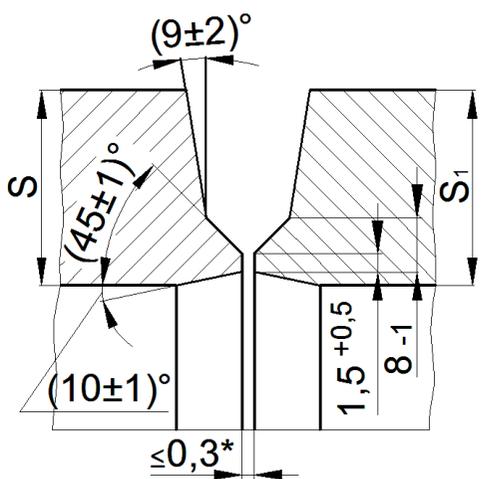
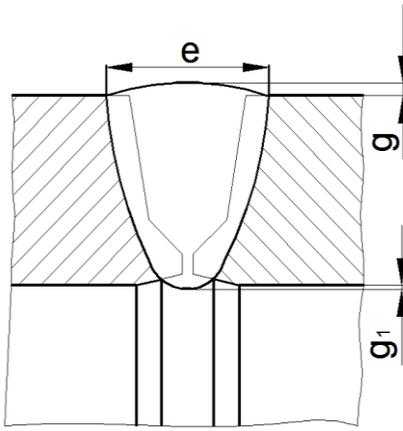
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Типо-размер труб из стали перлитного класса, $D_n \times S$	Диаметр расточки, $D_p$	Минимальная толщина стенки $S_1$	Размеры шва				
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения					e	g	$g_1$		
							Ширина шва	Высота шва	Выпуклость корня шва, не более	Вогнутость корня шва, не более	
										поворотный стык	неповоротный стык
С-26-1			40 52	720 x 8,0	706 +0,80	5,5	16±3	2,0 <sup>+1,0</sup> <sub>-1,5</sub>	2,5	0,8	1,0
				820 x 9,0	804 +0,90	6,5	18±4				
				920 x 10,0	902 +0,90	7,5	19±4			1,0	1,2
				1020 x 10,0	1002 +1,00	7,5					
				1220 x 11,0	1201 +1,00	8,0					
				1420 x 14,0	1395 +1,00	10,5	24±5			1,2	1,6
				1620 x 14,0	1595 +1,00	10,5					

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Типоразмер труб из стали аустенитного класса, $D_n \times S$	Диаметр расточки, $D_p$	Минимальная толщина стенки $S_1$	Размеры шва				
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения					e	g	g <sub>1</sub>		
							Ширина шва	Высота шва	Выпуклость корня шва, не более	Вогнутость корня шва, не более	
										поворотный стык	неповоротный стык
С-26-2			40 52	720 x 10,0	703 <sup>+0,80</sup>	7,2	19±4	2±1,5	2,5	-	-
				820 x 10,0	803 <sup>+0,90</sup>	8,2					
				920 x 10,0	903 <sup>+0,90</sup>	7,0					
				1020 x 10,0	1003 <sup>+1,00</sup>	7,0					
				1220 x 10,0	1203 <sup>+1,00</sup>	8,0					

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-27			30 40	38	27	±5	2,5	+2,5 -2,0
				40	28			
				42	29		3,5	+2,5 -3,0
				45	30			
				50	31			
				55	33			
				60	35			
				65	37			
70	39							

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-27-1			52 40	38	21	±5	2,5	+2,5 -2,0
				40	22			
				42	23		3,5	+2,5 -3,0
				45	24			
				50	26			
				55	27			
				60	28			
				65	29			
70	31							

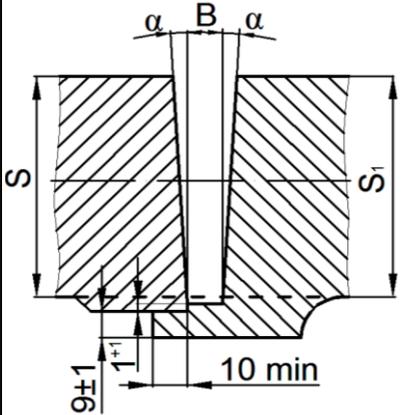
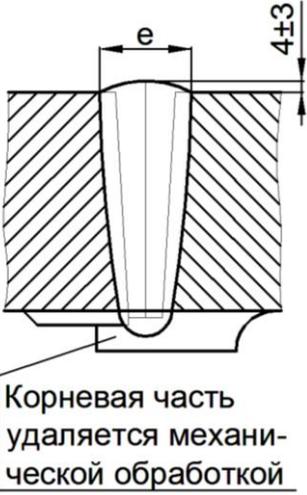
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b		e		g		g <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Пределное отклонение						
С-27-2			11	10	0	+3,0	15	+ 2	2	+ 2,0 -1,5	1	±1,0
				15			17					
				20			19					
				25			21	+ 4				
				30			22					
				35			24					
				40			26					
			30	10	1,5	±0,5	17	+ 2				
				15			19					
				20			21					
			40	25			23	+ 4				
				30			24					
				35			26					
			40	28								

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		g		g <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-27-3	 <p>* - Допускается зазор 1±1</p>		11 30 40	60	50	±5,0	4,0	±3	0	+2,0 -1,5
				100	55					
				110	60					

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e		e <sub>1</sub>		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-33			10	90	35	±6	30	±5	35	±5
				120	38		31			
				150	41		33			
				180	44		35			
				240	49		38			
				300	55		41			
				360	61		44			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	e=e <sub>1</sub>		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинально е значение	Предельное отклонение
С-33-1			10	90	35	±6	30	±5
				120	38		31	
				150	41		33	
				180	44		35	
				240	49		38	
				300	55		41	
				360	61		44	

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	R		e	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-34			10 11	60	7	±1	24	±6
				100	9		32	±7
				150	11		40	±8
				250	12		50	±10

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	α, °C		B		e	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С-35		 <p>Корневая часть удаляется механической обработкой</p>	10	40	3	±1	9	±1	20	±5
				60	2		14		25	±6
				100	2		18		32	±6
				150	2		22		40	±8
				250	2		24		50	±10

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Типоразмер труб из стали аустенитного класса, $D_n \times S$	Диаметр рас-точки, $D_p$	Мини-мальная толщина стенки $S_1$	Размеры шва				
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения					e	g	g <sub>1</sub>		
									Ширина шва	Высота шва	Выпуклость корня шва, не более
С-42			40 52	76 x 4,5	68 <sup>+0,30</sup>	3,5	10,5±3	1,0 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>	2,0	0,6	0,8
				89 x 5,0	80 <sup>+0,30</sup>	3,5	11,0±3				
				108 x 5,0	99 <sup>+0,35</sup>	3,5					
				133 x 6,0	124 <sup>+0,40</sup>	3,5	15,0±4	1,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-1,0</sub>	2,5	1,0	1,2
				159 x 6,0	150 <sup>+0,40</sup>	3,5					
				219 x 11,0	200 <sup>+0,46</sup>	7,5					
				220 x 7,0	209 <sup>+0,46</sup>	4,5	12,5±4	1,0 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>	2,5	0,8	1,0
				273 x 11,0	255 <sup>+0,52</sup>	6,5	15,0±4	1,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-1,0</sub>			
				325 x 12,0	305 <sup>+0,52</sup>	7,0	16,0±5			1,0	1,2

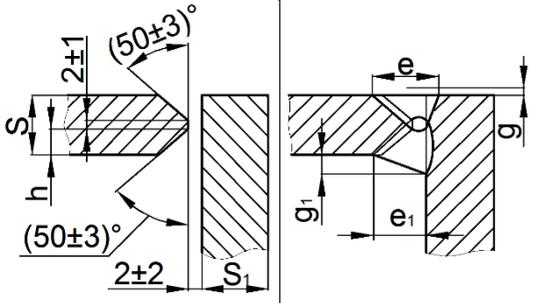
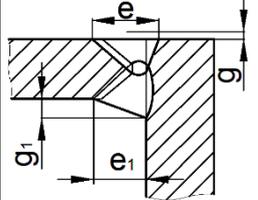
Длина расточки L труб из стали аустенитного класса должна быть:  
 $10^{+3}$  мм для труб с толщиной стенки 15 мм и менее;  
 $20^{+3}$  мм для труб с толщиной стенки более 15 мм

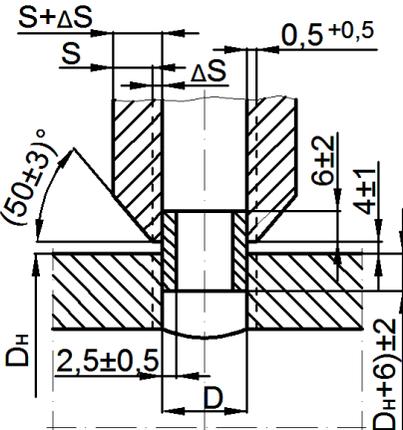
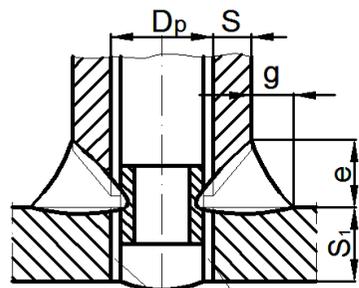
Таблица № 5.34

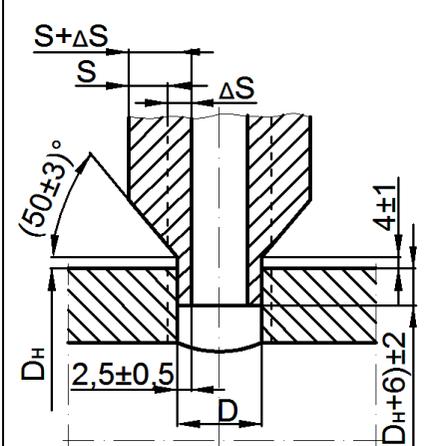
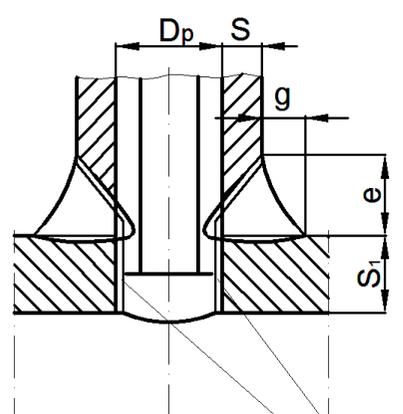
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Типо-размер труб из стали аустенитного класса, $D_n \times S$	Диаметр расточки, $D_r$	Минимальная толщина стенки $S_1$	Размеры шва					
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения					Ширина шва, не менее	Высота шва	Выпуклость корня шва, не более	Вогнутость корня шва, не более		
										поворотный стык	неповоротный стык	
С-42-1			40 52	108 x 5,0	100 <sup>+0,23</sup>	2,7	8	1,0 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>	2,0	0,4	0,6	
				57 x 5,5	47 <sup>+0,30</sup>	4,3	9			2,0	0,8	1,0
				133 x 6,0	124 <sup>+0,23</sup>	3,2					0,6	0,8
				159 x 6,5	149 <sup>+0,26</sup>	3,8					2,5	0,6
				76 x 7,0	63 <sup>+0,23</sup>	5,6	10	2,0	0,8	1,0		
				108 x 7,0	97 <sup>+0,23</sup>	4,8			0,8	1,0		
				89 x 8,0	74 <sup>+0,23</sup>	6,5			1,0	1,2		
				133 x 8,0	120 <sup>+0,23</sup>	5,7			0,8	1,0		
				220 x 8,0	208 <sup>+0,30</sup>	4,3	8	2,5	0,8	1,0		
				108 x 9,0	93 <sup>+0,23</sup>	6,0	11	2,0	0,8	1,0		
				159 x 9,0	143 <sup>+0,26</sup>	6,7	12	2,5	1,0	1,2		
				133 x 11,0	114 <sup>+0,23</sup>	8,0		2,0	1,0	1,2		
				273 x 11,0	255 <sup>+0,30</sup>	7,3	10	2,5	1,0	1,2		
				108 x 12,0	88 <sup>+0,23</sup>	9,0	13	1,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-1,0</sub>	2,5	1,2	1,2	1,6
				219 x 12,0	199 <sup>+0,30</sup>	8,8	11			1,2	1,6	
				325 x 12,0	305 <sup>+0,34</sup>	7,8				1,0	1,2	
				159 x 13,0	137 <sup>+0,26</sup>	9,5	12			1,2	1,6	
				133 x 14,0	109 <sup>+0,23</sup>	10,9	15	2,0	1,5	1,2	1,6	
				325 x 16,0	297 <sup>+0,34</sup>	12,4	14			1,5	1,6	
				159 x 17,0	130 <sup>+0,26</sup>	12,9	15			1,5	1,6	
245 x 19,0	212 <sup>+0,30</sup>	14,5	14	1,5	1,6							
				273x 20,0	236 <sup>+0,30</sup>	16,5	15		1,5	1,6		

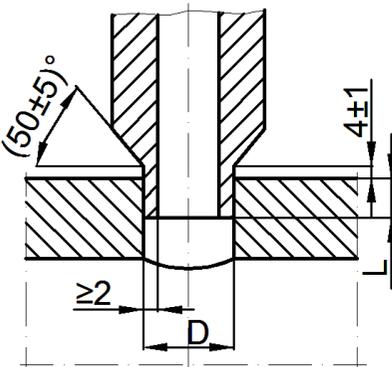
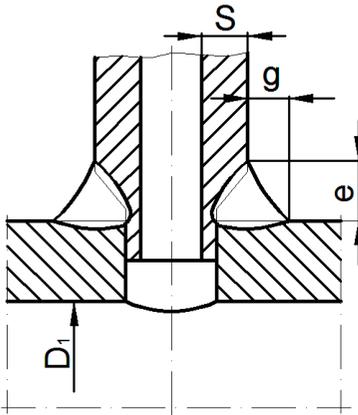
Длина расточки L труб из стали аустенитного класса должна быть:  
 $10^{+3}$  мм для труб с толщиной стенки 15 мм и менее;  
 $20^{+3}$  мм для труб с толщиной стенки более 15 мм.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	S <sub>1</sub>	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения				Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
У-1			11 31 40	10	≥0,75S	19	+4	2,0	±1
				12		22	+5,0	2,5	+2,0 -1,5
				14		26			
				16		29			
				18		32	+6,0	+2,5 -1,5	
				20		35			

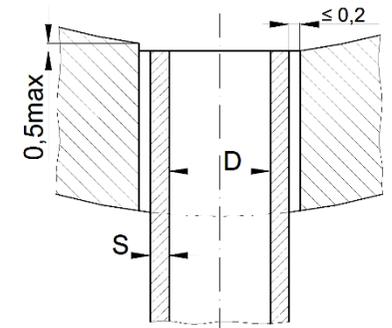
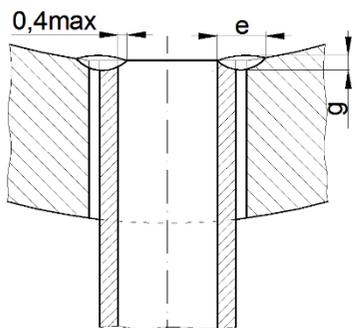
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	h <sub>1</sub>		e		g		e <sub>1</sub>		g <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение								
У-2	 <p><math>S_1 \geq 0,75S</math></p>		10 30	20	7	±1	25	±5	2,5	+2,0 -1,5	16	±3,0	8	±2,0
				22			28							
				25	8	±1	32	±6	2,5	+2,0 -1,5	18	±3,0	9	
				28			36							
				30	10	±1	36	±6	2,5	+2,0 -1,5	21	±3,0	10	
				34			44							
				36	12	±1	47	±8	3,0	+2,5 -2,0	24	±4,0	12	
				40			50							

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
У-3	 <p style="text-align: center;"> <math>0,1S \leq \Delta S \leq 0,25S</math>  <math>\frac{D_p}{D} \leq 0,6</math> </p>	 <p style="text-align: center;"> Слой металла, удаляемый механической обработкой  <math>S_1 \geq 0,7S</math> </p>	32 42 52	4	14	±3,0	7	+3 -2
				6	17		8	
				8	20		10	
				10	24	±4,0	12	±3
				12	28		14	
				14	32	±5,0	16	+4 -3
				16	36		18	
				18	40		20	
				20	44	±6,0	22	±4

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
У-4	 <p> <math>(3+0,1S) \leq \Delta S \leq (3+0,25S)</math>  <math>\frac{D_p}{D} \leq 0,6</math> </p>	 <p>Слой металла, удаляемый механической обработкой</p> <p><math>S_1 \geq 0,7S</math></p>	32 42 52	4	14	±3,0	7	+3 -2
				6	17		8	
				8	20		10	
				10	24	±4,0	12	±3
				12	28		14	
				14	32	±5,0	16	+4 -3
				16	36		18	
				18	40		20	
				20	44	±6,0	22	±4

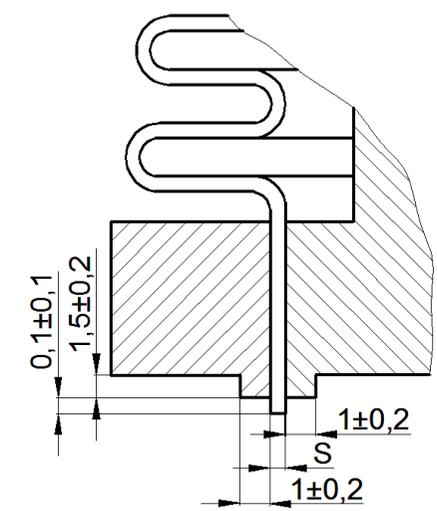
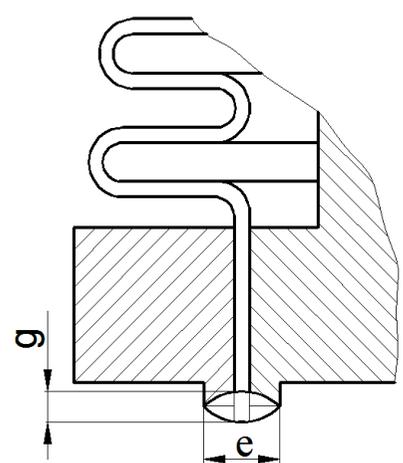
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e		g		
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	
У-5	 <p>Размер L устанавливается для каждого конкретного соединения. Соединение рекомендуется при соотношении <math>D/D_1 \leq 0,4</math>.</p>		32 42 52	4	5	±2,0	5	+2	
				5	6				
				6	8				
				8	11	±4,0	6	+3	
				10	14		8		
				12	17		9		
				14	20		10		
				16	23		11		
				18	26		13		+4
				20	28		14		

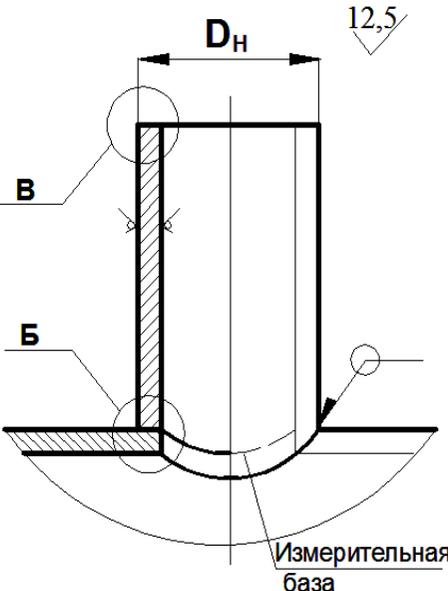
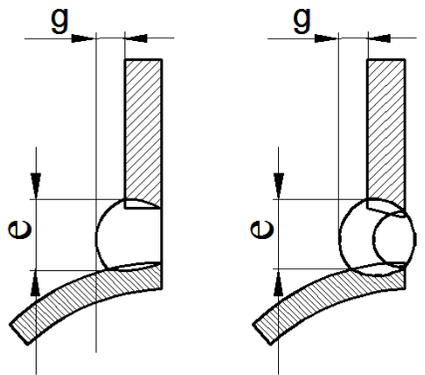
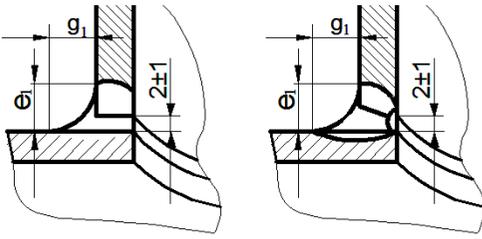


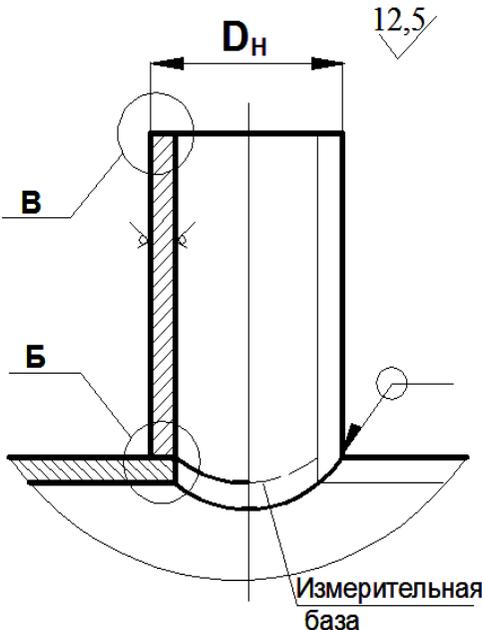
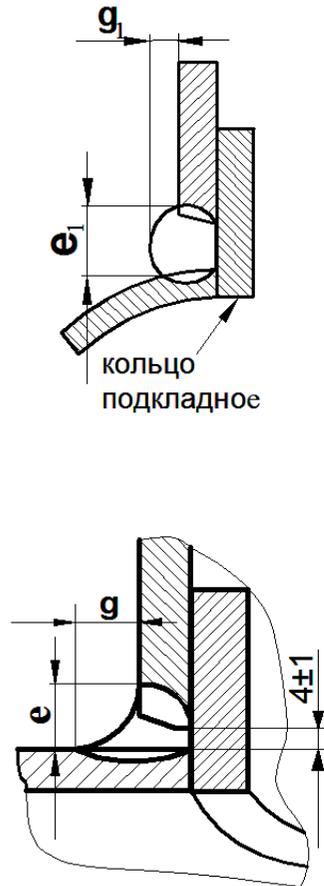
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
У-8			51	1,0	3,0	+1,5 -0,5	1,5	+0,5
				1,5	3,5		2,0	
				2,0	4,0		2,5	
				2,5	4,5	+2,5 -0,5	3,0	
				3,0	5,0			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	h <sub>1</sub>		R		t, не менее
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	
У-9			51	1,0	3,5	±0,5	±0,2	0,5	1,0
				1,5				0,8	1,5
				2,0	4,0			1,0	2,0
				2,5	4,5			1,2	2,5
				3,0	5,0			1,5	3,0

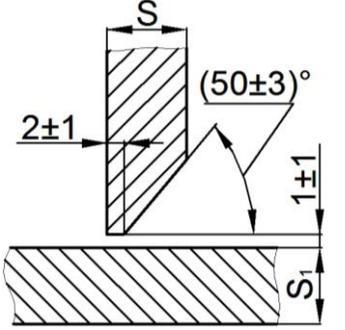
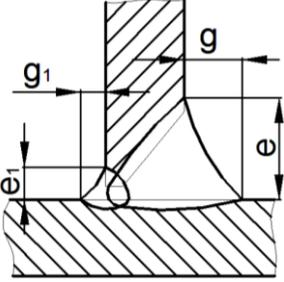
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
У-10			40	22	36	+3	2	+2 -1
				24	39			
				26	41			
				30	46			
				34	49			
				40	59			
				44	64			
				50	72			
				54	76			
				60	87			
				64	90	3	±2	
				70	97			

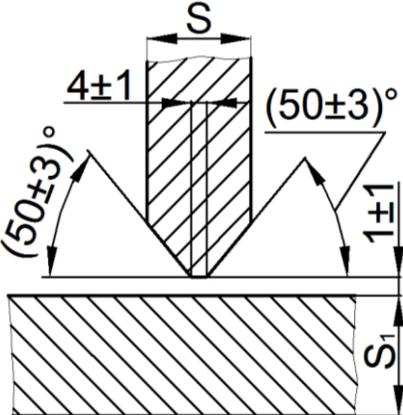
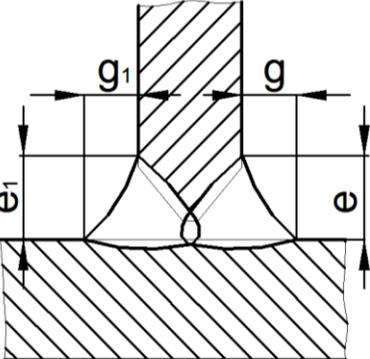
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S, суммарная толщина стенки многослойного сильфона	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
У-11			51 52	$0,85 \pm 0,1$	2,85	$\pm 0,5$	1,5	- 0,5

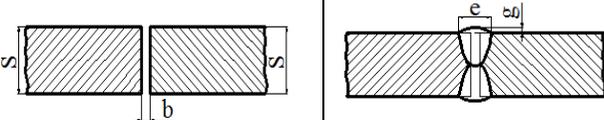
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Условный проход		Размеры присоединяемой к штуцеру трубы, $D_n \times \delta$	Размеры шва			
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		Штуцера	Основного трубопровода		e	e <sub>1</sub>	g	g <sub>1</sub>
У-12		<p>Кромка "Б"</p>  <p>После механической обработки</p> 	30 40 52	10	65-1200	14 x 2,0	5	6	2	2
				15	80-1200	18 x 2,5				
				20	100-1200	25 x 3,0				
				25	125-1200	32 x 2,5				
				32	150-1200	38 x 3,0				
				50	150-400	57 x 3,0				
					500-1200		6			
				60	150	76 x 4,5	13			
					200-250		11			
					600-1200		9			

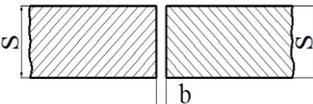
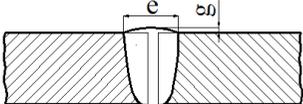
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Условный проход		Размеры присоединяемой к штуцеру трубы, $D_n \times \delta$	Размеры шва					
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		Штуцера	Основного трубопровода		e	e <sub>1</sub>	g	g <sub>1</sub>		
У-13			30 40 52	125	133 x 4	125	10	7	2	4		
						150	14					
						200	15	9	5	5		
						250	19					
						300	13	9	5	5		
						350; 400	20					
						500; 600	12	9	5	5		
						600; 900	16					
						от 700 до 1000	11	9	5	5		
						от 1200 до 1600	10					
						150	159 x 5	150	12	8	2	4
								200	13			
				250	18			13	3	7		
				300	14							
				350; 400	20			15	8	8		
				350	14							
				500; 600	20			15	8	8		
				от 700 до 900	15							
				от 1000 до 1600	22			15	8	8		
					14							
					19			15	8	8		
					13							
					12	11	5	5				

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Условный проход		Размеры присоединяемой к штуцеру трубы, $D_H \times \delta$	d	D <sub>H</sub>	d <sub>B</sub>	S	Размеры шва						
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		Штуцера	Основного трубопровода						e	g					
													e	g			
У-14			30 40 52	80-1600	14 x 2	$7^{+0,036}$	14	11	2,0	14	7						
					18 x 2	$11^{+0,043}$	18	15									
					25 x 2	$17^{+0,043}$	25	22				3,0					
								25		32 x 2	$24^{+0,052}$	32	29	4,5	16	8	
								32		38 x 2	$29^{+0,052}$	38	35				3,5
								50		57 x 3	$47^{+0,062}$	57	52				5,5
								65		76 x 3	$65^{+0,074}$	76	71				4,5

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e		e <sub>1</sub>		g		g <sub>1</sub>	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение						
Т-1	 <p><math>S_1 \geq S</math></p>		11 31 40 52	4	7	±2	6	±2	4	+2 -1	3	+2 -1
				6	10	±3	8	±3	5	+3 -2	4	
				8	14				7			
				10	16				8			
				12	20	±4	10	±4	10	+4 -3	5	
				14	24				12			
				16	26				13			
				18	28	±5	14	±4	14	+5 -4	7	
				20	30				15			
				22	34				17			
				25	37		18		18		9	+3 -2

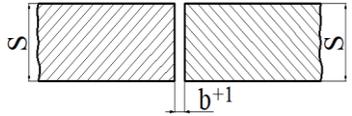
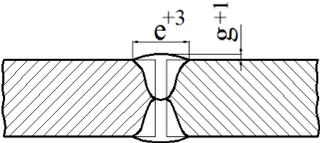
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e		g	
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
T-2	 <p style="text-align: center;"><math>S_1 \geq S</math></p>		10 30	10	8	±2	4	+2
				15	12		6	-1
				20	15	±3	7	+3
				25	18		9	-2
				30	23	±4	11	+4
				40	30		15	-3
				50	37	±5	18	+5
				60	44	±6	22	+6
				70	52		23	
				80	60		30	
				90	67	±8	33	+8
				100	74		37	-6

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	Сплавы типа ПТ-3в и 5В								
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		сплавы типа ПТ-3В	сплавы типа 5В		В		g		e		R		
							Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение			
С1			51,52	без присадки	без присадки	от 0,5 до 1,0 включительно	0	+0,2	0	+0,5	3	+2			
				ВТ1-00св.С	2В	свыше 1,0 до 2,0 включительно		+0,5		+1,0		+5			
			А	ВТ1-00св.С	2В	от 5 до 12 включительно		+1,0	3	+2,0	25	+10			
						свыше 12 до 15 включительно				4				+3,0	
						свыше 15 до 22 включ.									5
						свыше 22 до 25 включительно									
			51,52	2В	от 3 до 6 включительно	+1,0		5	7	+5	3				
					свыше 6 до 10 включительно						6				
					свыше 10 до 12 включительно	0,5		0			+1,0	7		+5	8
					свыше 12 до 16 включительно	1,0									10

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	Сплавы типа ПТ-3в и 5В					
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		сплавы типа ПТ-3В	сплавы типа 5В		В		g		e	
							Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С2			52	ВТ1-00св.С	2В	от 0,8 до 1,5 включительно	0	+0,5	0	+0,5	не устанавливается	
						от 1,5 до 2,0 включительно				+1,0		
			51,52	2В	от 3 до 6 включительно	0	+1,0	0	+1,0	5		
					свыше 6 до 10 включительно					7		+5
свыше 10 до 12 включительно												
свыше 12 до 16 включительно	1,0											

Примечание.  
Для сплавов марок ВТ1-0, ВТ1-00 и Сп.40 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

Таблица № 5.52

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	b	g для сплавов типа		e	
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		сплавы типа ПТ-3В	сплавы типа 5В			ПТ-3В	5В		
									2В		ВТ6св
СЗ			52	2В	2В или ВТ6св	от 3 до 5 включительно	3	0	0,5	6	
						свыше 5 до 9 включительно	4		1,0		8
						свыше 9 до 15 включительно	5		10		

Примечания

- Для сплавов марок ВТ1-0, ВТ1-00 и Сп.40 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.
- При  $S \geq 10$  мм разрешается выполнять предварительно наплавленные валики по типу С8 и С9. При этом:
  - ширина валика  $d = 0,5S$  при наплавке по типу С8 и  $d = 3^{-7}$  мм – по типу С9;
  - зазор между валиками – не менее 3 мм.
- В случае выполнения после сварки механической обработки поверхности для сплавов типа 5В - применять проволоку марки ВТ6св.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки	S	Сплавы типа ПТ-3в и 5В								
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения				b		g		e		S1	K	
						Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение
C5			52	2В	От 0,5 до 1,0 включительно	1	+1,0	0	+0,5	3	+2	8	-	-
					2,0	2	+2,0	5	+3					
					3,0	3	+3,0	7						
					4,0	4		8						
51, 52		51, 52	2В	от 4 до 6 включительно	0	+1,0	0	+1,0		5	+5	16	-	-
				от 6 до 10 включительно					7	25				
У2			51, 52	2В	от 3 до 6 включительно	0	+1,0	0	+1,0	5	+5	-	3	+2
У3					свыше 6 до 10 включительно					7				

## Примечания.

1. При невозможности в соединении C5 обеспечить защиту поддувом аргона с обеих сторон ребра одновременно – S<sub>1</sub> должна быть не менее 25 мм.
2. Приварка ребер (S<sub>1</sub>) к листовым деталям (S) угловым швом не производится.
3. Соединение C5 толщиной от 3 до 10 мм включительно разрешается выполнять способом сварки 51.
4. При S ≤ 6 мм в соединениях У2 и У3 допускается оплавление всех кромок. Детали по толщине S<sub>1</sub> или S<sub>1</sub> – 10.
5. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

Таблица № 5.54

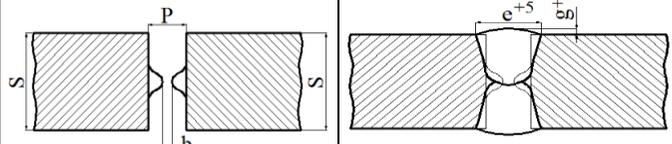
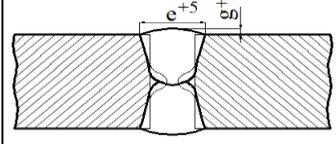
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	b		Сплавы типа ПТ-3В		Сплавы типа 5В								
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		сплавы типа ПТ-3В	сплавы типа 5В		Номинальное значение	Предельное отклонение			Марка проволоки		2В		ВТ6св				
									g	e	g	e	g	e					
															g	e	g	e	
С6			52	2В.	ВТ6св или 2В	от 3 до 5 включительно	3	+1	0,5	6	1,0	8	6						
														свыше 5 до 10 включительно	4	8	1,5	12	8
														свыше 10 до 15 включительно	5	10	2,5	20	10
														свыше 15 до 18 включительно	7	12			12
У4			52	2В.	ВТ6св или 2В	свыше 18 до 30 включительно	9	±1	0	14	2,5	20	14						
														свыше 30 до 45 включительно	11	16	16		
У5			52	2В.	ВТ6св или 2В	свыше 45 до 60 включительно	13	+2 -1	0	18	2,0	20	18						

Примечания.

1. Для сплавов ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С при g-0.

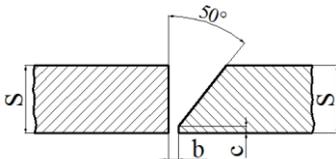
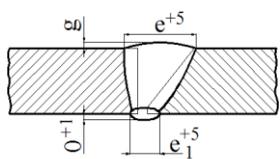
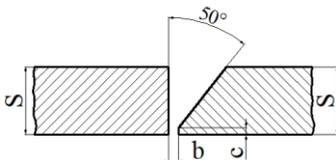
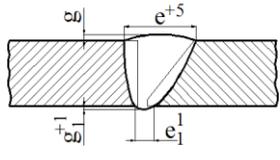
2. В качестве остающейся подкладки допускается использовать поясok штатного ребра жесткости конструкции.

Таблица № 5.55

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	P		b		g для сплавов типа		e	
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		сплавы типа ПТ-3В	сплавы типа 5В		Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	ПТ-3В	5В		
												Марка проволоки		
С7			52	2В	ВТ6св или 2В	от 15 до 20 включительно	7	+1	3	+1	0	1,0		10
						свыше 20 до 26 включительно	8							12
						свыше 26 до 30 включительно	9							14
						свыше 30 до 36 включительно	10							16
						свыше 36 до 45 включительно	11							18
						свыше 45 до 50 включительно	12							20
					2В	свыше 50 до 60 включительно	13	+2 -1	4	+1	0	0,5	22	
						свыше 60 до 70 включительно	14						24	
						свыше 70 до 80 включительно	15						25	
						свыше 80 до 100 включительно	17						28	
						свыше 100 до 130 включительно	19						30	
						свыше 130 до 160 включительно	21							
						свыше 160 до 250 включительно	22							
						свыше 250 до 500 включительно	24							
						5								

Примечание.

Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С при g=0.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	С		b		Сплавы типа ПТ-3В			Сплавы типа 5В													
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		Сплавы типа			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	g		e	Марка проволоки													
				ПТ-3В	5В						Номинальное значение	Предельное отклонение		2В		ВТ6св											
														Номинальное значение	Предельное отклонение	e	Номинальное значение	Предельное отклонение	e								
C8			52	2В	ВТ6св или 2В	3	0	+0,5	0	+0,5	0,5	8	1,0							+1	8			8			
C9			52	2В	ВТ6св или 2В	от 3 до 4 включительно	0	+0,5	0	+0,5	1,0	+1	8	1,0	+1	8	0,5	+1	8								
						от 4 до 6 включительно					2,5		12			1,5			12								
						свыше 6 до 10 включительно					2,0		14			2,0			16	2,0	16	2,0	16				
						свыше 10 до 14 включительно	1	+1	0	+0,5	3,0	+1,0 -0,5	+1	0	+0,5	3,0	+2	24	4,0	+2	24	1,5	+1	20			
						свыше 14 до 16 включительно					4,0					32		6,0			40			5,0	40	2,0	25
						свыше 16 до 20 включительно					4,0					32		6,0			48			2,0	48	2,0	25
						свыше 20 до 24 включительно	2	±1,5	+1	0	5,0	+1	0	+0,5	+0,5	5,0	+2	40	7,5	+2	60	2,5	+2	30			
						свыше 24 до 28 включительно					6,5					52		10,0			80			3,5	80	3,5	40
						свыше 28 до 32 включительно					7,0					56		12,0			96			4,0	96	4,0	44
						свыше 32 до 36 включительно	2	±1,5	+1	0	8,0	+1	0	+0,5	+0,5	8,0	+2	64	13,0	+2	104	4,0	+2	48			
						свыше 36 до 40 включительно					9,0					72		15,0			120			5,0	120	5,0	56
						свыше 40 до 46 включительно					10,0					80		16,0			128			6,0	128	6,0	60
						свыше 46 до 50 включительно	2	±1,5	+1	0	12,0	+1	0	+0,5	+0,5	12,0	+2	96	18,0	+2	144	6,0	+2	64			
						свыше 50 до 56 включительно					19,0					156		6,5			156			6,5	156	6,5	68
свыше 56 до 60 включительно																											

Примечания.

1. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

2. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 размеры выпуклости шва должны соответствовать размерам швов, выполненных проволокой марки ВТ6св.

Таблица № 5.57

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	С		b		Сплавы типа ПТ-3В		Сплавы типа 5В				
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		Сплавы типа			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	g		Марка проволоки				
				ПТ-3В	5В						e	2В		ВТ6св			
												Номинальное значение	Предельное отклонение	e	Номинальное значение	Предельное отклонение	e
С11  У6  У7			52	2В	ВТ6св или 2В	3	+0,5	0	+0,5	0,5	8						
						от 3 до 4 включительно	+1	1	+1	1,0	12	1,5	12	0,5	12		
						от 4 до 6 включительно				1,5	14	2,0	16	3,0	24	1,0	16
						свыше 6 до 10 включительно				2,0	16	3,0	24	4,0	32	1,5	20
						свыше 10 до 14 включительно				3,0	24	5,0	40	2,0	25		
						свыше 14 до 16 включительно					32	6,0	48	2,5	30		
						свыше 16 до 20 включительно				4,0	40	7,5	60	3,5	40		
						свыше 20 до 24 включительно					5,0	2	+2	40	7,5	60	2,5
						свыше 24 до 28 включительно				6,5	52	10,0	80	3,5	40		
						свыше 28 до 32 включительно					7,0	56	12,0	96	4,0	44	
						свыше 32 до 36 включительно				8,0	64	13,0	104	4,0	48		
						свыше 36 до 40 включительно					9,0	72	15,0	120	5,0	56	
						свыше 40 до 46 включительно				10,0	80	16,0	128	6,0	60		
						свыше 46 до 50 включительно					+2	80	16,0	144	6,0	64	
						свыше 50 до 56 включительно				96		18,0	156	6,5	68		
свыше 56 до 60 включительно	19,5	156	6,5	68													

## Примечания

1. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.
2. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 высота выпуклости шва кромки по толщине S1 или S1-10
3. При  $S < 6$  мм в соединениях У8 и У9 допускается оплавление всей кромки по толщине S1 или S1-10

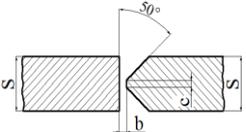
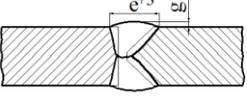
Таблица № 5.58

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	Сплавы типа											
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		сплавы типа ПТ-3В	сплавы типа 5В		ПТ-3В			5В								
							g		e	Марка проволоки								
							Номинальное значение	Предельное отклонение		2В			ВТ6св					
										Номинальное значение	Предельное отклонение	e	Номинальное значение	Предельное отклонение	e			
C14			52	2В.	ВТ6св или 2В	свыше 32 до 36 включительно	6	48	11	88	3,0	40						
C15						свыше 36 до 40 включительно							7	56	12	96	45	
C16						свыше 40 до 46 включительно.							8	64	14	112	4,0	48
C17						свыше 46 до 50 включительно							9	72	15	120	5,0	52
						свыше 50 до 56 включительно							10	80	17	136		54
						свыше 56 до 60 включительно							11	88	18	144	5,5	58

## Примечания

1. В соединениях C17 и C19 первый проход должны выполнять методом, обеспечивающим формирование шва с обратной стороны.
2. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.
3. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 размеры выпуклости шва должны соответствовать размерам швов, выполненных проволокой марки ВТ6св.

Таблица № 5.59

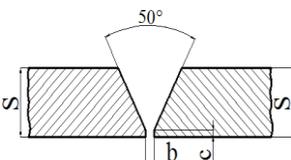
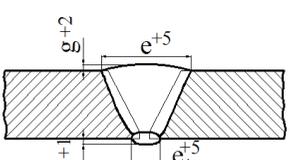
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	C		b		Сплавы типа ПТ-3В		Сплавы типа 5В																
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		Сплавы типа			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	g		e	Марка проволоки															
				ПТ-3В	5В						Номинальное значение	Предельное отклонение		2В		ВТ6св													
														e	Номинальное значение	Предельное отклонение	e	g		e									
Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение																								
С18			52	2В	ВТ6св или 2В	свыше 4 до 6 включительно	0	1	+0,5	0,5	+1	6	1,0	+1	8	0	+1	12	0,5	+1	16								
						свыше 6 до 10 включительно																10	2,5	20	1,0	10			
						свыше 10 до 16 включительно	1	2	+1,0	1,5	+2	12	2,5	20	3,5	+2	24	5,0	40	2,0	+2	48	2,5	24					
						свыше 16 до 24 включительно																			20	3,5	28	6,0	22
						свыше 24 до 32 включительно	2	4	±1,0	+2	3,0	36	7,0	40	8,0	+2	44	9,0	72	3,0	+2	80	3,5	26					
						свыше 32 до 36 включительно																			28	6,0	28	6,0	22
						свыше 36 до 42 включительно																			36	7,0	36	7,0	24
						свыше 42 до 46 включительно																			40	8,0	40	8,0	26
						свыше 46 до 52 включительно																			44	9,0	44	9,0	28
						свыше 52 до 60 включительно																			48	10,0	48	10,0	30

Примечания.

1. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

2. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 размеры выпуклости шва должны соответствовать размерам швов, выполненных проволокой марки ВТ6св.

Таблица № 5.60

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	С		b		Сплавы типа				e1	
				Сплавы типа			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	ПТ-3В		5В			
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		ПТ-3В	5В						g	e	Марка проволоки			
							2В	ВТ6св	g	e			g	e		
С19			52	2В	ВТ6св или 2В	3	0	0,5	0	+0,5	0,5	8	1,0	8	0,5	8
						свыше 3 до 5 включительно	1	0,5	0,5	1,0	12	1,5	12	1,0	16	
						свыше 5 до 10 включительно										2,0
						свыше 10 до 16 включительно	2	+1,0	1,0	3,0	24	5,0	40	1,5	21	8
						свыше 16 до 20 включительно										
						свыше 20 до 24 включительно	4	±1,0	2,0	+1,0	6,5	52	10,5	80	3,5	40
свыше 24 до 32 включительно	8,0	64	13,0	104	4,0	48										
свыше 32 до 40 включительно																
свыше 40 до 46 включительно	16,0	128	6,0	60												
свыше 46 до 50 включительно					12,0	96										
свыше 50 до 56 включительно	19,5	156	6,5	68												
свыше 56 до 60 включительно																

Примечания.

1. В соединении С24 первый проход должны выполнять методом, обеспечивающим формирование шва с обратной стороны.

2. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

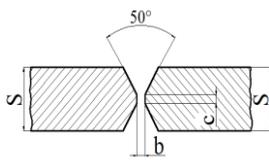
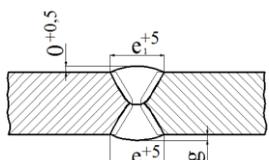
3. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 размеры выпуклости шва должны соответствовать размерам швов, выполненных проволокой марки ВТ6св.

Условное значение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	Сплавы типа								
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		сплавы типа			ПТ-3В			5В					
				ПТ-3В	5В		g		e	Марка проволоки					
							2В			ВТ6св					
							g			e	g		e		
Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение										
С21		52	2В	ВТ6св или 2В	от 3 до 4 включительно	0,5	+1	6	1	+1	8	0,5	+1	6	
					свыше 4 до 6 включительно	1,0								10	2
					свыше 6 до 10 включительно	2,0		16	3	+2	24	1,5		16	
					свыше 10 до 15 включительно	3,0								24	5

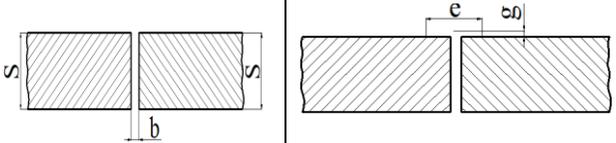
Примечание.

Для сплавов марок ВТ1-0 и Вт1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

Таблица № 5.62

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	b		c		Сплавы типа ПТ-3В		Сплавы типа 5В										
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		сплавы типа			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	g		Марка проволоки										
				ПТ-3В	5В						e	g		2В		ВТ6св		e1					
												Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение			
С24			52	2В	ВТ6св или 2В	от 4 до 6 включительно	1	+0,5	0	+1	0,5	6	1,0	8	0	+1	10	10					
						свыше 6 до 10 включительно					1,0								8	2,0	16	7	7
						свыше 10 до 16 включительно	2	+1,0	1	+1	1,5	12	3,5	28	+1	15	15						
						свыше 16 до 24 включительно												2,0	16	5,5	44	15	15
						свыше 24 до 32 включительно												3,0	+2	24	7,0	56	18

Примечание.  
Для сплавов марок ВТ1-0 и Вт1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки	S	Сплавы типа ПТ-3В и 5В					
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения				b		g		e	
						Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С32		60	Без присадки	от 2 до 10 включительно	0	+0,1	0	+3	5	+5	
				свыше 10 до 40 включительно					1		10
				свыше 40 до 70 включительно				2		+5	13
				свыше 70 до 100 включительно					3	+6	18
				свыше 100 до 160 включительно				+0,3		+7	20
				свыше 160 до 200 включительно					+9		25
				свыше 200 до 240 включительно				+0,4	+11	28	+12
				свыше 240 до 300 включительно						+13	

Примечание.  
В случае удаления выпуклости шва механической обработкой размеры «g» и «e» не контролируются.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки	S	С		b		Сплавы типа ПТ-ЗВ		Сплавы тип 5В		К					
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения				Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	g	e	g	e						
															g	e	g	e	
У14		52	2В	3	+1,0	+0,5	0	+0,5	0,5	6	0,5	6	2						
				свыше 3 до 6 включительно										0	1	1,0	18	2,0	18
				свыше 6 до 10 включительно															
				свыше 10 до 14 включительно										1	2	1,5	24	2,0	24
				свыше 14 до 16 включительно															
				свыше 16 до 20 включительно										2	3	2,0	35	4,0	35
				свыше 20 до 24 включительно															
				свыше 24 до 28 включительно															
				свыше 28 до 32 включительно										2	4	±1,0	48	6,0	48
				свыше 32 до 36 включительно															
				свыше 36 до 40 включительно															
				свыше 40 до 46 включительно															
				свыше 46 до 50 включительно															
				свыше 50 до 56 включительно															
				свыше 56 до 60 включительно										2	8,0	100	15,5	124	
				свыше 56 до 60 включительно															

Примечания.

1. Для сплавов марок ВТ1-0 и Вт1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

2. При  $S \leq 6$  мм допускается оплавление всей кромки детали по толщине  $S1$ .

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки	S	С		b		g для сплавов типа				e	e1			
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения				Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	ПТ-3В		5В						
										Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение					
У15		52	2В	3	0	+0,5	0	+0,5	+1	0,5	+1	10	4					
				свыше 3 до 6 включительно										1	+1,0	1,0	1,0	12
				свыше 6 до 10 включительно														
				свыше 10 до 16 включительно	1	+1,0	3,0	4,0	+2	26	6							
				свыше 16 до 20 включительно								3	+1,0	4,0	5,0	32	8	
				свыше 20 до 24 включительно														4
				свыше 24 до 28 включительно	2	+1,0	6,0	7,0	+2	44	10							
				свыше 28 до 32 включительно								7,0	+2	8,0	9,0	52		
				свыше 32 до 36 включительно													9,5	+2
				свыше 36 до 40 включительно	4	±1,0	7,0	11,0	+2	66	12							
				свыше 40 до 46 включительно								9,5	+2	13,0	14,0	78		
				свыше 46 до 50 включительно													10,1	+2
				свыше 50 до 56 включительно	10,1	+2	15,0	17,0	95	105								
				свыше 56 до 60 включительно							10,1	+2	17,0	105	+2	105	12	

Примечания.

1. Для сплавов марок ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

2. При  $S \leq 6$  мм допускается оплавление всей кромки детали по толщине S1.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки		S	C		b		Сплавы типа				
				Сплавы типа			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	ПТ-3В		5В		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		ПТ-3В	5В						g	e	Марка проволоки		
							g	e	g	e					
У16		52	2В	ВТ6св или 2В	от 3 до 4 включительно	0	+0,5	1,5	±0,5	0,5	8	1,0	8	0,5	8
					свыше 4 до 6 включительно					2,5	1,0	12	1,5		12
					свыше 6 до 10 включительно						2,0	16	3,0	24	1,0
					свыше 10 до 14 включительно	1	+1,0 -0,5	4,0	3,0	24	4,5	36	1,5	21	
					свыше 14 до 20 включительно				4,0	32	6,0	48	2,0	25	
					свыше 20 до 24 включительно				5,0	40	7,5	60	2,5	30	
					свыше 24 до 28 включительно	2	+1,0	4,5	+1,5	6,0	48	9,0	72	3,5	34
					свыше 28 до 32 включительно					7,0	56	11,5	92	3,5	40
					свыше 32 до 36 включительно										7,0
					свыше 36 до 40 включительно	8,0	64	13,0	104	4,0	48	15,0	120	5,0	56
					свыше 40 до 46 включительно										
					свыше 46 до 50 включительно	12,0	96	18,0	144	6,0	64	18,0	144	6,0	64
					свыше 50 до 56 включительно										
					свыше 56 до 60 включительно										

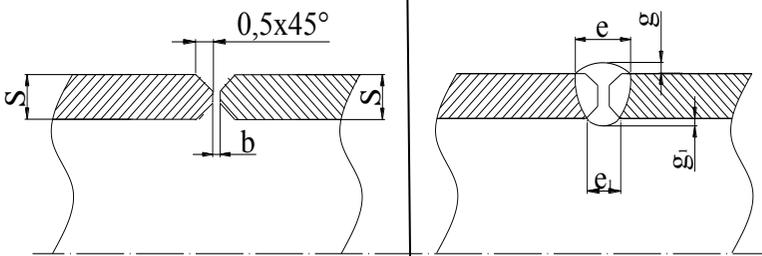
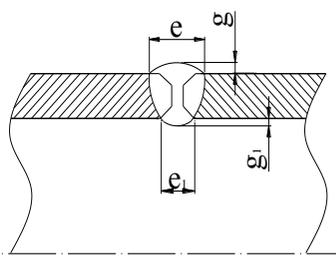
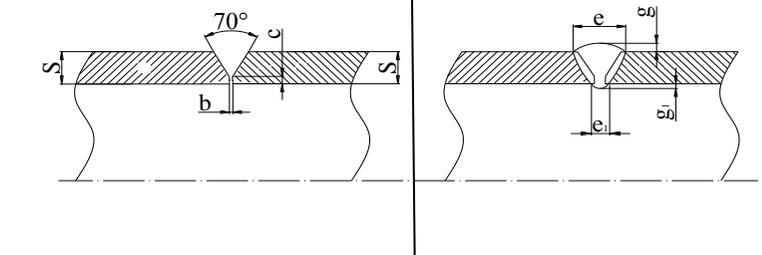
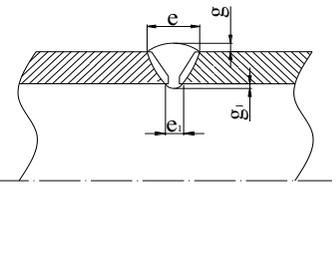
Примечания.  
1. Первый проход должны выполнять методом, обеспечивающим обратное формование.  
2. Для сплавов марок ВТ1-0 и Вт1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.  
4. При  $S \leq 6$  мм допускается оплавление всей кромки детали по толщине  $S_1$ .

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Марка проволоки	S	P		b		g для сплавов типа		e, e1
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения				Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	ПТ-3В	5В	
У19		52	2В	свыше 4 до 6 включительно	0	+1	1	+0,5	0,5	1,0	4	
				свыше 6 до 10 включительно					1,0	2,0	6	
				свыше 10 до 16 включительно					1	2	+1,0	2,0
				свыше 16 до 24 включительно	2		3	±1,0	3,0	5,0	16	
				свыше 24 до 32 включительно			4,0		7,0	20		
				свыше 32 до 36 включительно			4,5		8,0	22		
				свыше 36 до 42 включительно			5,0		9,0	26		
				свыше 42 до 46 включительно			6,0		10,0	28		
				свыше 46 до 52 включительно	7,0		11,5	32				
				свыше 52 до 60 включительно	8,5		13,5	36				

Примечания.

1. Для сплавов марок Сп.40, ВТ1-0 и ВТ1-00 - применять проволоку марки ВТ1-00св.С.

2. При  $S \leq 6$  мм допускается оплавление всей кромки детали по толщине  $S1$ .

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S=S_1$	$b$ +0, 1	$c$ -0,1	$g$		$g_1$		$e$	
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения					Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
ТС1			51 52	свыше 1.0 до 1,5 включительно	0	0,2	0,3	+0,2	0	+1,0	5	+2 -1
				свыше 1.5 до 2,5 включительно							6	+3 -2
ТС2			51 52	свыше 2,5 до 4,0 включительно	0	0,3	0,5	+0,5 -0,2	0	+2,0 -0,5	8	+3 -2
				свыше 4.0 до 6,0 включительно								

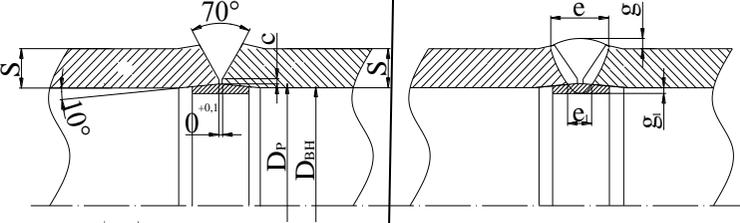
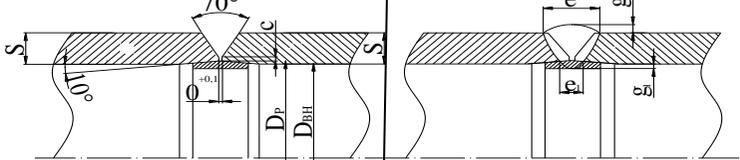
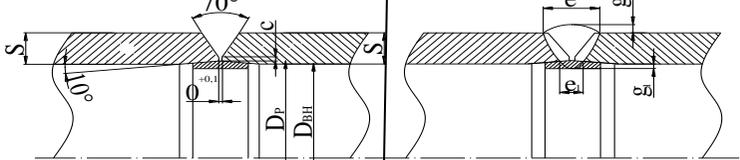
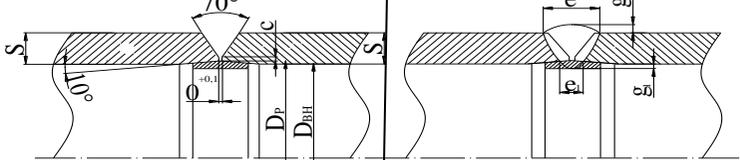
Примечания.

1. Размер  $e_1$  не контролируется
2. Соединение ТС2 применяется в диапазоне толщин 1,5 – 4,0 мм
3. Для соединений ТС2 допускается производить расточку изнутри для совпадения внутренних кромок при сборке.

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b		c +0,2	g		g <sub>1</sub>		e				
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение			
ТСЗ			51 52	свыше 4 до 5 включительно	0	+1	0,3	1,0	+0,3	0	+1,5 -0,6	8				
				свыше 5 до 6 включительно								9				
				свыше 6 до 7 включительно								10				
				свыше 7 до 8 включительно	+2									+2,0 -0,6	13	
				свыше 8 до 10 включительно											16	
				свыше 10 до 12 включительно											18	
				свыше 12 до 14 включительно											21	
				свыше 14 до 16 включительно	2,0										23	
				свыше 16 до 18 включительно											27	
				свыше 18 до 20 включительно											29	

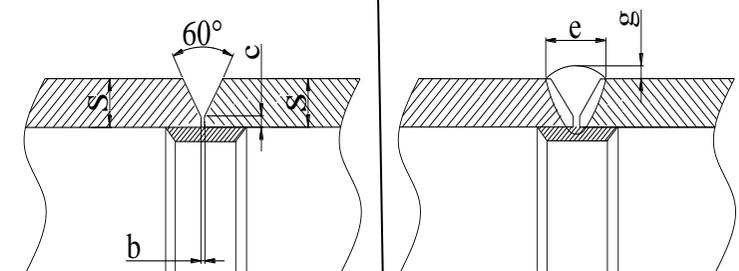
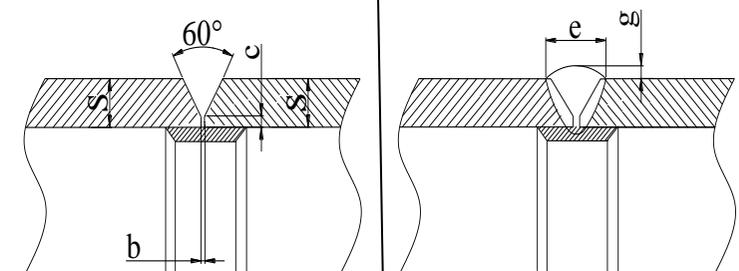
Примечания.

1. Для ручной сварки величина «с» допускается в размере  $1,0 \pm 0,3$  мм.
2. Размер  $e_1$  не контролируется.

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b +0, 5	c		g		e	
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения				Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
C4			51 52	свыше 1,5 до 2,0 включительно	2,5	0,5	+0,5 -0,3	2,0	+0,5	10	+2
				свыше 2,0 до 2,5 включительно						12	
				свыше 2,5 до 4,0 включительно						13	+3
				свыше 4,0 до 7,0 включительно						14	
				свыше 7,0 до 10,0 включительно						17	
TC5			51 52	свыше 10,0 до 13 включительно	2,5	1,0	+0,3	3,0	+1,0	20	+4
				свыше 13,0 до 14,0 включительно						24	
				свыше 14,0 до 15,0 включительно						26	
				свыше 15,0 до 16,0 включительно						28	
				свыше 16,0 до 20,0 включительно				3,0		34	

Примечание.

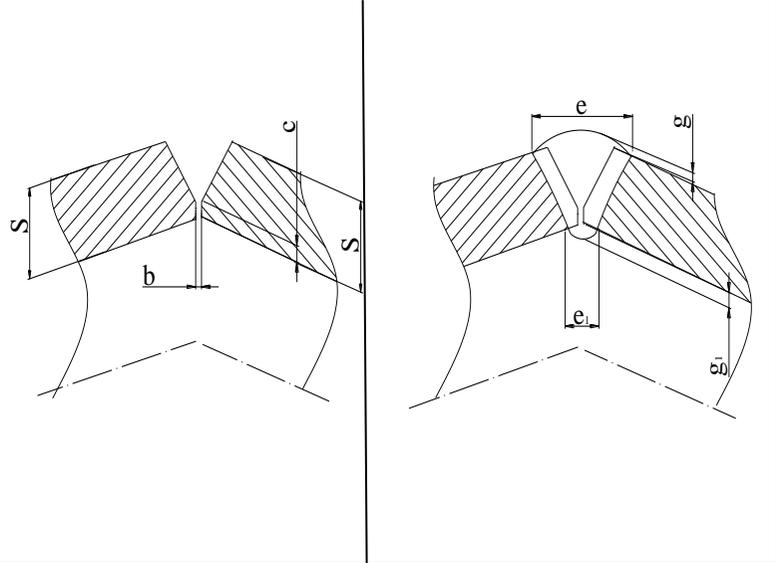
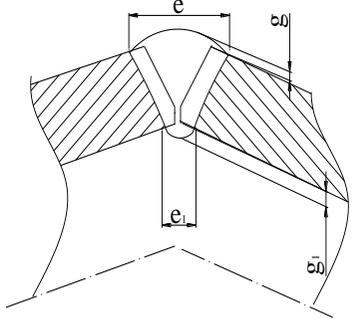
Соединение TC4 применяется в диапазоне толщин от 1,5 до 4,0 мм, а TC5 – от 4,0 до 20,0 мм

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b +1,5	с +0,3	g		e	
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения					Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
ТС6			51 52	свыше 2,0 до 4,0 включительно	2,5	0,5	1	+0,5	13	+2
				свыше 4,0 до 5,0 включительно					14	
				свыше 5,0 до 7,0 включительно					15	
				свыше 7,0 до 9,0 включительно					17	+3
				свыше 9,0 до 10,0 включительно					20	
				свыше 10,0 до 13,0 включительно					24	
				свыше 13,0 до 16,0 включительно					27	+4
				свыше 16,0 до 18,0 включительно					30	
				свыше 18,0 до 20,0 включительно					34	

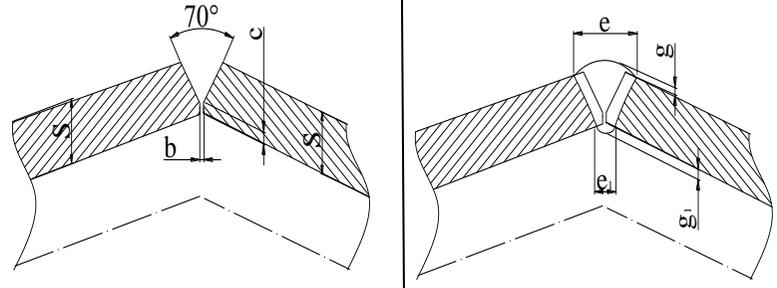
Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b +0,1	c -0,3	g		g <sub>1</sub>		e	
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения					Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
ТС7			51 52	свыше 4 до 8 включительно	0	1,0-5,5	1,5	+0,5	0	+2,0 -1,6	10	+2
				свыше 8 до 10 включительно			2,0	+1,0		+2,0 -1,1	12	
				свыше 10 до 12 включительно							14	
				свыше 12 до 15 включительно							15	
				свыше 15 до 18 включительно							16	
				свыше 18 до 20 включительно			2,5	20				

Примечание.  
Размер e<sub>1</sub> не контролируется.

Таблица № 5.73

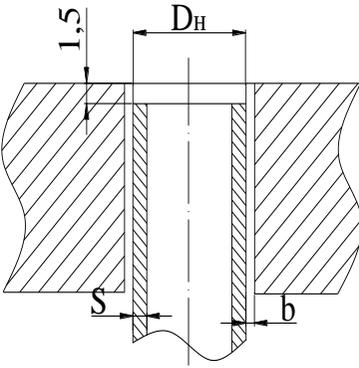
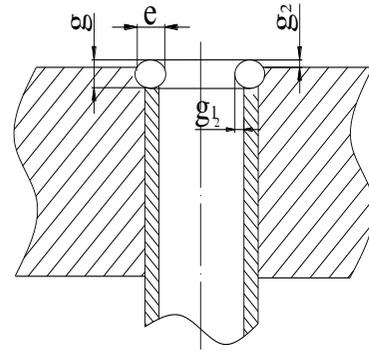
Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b +0,3	c +0,5	g +1,0	g <sub>1</sub>		e	
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения						Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
ТС8			51 52	свыше 6 до 7 включительно	0	1,5	2,0	0	+2,0 -1,6	18	+3
				свыше 7 до 9 включительно						19	
				свыше 9 до 10 включительно			3,0		+2,0 -1,1	20	
				свыше 10 до 12 включительно						21	
				свыше 12 до 14 включительно					23	+4	
				свыше 14 до 16 включительно					26		
				свыше 16 до 18 включительно					28		
				свыше 18 до 20 включительно					30		

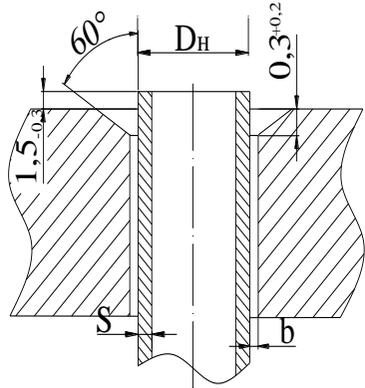
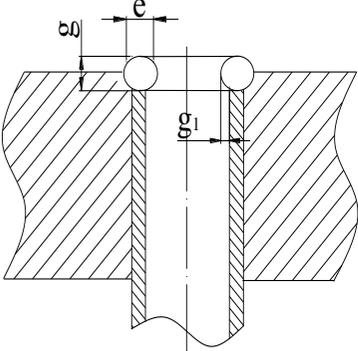
Примечание.  
Размер e<sub>1</sub> не контролируется.

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b +1,0	c ±0,3	g +1,0	g <sub>1</sub> ±0,05	e +4	e <sub>1</sub> ±1
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения								
ТС9			51 52	свыше 6 до 7 включительно	1,5	1,0	2,0	1,5	13	4
				свыше 7 до 9 включительно					17	
				свыше 9 до 10 включительно					20	
				свыше 10 до 12 включительно					24	
				свыше 12 до 14 включительно					26	
				свыше 14 до 16 включительно					28	
				свыше 16 до 18 включительно					30	
				свыше 18 до 20 включительно					34	

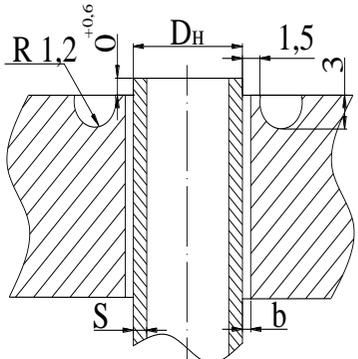
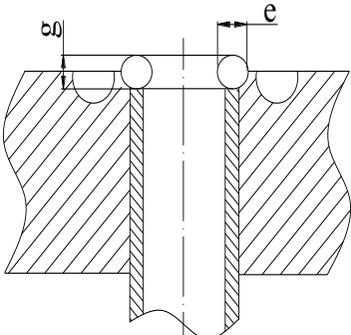
Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	S <sub>1</sub>	b +0,3	c +0,5	S <sub>2</sub> ±0,3	g		e	
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения						Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
ТС12			51 52	свыше 2 до 4 включительно	2,5	1,0	S <sub>1</sub> -0,5	2,0	+1,0	13	+2
				свыше 4 до 5 включительно						14	+3
				свыше 6 до 7 включительно						15	
				свыше 7 до 9 включительно						17	
				свыше 9 до 10 включительно						20	
				свыше 10 до 12 включительно						24	+4
				свыше 12 до 14 включительно						26	
				свыше 14 до 16 включительно						28	
				свыше 16 до 18 включительно						30	
				свыше 18 до 20 включительно						34	

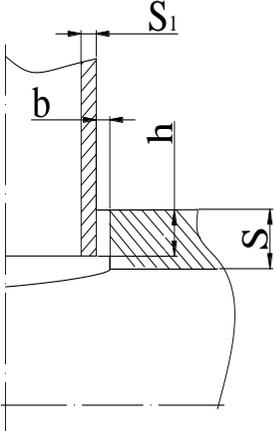
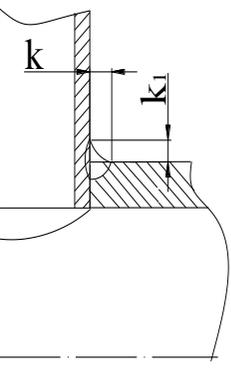
Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	S=S <sub>1</sub>	b	c +0,2	g +0,5	e	
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения						Номинальное значение	Предельное отклонение
ТС14			51 52	свыше 2,0 до 2,5 включительно	не более 0,1	11,5	11,0	10	+2
				свыше 2,5 до 3,5 включительно				11	+3
				свыше 3,5 до 6,0 включительно				12	
Примечания Соединение применять при Ду не менее 10 мм. Размер e <sub>1</sub> не контролируется.									

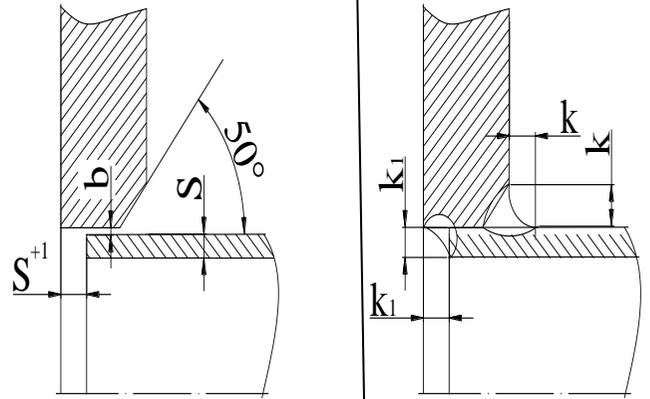
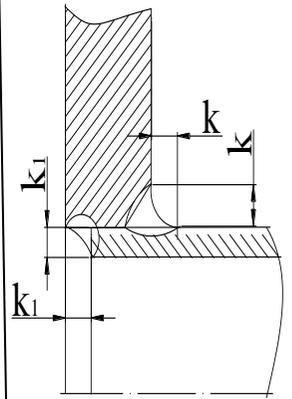
Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	D <sub>н</sub>	S <sub>1</sub>	b +1,0	g +0,5	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения							
ТУ1			51 52, 60	свыше 10 до 22 включи- тельно	свыше 0,6 до 1,0 включи- тельно	0	1,0	не более 0,3	не более 0,5
					свыше 1,0 до 1,5 включи- тельно		1,5		
					свыше 1,5 до 2,0 включи- тельно		2,0		
					свыше 2,0		2,5		не более 1,5
Примечание. Размер e <sub>1</sub> не контролируется.									

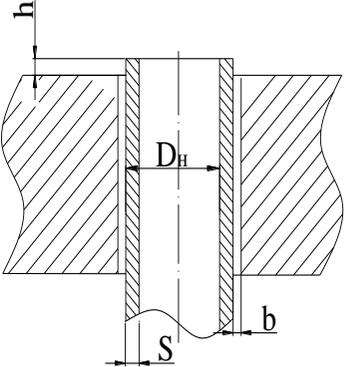
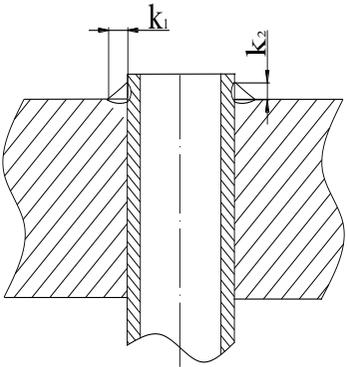
Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	D <sub>H</sub>	S <sub>1</sub>	b +1,0	g		g <sub>1</sub>
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения					Номинальное значение	Предельное отклонение	
ТУ2			51 52, 60	свыше 5 до 18 включительно	свыше 1,0 до 2,0 включительно	0	2,0	-0,1	0
				свыше 18 до 22 включительно	свыше 2,0 до 2,5 включительно		3,0	+1,0 -0,3	

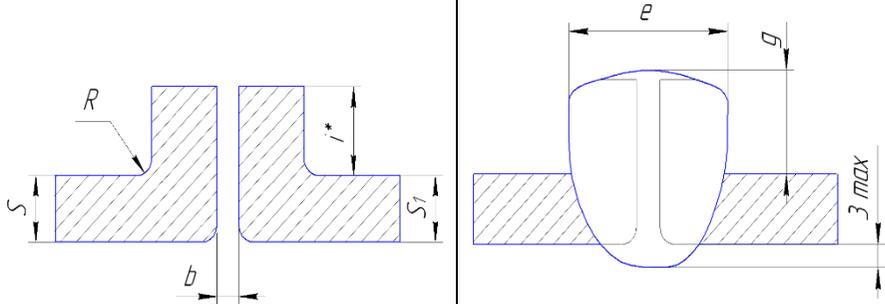
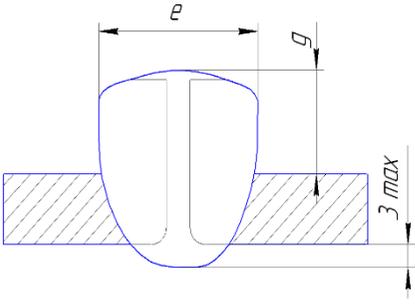
Примечание.  
При d<sub>H</sub> от 5,0 до 8,0 мм включительно допускается фаску 0,3 мм не выполнять.

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	D <sub>н</sub>	S <sub>1</sub>	b +0,1	g	
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения					Номинальное значение	Предельное отклонение
ТУЗ			51 52, 60	свыше 8 до 18 включительно	1,5	0	0,9	+0,3 -0,1
Примечание. Размер e <sub>1</sub> не контролируется.								

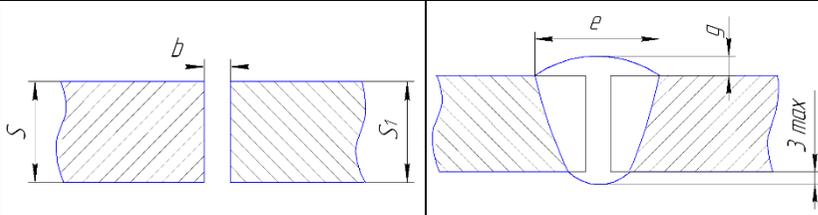
Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S_1$	$b$ +0,3	К		$K_1$	
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения				Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
ТУ4			51 52	свыше 1,5 до 3,0 включительно	0	4	+1	6	+1 +2
				свыше 3,0 до 4,0 включительно		5	+2	8	
				свыше 4,0 до 5,0 включительно		7		11	
				свыше 5,0 до 6,0 включительно		8	12		
				свыше 6,0 до 8,0 включительно		10	14		
				свыше 8,0 до 10,0 включительно		13	+3	15	+3
Примечание. $h=S-0,5$ мм.									

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	S <sub>1</sub>	В		К	К <sub>1</sub>
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения			Номинальное значение	Предельное отклонение		
ТУ8			51 52	свыше 2,0 до 3,0 включительно	0	+0,5	3	S
				свыше 3,0 до 4,0 включительно			4	
				свыше 4,0 до 6,0 включительно			6	
				свыше 6,0 до 20,0 включительно	+0,1	7	7	

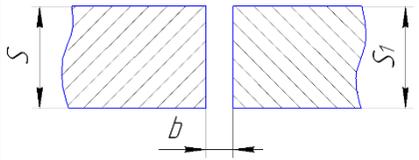
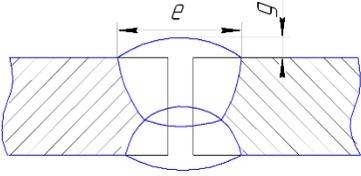
Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	D <sub>н</sub>	S	b		h	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
	подготовленных кромок под сварку	шва сварного соединения				Номинальное значение	Предельное отклонение			
ТУ10			51 52, 60	свыше 6 до 12 включительно	свыше 1,0 до 1,5 включительно	0	+0,5	свыше 2,0 до 5,0 включительно	свыше 2,0 до 3,0 включительно	свыше 1,5 до 4,0 включительно
				свыше 12 до 22 включительно	свыше 1,5 до 2,0 включительно		+0,1	свыше 5,0 до 7,0 включительно	свыше 3,0 до 4,0 включительно	свыше 4,0 до 5,0 включительно

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S = S <sub>1</sub> , мм	b мм		R, мм	i, мм	e, мм не более	g, мм	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение				Номинальное значение	Предельное отклонение
C1			52	0,8 - 1,0	0	+0,1	От S до 2,5S	От S до 2,5S	7	0,8	±0,5
				1,5						1,0	
				2,0						1,5	

Примечания:  
1. Звездочкой помечена справочная информация.  
2. Отбортовку кромок свариваемых деталей из термоупрочняемых сплавов марок АВ и САВ-1 произвести до термообработки.

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$s = s_1, \text{ мм}$	$b, \text{ мм}$		$e, \text{ мм, не более}$	$g, \text{ мм}$				
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение			
С2			52	0,8 - 1,0	0	+0,5	7	0,8	±0,5			
				2,5			10					
				4,0			12					
			53	4,0 - 6,0		+1,0	14	1,0	±1,0			
				8,0			19					
				10,0			21					
				12,0			23					
								+2,0				

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_l, мм$	$b, мм$		$e, мм, не более$	$g, мм$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение
С4			52	0,8 - 1,0	0	+0,5	7	0,8	$\pm 0,5$
				2,0			10		
				4,0			12		
				5,0			14		
				3,0 - 6,0			+1,0	2,0	
			8,0	16	$\pm 1,0$				
			10,0	18					
			12,0	20					

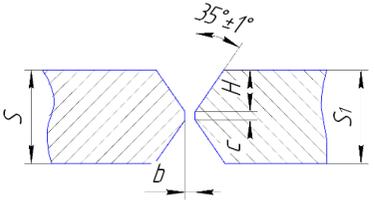
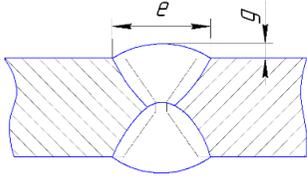
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1, мм$	$b, мм$		$e, мм, не более$	$g, мм$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предел. откл.		Номинальное значение	Предел. откл.
С7			52	2 - 3	0	+1	10	1	±0,5
				4		+1,5	12		
				6			16		
				8			19		
				10		+1,5	12	1	±0,5
			6	14					
			8	16					
			10	18			2	±1,0	
			12						

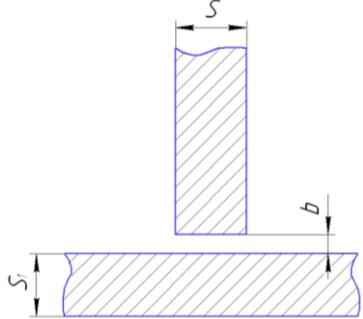
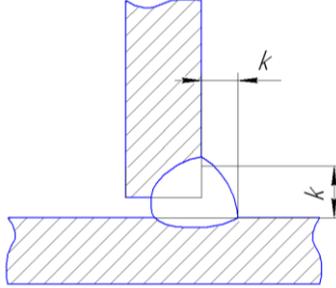
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1, \text{ мм}$	$b, \text{ мм}$		$c \pm 1, \text{ мм}$	$e, \text{ мм}$		$g, \text{ мм}$									
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение								
С17			52	4 - 6	0	+1	2	12	±2	2	±1								
				8				14											
				10				17											
				12				20											
				14				23											
				16				26											
				18				29											
				20				30											
				53				10 - 12				+2	4	18	±2	4	±3	4	+1 -2
								14						20					
			16		22														
			18		24														
			20		27														
			22		30														
			24		33														
			26		36														
			28		39														
			30		40														

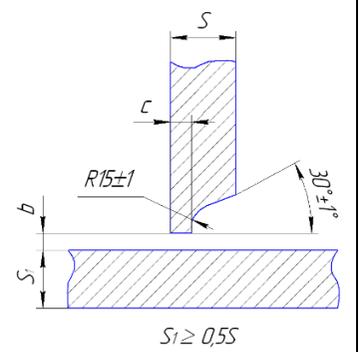
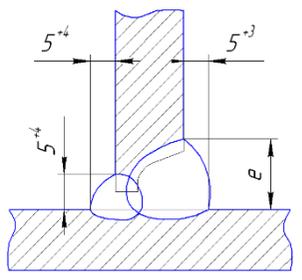
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$ , мм	$c \pm 1$ , мм	$e$ , мм		$g$ , мм		$b$ , мм						
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва				Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение					
С18			52	4 - 6	2	12	±2	2	±1	0	+2					
				8		14										
				10		17										
				12		20										
				14		23										
				16		26										
				18		29										
				20		30										
				53		10 - 12						4	18	±2	4	+1 -2
						14							20			
			16		22											
			18		24											
			20		27											
			22		30											
			24		33											
			26		36											
			28		39											
			30		42											

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$ , мм	$b$ , мм		$c \pm 1$ , мм	$e$ , мм		$e_1 \pm 2$ , мм	$g$ , мм			
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение		
													Номинальное значение	Предельное отклонение
С21			52	0	+1	2	12	±2	10	2	±1			
							14							
							16							
							19							
							22							
							25							
							28							
							31							
							36							
							40							
			53	+2	5	±3	14	3	±1					
										44				
										18	±2	15	5	+1 -2
										20				
										23				
										27				
										31				
										36				
										42				
										8				
18														
20														
23														
27														
31														

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S - S_1$ , мм	$c \pm 1$ , мм	$e \pm 3$ , мм	$e_1 \pm 2$ , мм	$g$ , мм		$g_1$ , мм		$b$ , мм				
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва						Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение			
С23			52	12 - 14	3	27	13	3	±1	2	±1	0	±2			
				17		28										
				20		29										
				23		30										
				26		31										
				30		32										
			53	12 - 14	5	27	4	+1 -2	3	±2	4					
				17	8	28										
				20		29										
				23		30										
				26		15										5
				30												

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S - S_L$ , мм	$c \pm 1$ , мм	$H \pm 1,5$ , мм	$e \pm 3$ , мм	$g$ , мм		$b$ , мм	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва						Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
С25			52	12 - 14	3	5	17	3	±1	0	+2
				17		7	19				
				20		9	21				
				23		10	23				
				26		11	25				
				30		13	27				
			53	12 - 14	8	4	15	4	+1 -2		
				17		6	17				
				20		8	19				
				23		9	21				
				26		10	23				
				30		12	25				

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S, мм$	$b, мм$		$K, мм$		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	
Т1			52	1 - 2	0	+0,5	3	+2	
				3					
			52 53	4		+2,0	4	+3	
				8			6		+4
				10					
				12					
				14					
				16					
				18					
				20			8		+5

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S, мм$	$c \pm 1, мм$	$e, мм$		$b, мм$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва				Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
Т2			52	16 - 18	2	23	±2	0	+2
				20		24			
				22		25			
				24		26	±3		
				26		27			
				28		28			
			53	30	4	29	±2		
				16 - 18		23			
				20		24			
				22		25			
				24		26	±3		
				26		27			
				28		28			
				30		29			

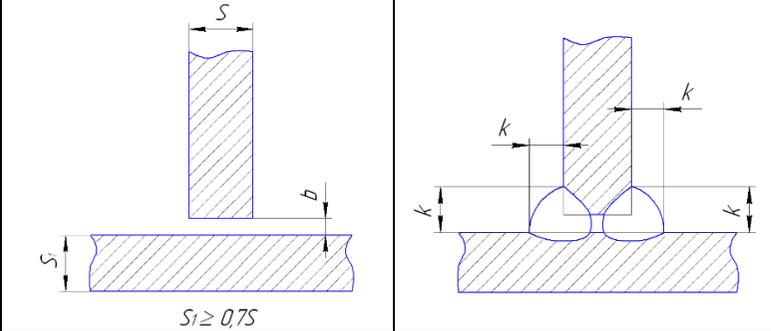
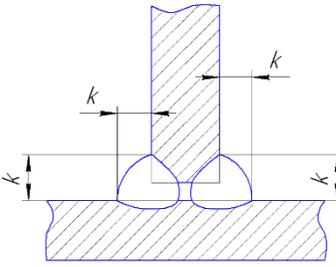
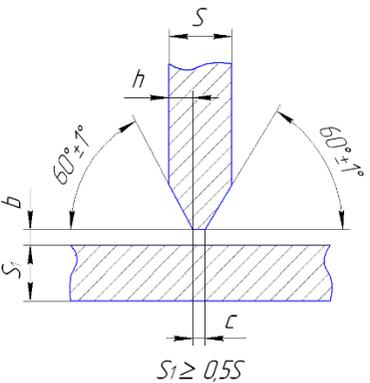
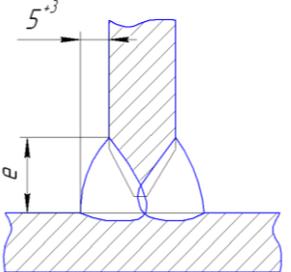
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S, \text{ мм}$	$b, \text{ мм}$		$K, \text{ мм}$				
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение			
ТЗ			52	1 - 2	0	+0,5	3	+2			
				3		+1,0					
				4		+2,0	4	+3			
			8	6					+4		
			10								
			12								
			14								
			16	8			+5				
			18								
			20								
			52 53								

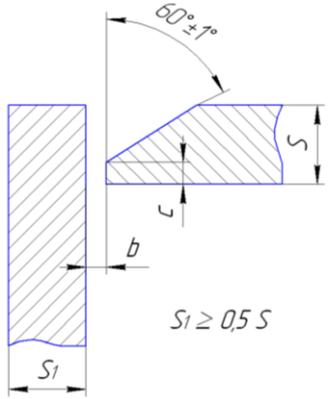
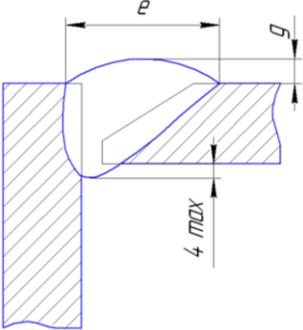
Таблица № 5.95

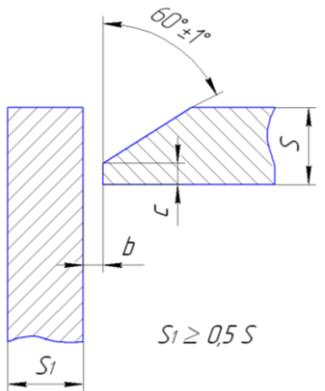
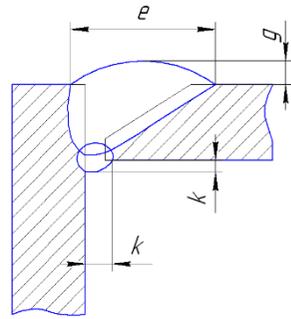
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S, мм$	$b, мм$		$c \pm 1, мм$	$e, мм$				
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение			
Т6			52	4 - 6	0	+1	2	13	±2			
				8				16				
				10				19				
				12		+2	3	21	±3			
				14				25				
				16				29				
				18				33				
				20				37				
				4 - 6				+1		3	12	±2
				8							15	
			10	18								
			12	21								
			14	24								
			16	27								
			18	+2	5	31	±3					
			20			35						

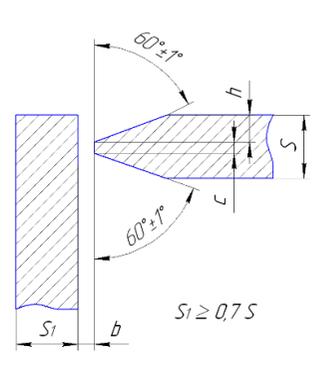
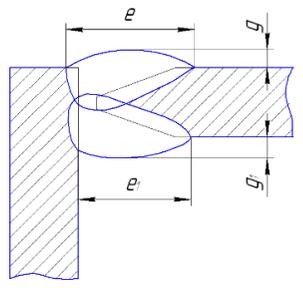
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S, мм$	$b, мм$		$c \pm 1, мм$	$K, мм$		$e, мм$			
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение		
Т7			52	4 - 6	0	+1	2	3	+3	13	$\pm 2$		
				8				16					
				10				19					
				12				21					
				14				25					
				16				33					
			53	18	0	2	3	5	+4	37			
				4 - 6				+1		3	12	$\pm 2$	
				8						15			
				10						18			
				12						21			
				14				+2		5	5	24	$\pm 3$
				18								31	
				20								35	
	+5	35											

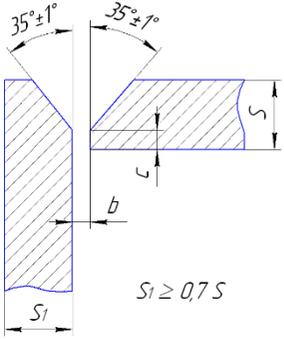
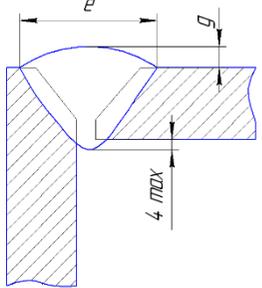
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S, мм$	$c \pm 1, мм$	$h \pm 1, мм$	$e, мм$		$b, мм$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва					Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
Т8			52	12 - 14	3	5	18	0	+2	
				17		7	20			
				20		9	22			
				23		11	25			
				26		12	28			
				30		13	31			
			53	12 - 14	4	4	17	0	+2	
				17		6	19			
				20		8	21			
				23		10	23			
				26		12	26			
				30		14	29			±3

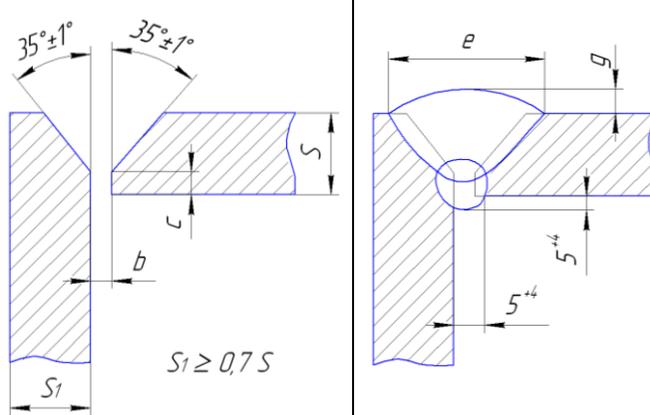
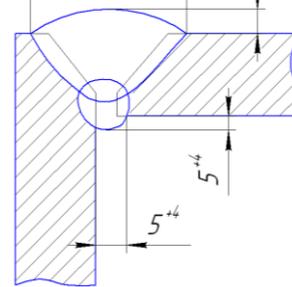
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$ , мм	$R$ , мм	$i$ , мм	$e$ , не более, мм	$b$ , мм	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва						Номинальное значение	Предельное отклонение
У1			52	1,0 - 1,5	2,5-3,0	от $S$ до $2,5S$	5	0	+0,1
				2,0	3,0-4,5		7		
				2,5	4,5-5,0		8		

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S, мм	b, мм		с, мм (предельное отклонение ±1)	e, мм		g, мм		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	
У6			52	4 - 6	0	+1	2	15	±2	2	±1	
				8				17				
				10				20				
				12				23				
				14				26				
				16		30						
				18		34						
				20		38						
				53		6	+2	3	15	±2		2
						8			17			
			10		20							
			12		23							
			14		27							
			16		30							
			18		33							
			20		37							

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S, мм	b, мм		c, мм (предельное отклонение ±1)	K, мм		e, мм		g, мм	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
У7	 <p><math>S_1 \geq 0,5 S</math></p>		52	4 - 6	0	+1	2	3	+3	15	±2	2	±1
				8						17			
				10						20			
				12						23			
				14				+2	3	4	+4	26	
				16								30	
				18								34	
				20								38	
			53	4 - 6	+1	3	3	+3	15	±2	2		
				8					17				
				10					20				
				12					23				
				14			+2	5	5	+4	27		
				16							30		
				18							33		
				20							37		

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S, мм	с, мм (предельное отклонение ±1)	h, мм (предельное отклонение ±1)	e, мм		e <sub>1</sub> , мм не более	g, мм		g <sub>1</sub> , мм		b, мм	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва					Номинальное значение	Предельное отклонение		Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
У8			52	18 - 20	2	8	25	±2	23	3	±1	5	±2	0	+2
				22		9	27		25						
				24		10	29		27						
				26		11	31	±3	29	4					
				28		12	33		31						
				30		13	35		33						
				30		12	32		33						
			53	18 - 20	4	7	22	±2	23	4	+1 -2	6	±3		
				22		8	24		25						
				24		9	26		27						
				26		10	28	±3	29	5					
				28		11	30		31						
				30		12	32		33						
				30		12	32		33						
30	10	28	±3	29	5	+1 -2	10	±4							
28	11	30		31											
30	12	32	33												

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S, мм	с, мм (пре-дельное откло-нение ±1)	e, мм		g, мм		b, мм	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва				Номи-нальное значение	Пре-дельное отклонение	Номи-нальное значение	Пре-дельное отклонение	Номи-нальное значение	Пре-дельное отклонение
У9			52	18 - 20	2	34	±2	3	±1	0	+2
				22		37					
				24		40					
				26		43	±3				
				28		45					
				30		48					
			53	18 - 20	4	30	±2	4	+1 -2		
				22		33					
				24		36					
				26		39	±3	5			
				28		42					
				30		45					

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S, мм$	$c, мм$ (пре-дельное откло-нение $\pm 1$ )	$e, мм$		$g, мм$		$b, мм$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва				Номи-нальное значение	Пре-дельное отклонение	Номи-нальное значение	Пре-дельное отклонение	Номи-нальное значение	Пре-дельное отклонение
У10	 <p><math>S_1 \geq 0,7 S</math></p>		52	12 - 14	2	25	$\pm 2$	2	$\pm 1$	0	$\pm 2$
				16		28					
				18		31					
				20		34					
				22		37					
				24		40					
				26		43		$\pm 3$			
				28		45					
				30		48					
				53		12 - 14					
			16		24						
			18		27						
			20		30						
			22		33						
			24		36						
			26		39	$\pm 3$	5				
			28		42						
			30		45						

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S, мм	с, мм (предельное отклонение ±1)	e, мм		g, мм	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва				Номинальное значение	Предельное отклонение	Номинальное значение	Предельное отклонение
У11			52	16 - 18	2	25	±2	3	±1
				20		26			
				22		27			
				24		28			
				26		29			
				28		30			
				30		32			
			53	16 - 18	4	25	±2	4	+1 -2
				20		26			
				22		27			
				24		28			
				26		29			
				28		30			
				30		32			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S, мм	e, мм		g, мм	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинальное значение	Пределное отклонение	Номинальное значение	Пределное отклонение
У15			52	4	16	±3	7	+3 -2
				6	19		8	
				8	22		10	
				10	26	±4	12	±3
				12	30		14	
				14	34	±5	16	+4 -3
				16	38		18	
				18	42		20	
				20	46	±6	22	±4

8. Сварные соединения деталей из сталей различных структурных классов и из двухслойных сталей по геометрии должны соответствовать сварным соединениям сталей одинаковых структурных классов с соблюдением требований по выполнению предварительной наплавки кромок, разделки плакировки и выполнению разделительной и защитной наплавки.

9. Конструктивные элементы подготовленных под сварку кромок деталей из сталей различных структурных классов и/или из двухслойных сталей после выполнения предварительной наплавки кромок и их механической обработки должны соответствовать установленным для принятого типа сварного соединения без наплавки кромок.

Конструктивные элементы выполненных швов сварных соединений деталей из сталей различных структурных классов и/или из двухслойных сталей должны соответствовать установленным для принятого типа сварного соединения деталей из однородного металла.

10. При сварке деталей, номинальные толщины которых отличаются от приведенных в таблицах № 5.1 – 5.105, размеры конструктивных элементов подготовленных кромок и выполненных швов принимают по установленным размерам для деталей ближайшей толщины.

11. Шероховатость поверхности подготовленных под сварку кромок должна быть не более Rz80, для алюминиевых сплавов – Rz40.

12. Форма и размеры остающихся цилиндрических подкладных колец, а также допускаемые значения зазоров между кольцом и свариваемыми деталями должны соответствовать указанным на рисунке 5.1. Допускается замена снятия фасок с внутренней стороны колец округлением их внутренних кромок по радиусу от 1,0 до 3,0 мм.

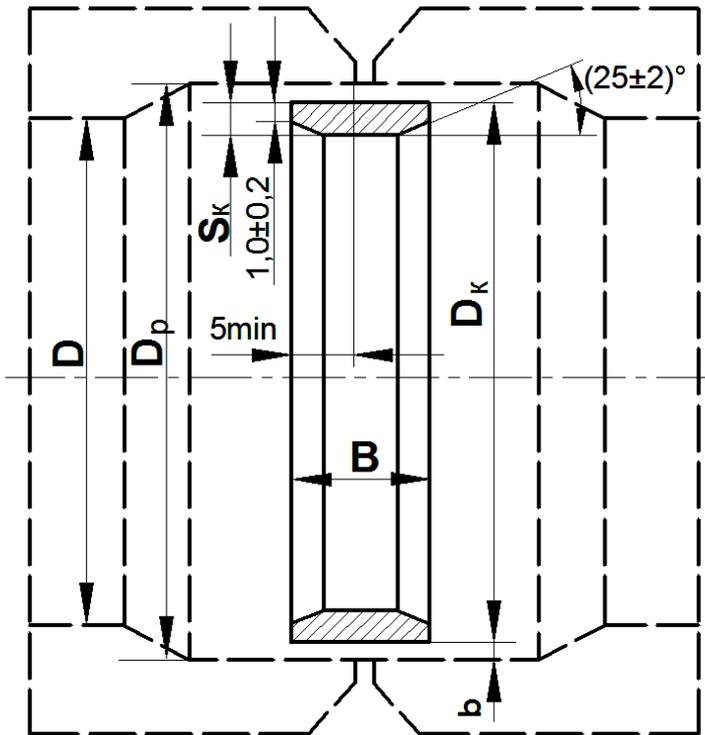


Рис. 5.1. Остающиеся цилиндрические подкладные кольца;  $D_k = D_p$  (по номинальному размеру).

Для диаметра  $D_k$  устанавливают только минусовое предельное отклонение (в конструкторской и/или в технологической документации). Предельные отклонения размеров  $D_k$  и  $D_p$  должны обеспечивать допусковое значение зазора  $b$ , которое определяется согласно таблице № 5.106. Диаметр  $D_{bc}$  устанавливается конструкторской и/или технологической документацией в зависимости от диаметра расточки  $D_p$  и типа сварного соединения.

Таблица № 5.106

$D$ , мм	$S_k$ , мм		$B$ , мм	$b$ , мм не более
	Номинальное значение	Предельное отклонение		
До 75,0 включительно	2,0	±0,2	16 – 20	0,2
Более 75,0 до 150,0 включительно	2,5		20 – 24	0,3
Более 150 до 300 включительно	3,0		20 – 24	0,4
Более 300	4,0		24 – 30	0,5

13. Для обеспечения минимального смещения кромок с внутренней стороны соединения должны выполнять цилиндрическую калибровку (расточку, раздачу) концов труб согласно рисунка 5.2.

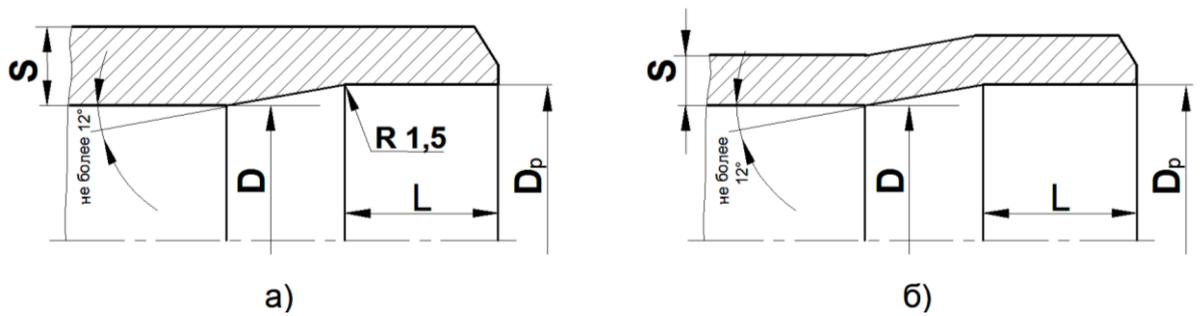


Рис. 5.2. Схемы цилиндрической расточки (а) и калибровки (раздачи) (б) концов труб (патрубков) под стыковые сварные соединения с односторонним швом.

Диаметр  $D_p$  устанавливается конструкторской и/или технологической документацией. При этом для  $D_p$  устанавливается только плюсовое предельное отклонение. Длина  $L$  цилиндрической части расточки и калибровки (раздачи) концов труб (патрубков) для выполнения сварных соединений, не подлежащих ультразвуковому контролю, определяется в соответствии с таблицей № 5.107.

Таблица №5.107

$S$ , мм	$L$ , мм, не менее
От 1 до 4 включительно	10
Более 4 до 8 включительно	15
Более 8 до 15 включительно	20
Более 15 до 25 включительно	25
Более 25 до 40 включительно	30
Более 40 до 60 включительно	35
Более 60 до 80 включительно	40
Более 80	50

При подготовке труб (патрубков) для выполнения сварных соединений, подлежащих ультразвуковому контролю, длина  $L$  устанавливается в соответствии с указаниями документов по стандартизации, регламентирующих проведение ультразвукового контроля.

В случаях, предусмотренных конструкторской документацией, для выполнения сварных соединений труб из сталей аустенитного класса допускается коническая раздача (расточка) концов труб по рисунку 5.3 с использованием конических подкладных колец согласно рисунка 5.4.

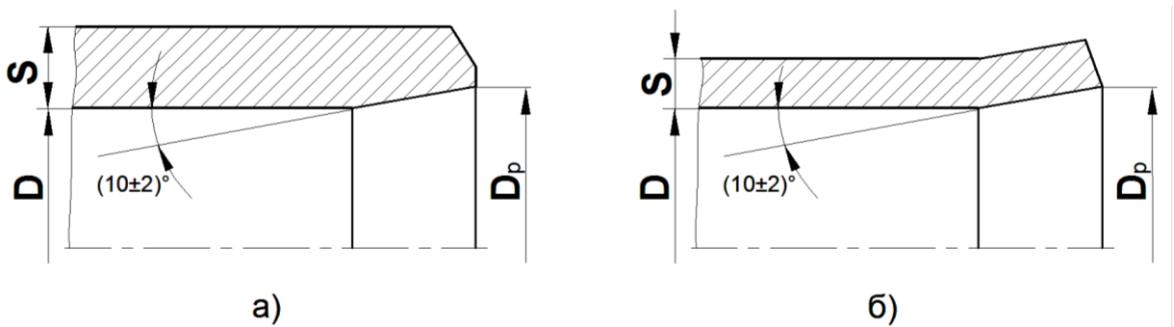


Рис. 5.3. Схемы конической расточки для соединений на коническом подкладном кольце для  $S$  свыше 5,0 мм (а) и калибровки (раздачи) концов труб (патрубков) для  $S$  до 5,0 мм включительно (б).

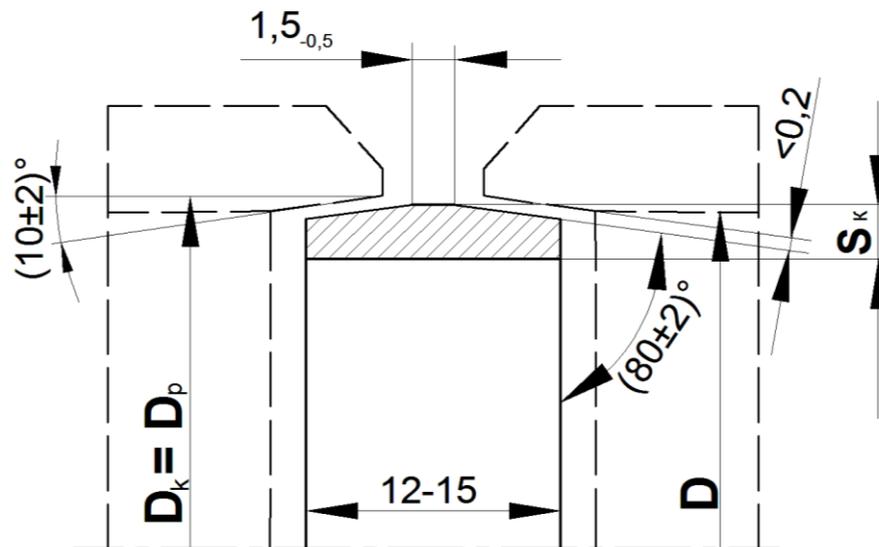


Рис. 5.4. Коническое подкладное кольцо ( $D_p$  – диаметр расточки, раздачи или калибровки под кольцо;  $D_k$  – наружный диаметр подкладного кольца).

Значение  $S_k$  определяется в соответствии с таблицей № 5.108.

Таблица № 5.108

$D$ , мм	$S_k$ , мм
До 75,0 включительно	$2,0 \pm 0,2$
Более 75,0 до 150,0 включительно	$2,5 \pm 0,2$
Более 150,0	$3,0 \pm 0,2$

14. Сварка стыковых соединений деталей из алюминиевых сплавов неодинаковой толщины при различии, не превышающем значений, указанных в таблице № 5.109, должна производиться так же, как для деталей одинаковой толщины. Для осуществления плавного перехода от одной детали к другой допускается наклонное расположение шва.

Толщина тонкой детали, мм	Разность толщины деталей, мм
От 2,0 до 3,0	0,5
Более 3,0 до 5,0	1,0
Более 5,0 до 12,0	1,2
Более 12,0 до 15,0	1,5
Более 25,0 до 30,0	3,0

При различии толщины, превышающей значения, указанные в таблице № 5.106, должен быть сделан скос на детали большей толщины с одной или двух сторон до толщины тонкой детали согласно рисунка 5.5. Конструктивные (конструкционные) элементы подготовленных кромок и размеры сварного шва должны выбираться по меньшей толщине.

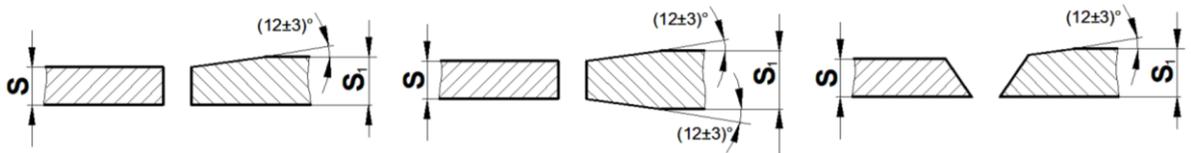


Рис. 5.5. Скос на алюминиевых деталях.

15. При сварке деталей из алюминиевых сплавов в положениях, отличных от нижнего, допускается увеличение размеров шва, но не более 2,0 мм – для деталей толщиной до 25,0 мм, 3,0 мм – свыше 25,0 мм.

16. При сварке деталей из алюминиевых сплавов в гелии на постоянном токе размеры шва могут быть уменьшены на 15%.

17. Для расчетных угловых швов при сварке деталей из алюминиевых сплавов значения катетов  $K$  должны быть установлены при проектировании сварного соединения.

Предельные отклонения величины катета расчетных швов должны соответствовать:

- а) +2,0 мм при  $K < 5,0$  мм;
- б) +3,0 мм при  $5,0 \leq K \leq 8,0$  мм;
- в) +4,0 мм при  $K > 8,0$  мм.

18. При сварке деталей из алюминиевых сплавов в случае выполнения рядом расположенных швов расстояние между ними должно быть:

- а) для толщины материала до 4,0 мм – не менее 60,0 мм;

- б) для толщины материала от 4,0 до 6,0 мм – не менее 70,0 мм;
- в) для толщины материала более 6,0 мм – не менее 90,0 мм.

Расстояние между рядом расположенными швами может быть изменено, если это предусмотрено конструкторской документацией; в любом случае указанное расстояние должно быть не менее 60,0 мм.

---

ПРИЛОЖЕНИЕ № 6  
(справочное)

к федеральным нормам и правилам в области  
использования атомной энергии «Сварка и  
наплавка оборудования и трубопроводов  
атомных энергетических установок»,  
утвержденным приказом Федеральной службы  
по экологическому, технологическому и  
атомному надзору  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

### Режимы сварки и наплавки

#### Условные обозначения

S	– номинальная толщина детали или сборочной единицы
h	– длина шага перемещения электрода
d	– диаметр сварочной проволоки
I	– сила тока
U	– напряжение на дуге
V	– скорость сварки/наплавки
N	– номер (число) прохода
$d_w$	– диаметр вольфрамового электрода
$d_{пр}$	– диаметр присадочной проволоки
$V_{пр}$	– скорость подачи проволоки
L	– расстояние от электрода (проволоки) до поверхности детали
Q	– расход защитного газа
$T_i$	– время импульса
$T_p$	– время паузы
$T_d$	– время горения дуги до начала перемещения электрода
D	– номинальный диаметр свариваемых труб
$D_n$	– наружный диаметр свариваемых труб
f	– частота колебаний
$T_z$	– время задержки электрода у кромки
$V_e$	– скорость колебания электрода

1. Параметры режимов автоматической сварки сталей под флюсом приведены в таблице № 6.1.

Таблица № 6.1

Класс стали	Тип сварного соединения	S, мм	d, мм	Наименование и номера валиков	I, А	U, В	V, мм/с	
Перлитный	С-6, С-7, С-8	свыше 50	5	корневые валики со стороны начала сварки	–	–	–	
				1	450-500	34-40	10-12	
				2	480-530	34-40	8-10	
				3	550-600	34-40	8-10	
				корневые валики с обратной стороны 1, 2, 3	650-700	34-40	5-7	
		валики заполнения разделки	550-700	34-40	5-10			
		С-12, С-13	свыше 30	5	валики заполнения разделки	550-700	34-40	5-8
	С-5	свыше 30 до 80 включительно	5	корневые валики со стороны начала сварки	–	–	–	
				1, 2	500-550	34-40	10-11	
				3	600-650	34-40	8-9	
				подварочный валик с обратной стороны	950-900	42-45	5-7	
				валики заполнения разделки	550-700	34-40	5-8	
	С-9, С-10	свыше 30	5	валики заполнения разделки	550-700	34-40	5-8	
Аустенитный	С-4	свыше 20 до 60 включительно	4	любой	400-500	28-30	3-5	
			5	любой	500-550	32-34	6-8	
	С-1	до 10 включительно	4	любой	400-500	28-30	3-5	
				1	600-650	32-36	6-7	
				2	700-800	32-36	8-9	

2. Параметры режимов автоматической сварки сталей перлитного класса в узкую разделку под флюсом приведены в таблице № 6.2.

Таблица № 6.2

Тип сварного соединения	d, мм	I, А	U, В	V, м/ч
С-33, С-33-1, С-34, С-35	3	400-500	32-36	22-28
	4	450-550	34-38	22-28

Примечание. Применение сварочной проволоки диаметром 3,0 мм является предпочтительным.

3. Параметры режимов автоматической аргонодуговой сварки аустенитных сталей приведены в таблице № 6.3.

Таблица № 6.3

тип сварного соединения	S, мм	d <sub>w</sub> , мм	N	V, мм/с	d <sub>p</sub> , мм	V <sub>p</sub> , мм/с	L, мм	I, А	U, В	Q Ar, л/мин	
										на горелку	на поддув
С-22-2 С-23-2	3,0	1,6 < d <sub>w</sub> ≤ 4	1	2-4	-	-	1-1,5	110-120	10-12	8-10	1-6
			2-3	2-4	1,6	6-7,5	2-3	110-120	10-12	8-10	1-6
	3,5	1,6 < d <sub>w</sub> ≤ 4	1	2-4	-	-	1,15	120-130	10-12	8-10	1-6
			2-3	2-4	1,6	6-7,5	2-3	120-130	12-14	8-10	1-6

4. Параметры режимов автоматической аргонодуговой импульсной сварки неплавящимся электродом при выполнении корневого валика шва неповоротных стыковых сварных соединений сталей и железоникелевых сплавов приведены в таблице № 6.4.

Таблица № 6.4

D, мм	S, мм	T <sub>д</sub> , с	L, мм	I в импульсе, А	I в паузе, А	T <sub>и</sub> , с	T <sub>р</sub> , с	h, мм	V, мм/с
14-38	1	0,5	0,8-1,2	80-85	6-8	0,10-0,15	0,15-0,25	непрерывное перемещение электрода	4,4-5,0
	1,5	1,5		90-95		0,10-0,15	0,15-0,25		3,1-3,3
	2	1,8		105-110		0,20-0,25	0,25-0,30		2,8-3,3
	2,5	2,0		120-125		0,50-0,60	0,40-0,50		2,2-2,5
	3	2,5		140-145		0,60-0,70	0,70-0,80		1,9-2,2
	3,5	3,0		155-165		0,75-0,90	0,70-0,80		1,4-1,9
57-159	3	3,0-4,0	1,0-1,5	100-120	25	0,60-0,65	0,50-0,60	2-2,4	шаговое перемещение электрода
	3,5	3,0		120-130		0,60-0,65	0,50-0,60		
	4	3,0		140-155		0,75-0,90	0,55-0,65		
	4,5	4,0		150-165		0,75-0,90	0,55-0,65		

5. Параметры режимов автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом при выполнении неповоротных стыковых сварных соединений труб из сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов приведены в таблице № 6.5.

Таблица № 6.5

D, мм	S, мм	N	L, мм	d <sub>р</sub> , мм	I, А	U, В	V, мм/с	V <sub>р</sub> , мм/с	f, 1/мин
57-76	4-4,5	1	1-1,2	-	100-115	9-11	1,7-2,1	-	-
		2	1,8-2,5	1,2	110-120	11-13	1,9-2,2	5,0-6,1	60-70
57-108	5-6	1	1-1,5	-	110-120	9-11	1,8-2,1	-	-
		2-3	1,8-2,5	1,2-1,6	120-130	11-13	1,7-1,9	4,2-5,6	60-70
	7-9	1	1-1,5	-	115-125	9-11	1,8-2,1	-	-
		2-4	2-3	1,6	130-145	11-14	1,7-1,9	5,0-6,1	50-60
133-159	6-7	1	1-1,5	-	115-125	9-11	1,5-1,8	-	-
		2-4	1,8-2,5	1,2-1,6	125-140	11-13	1,5-1,9	4,2-4,7	60-70
	8-10	1	1-1,5	-	120-130	9-11	1,7-1,9	-	-
		2-6	1,8-3,0	1,6	145-160	11-14	1,7-1,9	4,4-5,6	50-60
	14-17	1	1-1,5	-	140-160	9-11	1,7-1,9	-	-
		2-9	2-3	1,6	160-185	11-14	1,9-2,2	5,6-6,9	40-50

6. Параметры режимов автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом методом автопрессовки при выполнении неповоротных стыков сварных соединений сталей и железоникелевых сплавов приведены в таблице № 6.6.

Таблица № 6.6

D, мм	S, мм	L, мм	I, А	U, В	V, мм/с	N
14-25	2	1,2-2	60-70	10-12	2,5-2,8	3-6
	2,5		60-70			
	3		70-80			
	2,5		60-75			
32-38	3	1,5-2,5	75-90	9,5-11	2,8-3,1	3-6
	3,5		85-100			
	3		75-90			
	3,5		80-95			
57-108	4	1,5-2,5	80-95	9-10,5	2,8-3,1	2-6
	4,5		80-100			

7. Параметры режимов автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом методом последовательного проплавления при выполнении неповоротных стыковых сварных соединений сталей и железоникелевых сплавов приведены в таблице № 6.7.

Таблица № 6.7

D, мм	S, мм	L, мм	I, А	U, В	V, мм/с	N
14	2	0,8-1,2	85-95	8-10	15,3-17,0	3
18	2,5		90-105		13,9-15,3	4
25	2		90-100		12,5-13,9	3
32	3		105-115		6,9-8,3	3
32	3,5		105-115		5,6-6,9	3
38	3		115-120		6,9-8,3	3
38	3,5		110-120		5,6-6,9	4

8. Параметры режимов автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом при выполнении неповоротных стыковых сварных соединений труб D<sub>н</sub> 219,0 и более приведены в таблице № 6.8.

Таблица № 6.8

N	d <sub>p</sub>	I базового, А	I в импульсе у кромки, А	U, В	V, мм/с	V <sub>p</sub> , мм/с	V <sub>e</sub> , мм/с	T <sub>z</sub> , с
1	-	145-160	145-160	8-9	1,7-1,8	-	-	-
2	1,2	125-145	150-160	9-10	0,8-1,0	3,6-4,2	2,5-3	1-1,4
3	1,6-2,0	155-170	180-190	9-10	0,8-0,9	5,6-6,9	2,5-2,8	0,8-1,1
4 и последующие, кроме двух последних слоев	1,6-2,0	170-220	200-240	9,5-11	0,7-0,8	6,1-8,9	2,5-2,8	0,8-1,1
предпоследний слой	1,6-2,0	160-200	190-220	9-10	0,6-0,7	4,2-6,9	2,5-2,8	0,7-1
последний слой	1,6-2,0	160-200	160-200	9-10	0,6-0,7	3,3-4,7	3,0-3,5	0,2-0,5

Примечание. Типы сварных соединений С-42, С-42-1 на трубах из сталей аустенитного класса с толщиной стенки от 10,0 до 40,0 мм.

9. Параметры режимов автоматической аргодуговой сварки неплавящимся электродом при выполнении неповоротных стыковых сварных соединений труб  $D_n$  219,0 и более приведены в таблице № 6.9.

Таблица № 6.9

N	$d_p$ , мм	I базового, А	I в импульсе у кромки, А	U, В	V, мм/с	$V_p$ , мм/с	$V_e$ , мм/с	$T_z$ , с
1	-	150-160	150-160	9-10	0,7-0,8	-	-	-
2	1,2	180-190	200-210	9-10	0,7-0,8	5,0-6,9	2,5	0,7-0,9
3	1,6-2,0	200-220	220-240	10-11	0,6-0,7	4,2-5,6	2,5	0,9-1,1
4 и последующие (кроме двух последних слоев)	1,6-2,0	210-230	240-260	10-11	0,6-0,7	5,0-8,3	2,5	0,9-1,1
предпоследний слой	1,6-2,0	200-210	220-240	10-11	0,6-0,7	5,0-6,4	3,0	0,8-1,0
последний слой	1,6-2,0	190-210	190-210	9-10,5	0,6-0,7	4,2-5,6	3,0	0,7-0,9

Примечание. Типы сварных соединений С-25 на трубах из сталей перлитного класса с толщиной стенки от 10,0 до 65,0 мм.

10. Параметры режимов ручной аргодуговой сварки неплавящимся электродом приведены в таблице № 6.10.

Таблица № 6.10

Материал	Тип сварного соединения	S, мм	$d_w$ , мм	$d_p$ , мм	I, А		Q, л/мин	
					корневой валик	заполнение разделки	в горелку	на поддув
Сталь аустенитного и перлитного класса	С-22-1, С-22-2, С-23-1, С-23-2	$3 < h \leq 4$	1,6-4,0	1,6-2,0	45-90	50-70	8-10	4-5
		$4 < h \leq 6$	1,6-4,0	1,6-3,0	45-90	90-100	8-10	4-5
	У-3, У-4, У-5	$4 < h \leq 6$	1,6-4,0	-	70-100	100-140	8-10	4-5
		$h > 6$	1,6-4,0	-	80-110	120-160	8-10	4-5
Железоникелевые сплавы	С-22-1, С-22-2, С-23-1, С-23-2	$3 < h \leq 4$	1,6-4,0	1,6-2,0	40-70	40-70	8-10	4-5
		$4 < h \leq 6$	1,6-4,0	1,6-2,0	65-80	65-80	8-10	4-5
	У-3, У-4, У-5	$4 < h \leq 6$	1,6-4,0	1,6-2,0	55-80	55-80	8-10	4-5
		$h > 6$	1,6-4,0	1,6-2,0	60-90	60-90	8-10	4-5

11. Параметры режимов ручной аргодуговой сварки неплавящимся электродом в импульсном режиме трубопроводов из сталей аустенитного класса приведены в таблице № 6.11.

Таблица № 6.11

S, мм	N	$d_w$ , мм	$d_p$ , мм	$T_i$ , с	$T_p$ , с	I, А		Q, л/мин	
						импульсный	в паузе	в горелку	на поддув
$1,0 \leq h \leq 1,5$	1	2,0	-	0,1-0,15	0,15-0,25	40-50	6-8	6-8	2-5
	2	2,0	1,2	-	-	40-50	-	6-8	2-5
$1,5 \leq h \leq 2,0$	1	2,0	-	0,4-0,6	0,3-0,5	50-70	6-8	6-8	2-5
	2	2,0	1,6	-	-	50-70	-	6-8	2-5
$2,0 < h \leq 4,0$	1	2,0-3,0	-	1,5-2,0	0,3-0,5	105-125	6-8	7-10	2-5
	2 и последующие	2,0-3,0	2,0-2,5	-	-	105-125	-	7-10	2-5

S, мм	N	d <sub>w</sub> , мм	d <sub>p</sub> , мм	T <sub>i</sub> , с	T <sub>p</sub> , с	I, А		Q, л/мин	
						импуль- сный	в паузе	в горелку	на поддув
4,0 < h ≤ 9,0	1	3,0	-	1,5-2,5	0,3-0,5	140-180	6-8	10-12	2-5
	2 и последующие	3,0	2,5-3,0	-	-	140-180	-	10-12	2-5
9,0 < h ≤ 20,0	1	3,0-4,0	-	2,5-3,0	0,3-0,5	150-200	6-8	12-15	2-5
	2 и последующие	3,0-4,0	3,0-4,0	-	-	150-200	-	12-15	2-5

Примечание. Второй и последующие проходы выполняются безимпульсной сваркой.

12. Параметры режимов полуавтоматической сварки в смеси защитных газов плавящимся электродом трубных деталей из сталей аустенитного класса с U-образной разделкой кромок приведены в таблице № 6.12.

Таблица № 6.12

d <sub>p</sub> , мм	U, В	I, А	N прохода	Q в горелку, л/мин	
				Ar	Co <sub>2</sub>
1,0; 1,2; 1,6	15-17	120-160	второй и последующие	12-14	2-4

Примечание. Первый проход должны выполнять аргонодуговым способом неплавящимся электродом по режимам, указанным в таблице № 6.11.

13. Параметры режимов электрошлаковой сварки приведены в таблице № 6.13.

Таблица № 6.13

Характеристика	Единица измерения	Класс стали свариваемых деталей			
		перлитный		аустенитный	
		электродная проволока	плавящийся мундштук	электродная проволока	плавящийся мундштук
Номинальная толщина деталей в месте сварки	мм	30-500	свыше 100	30-500	свыше 100
Зазор между кромками свариваемых деталей	мм	*	35± 5	*	35± 5
Диаметр электродных проволок	мм	3-5	3-5	3-5	3-5
Число электродных проволок (мундштуков)	шт.	1-3	1 на 50-70 мм толщины	1-3	1 на 50-70 мм толщины
Скорость поперечных колебаний электродов	мм/с	9-10	-	9-10	-
Время выдержки электродов в крайних положениях	с	4-5	-	4-5	-
Сухой вылет электрода	мм	50-70	-	40-50	-
Толщина пластины плавящегося электрода	мм	-	8-15	-	8-15
Сила тока на одну электродную проволоку	А	до 700	до 700	до 450	до 400
Напряжение на шлаковой ванне	В	42-46	36-42	34-36	30-32
Скорость сварки металла толщиной S, не более	мм/с	98/(300+S)	98/(300+S)	98/(300+S)	98/(300+S)
Глубина шлаковой ванны	мм	50-70	40-60	40-50	30-40
Температура охлаждающей воды, не более	°С	60	60	60	60

Примечание. В соответствии с требованиями приложения № 3 настоящих Правил.

14. Параметры режимов наплавки антикоррозионного покрытия и предварительной наплавки кромок аустенитными сварочными материалами приведены в таблице № 6.14.

Таблица № 6.14

Способ наплавки	Марка флюса	Сечение ленты, мм	Режимы наплавки		
			I, А	U, В	V, м/ч
Автоматическая дуговая наплавка лентой под флюсом	ОФ-10, ОФ-40, ФЦ-18	0,7×20	250–350	32–36	8–12
		0,7×25	350–400		
		0,7×30	400–450		
		0,7×50	650–750		
		0,5×20	200–250		
		0,5×25	250–300		
	ОФ-10, ФЦ-18	2(0,5×50) <sup>1)</sup>	900–1000	32–40	11–16
		2(0,7×50) <sup>1)</sup>	1100–1200		15–21

Примечание. <sup>1)</sup> наплавка двумя параллельными лентами с расстоянием между ними 10,0–14,0 мм.

15. Параметры режимов ручной дуговой наплавки покрытыми электродами антикоррозионного покрытия и предварительной наплавки кромок аустенитными сварочными материалами приведены в таблице № 6.15.

Таблица № 6.15

Марка электродов	Диаметр электрода, мм	I, А			
		Положение в пространстве			
		нижнее	вертикальное	горизонтальное	потолочное
ЭА-395/6, ЭА-40010У, ЭА-40010Т, ЗИО-8, ЭА-898/21Б, ЭА-23/15, ЭА-18/10Б, ЭА-855/51, ЭА-32/53	3	70 – 90	60 – 80	60 – 80	60 – 80
	4	120 – 140	110 – 130	110 – 130	110 – 130
	5	140 – 160	130 – 150	130 – 150	–

Примечание. При наплавке первого слоя на сталь перлитного класса применение электродов диаметром 5 мм не допускается.

16. Параметры режимов ручной дуговой наплавки покрытыми электродами уплотнительных и направляющих поверхностей деталей из стали приведены в таблице № 6.16.

Таблица 6.16

Диаметр электродов, мм	I, А		
	Марки электродов		
	ЦН-2	ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-12М/К	УОНИ13/Н1-БК, ЭА-38/52
3,0	–	80–100	120–140
4,0	120–140	110–140	140–160
5,0	160–200	160–190	170–180
6,0	200–240	–	–

Примечание. При наплавке седел корпусов клапанов с условным проходом 10, 15, 25 и 32 мм электродами марок ЦН-6 и ЦН-12 в объеме ограниченного внутренней цилиндрической поверхности и глухим дном допускается увеличение сварочного тока до 300 А для электродов диаметром 5,0 мм.

17. Параметры режимов автоматической дуговой наплавки порошковыми проволоками под флюсом АН-26П уплотнительных и направляющих поверхностей деталей из стали приведены в таблице № 6.17.

Таблица № 6.17

Вид наплавочных материалов	Режимы наплавки			
	Сечение ленты или диаметр проволоки, мм	I, А	U, В	V, м/час
Порошковые ленты	20,0×4,0	650-750	32-36	16-25
	18,0×3,8			
Порошковые проволоки	2,6	250-300	28-34	17-22
	двумя проволоками диаметром 2,6	350-500		20-30
	3,4	300-350	33-36	17-22
	двумя проволоками диаметром 3,4	550-750	30-36	20-30

18. Параметры режимов автоматической аргодуговой наплавки плавящимися порошковыми проволоками уплотнительных и направляющих поверхностей деталей из стали приведены в таблице № 6.18.

Таблица № 6.18

Вид наплавочных материалов	Режимы наплавки					
	d <sub>пр</sub> , мм	I, А	U, В	V, м/час	Q, л/мин	
Порошковые проволоки	1,6	220-240	26-32	10-25	10-12	
	2,0	200-280				
	2,4	270-320				
	2,6	220-250	24-26	26-32		
	2,8	280-350	34-40			
	3,4	300-350	33-36			27-22
	двумя проволоками 2,6	350-500	28-34			20-30

19. Параметры режимов ручной аргодуговой наплавки уплотнительных и направляющих поверхностей деталей из стали приведены в таблице № 6.19.

Таблица № 6.19

Вид наплавочного материала	d <sub>в</sub> , мм	d <sub>пр</sub> , мм	I, А	Q, л/мин
Прутки, проволоки сплошного сечения	3,0-4,0	5,0-6,0	140-160	8-10
Порошковые проволоки		2,6	60-90	

20. Параметры режимов плазменно-порошковой наплавки уплотнительных и направляющих поверхностей деталей из стали приведены в таблице № 6.20.

Таблица № 6.20

Ширина наплавляемой поверхности, мм	I, А	Подача порошка, см <sup>3</sup> /мин
20 – 30	150 – 180	12 – 14
30 – 35	160 – 190	14 – 16
35 – 40	170 – 200	16 – 17
40 – 45	170 – 200	17 – 19
45 – 50	180 – 230	19 – 21
50 – 55	190 – 240	21 – 23
55 – 65	200 – 250	23 – 25

21. Параметры режимов наплавки уплотнительных поверхностей из титановых сплавов приведены в таблице № 6.21.

Таблица № 6.21

d, мм	I, А	V, см/мин	d <sub>w</sub> , мм	Q, л/мин	
				в горелку	в камеру
3	180 – 220	20	3 – 5	8 – 10	4 – 5
4	200 – 250	20	3 – 5	8 – 10	4 – 5

22. Параметры режимов автоматической аргодуговой сварки неповоротных стыков титановых труб приведены в таблице № 6.22.

Таблица № 6.22

D, мм	S, мм	N	I, А	U, В	V, мм/мин	V <sub>пр</sub> , мм/мин	Q, л/мин		
							в горелку	на поддув	в камеру
4-8	0,5-1,5	1	5-25	4-6	80-150	-	5-8	1-4	5-6
		2	25-40	6-8	80-150	120-180			
10-18	1,5-1,8	1	30-50	6-10	80-150	-	5-8	2-6	5-6
		2	40-50	6-10	80-150	150-210			
		3	45-60	6-10	80-150	150-210			
16-22	2,0-2,5	1	80-90	10-12	130-160	-	6-8	8-10	5-6
		2	65-75	8-10	130-200	250-300			
		3	65-75	8-10	130-200	250-300			

Примечания.  
1. Диаметр сварочной проволоки 1,2 – 1,6 мм.  
2. Диаметр вольфрамового электрода 2,0 – 3,0 мм.

23. Параметры режимов автоматической аргодуговой импульсной сварки титановых труб приведены в таблице № 6.23.

Таблица № 6.23

D, мм	S, мм	N	I, А	I де-журной дуги, А	U, В	V, мм/мин	T <sub>i</sub> , с	T <sub>p</sub> , с	Q в горелку, л/мин	Q на поддув, л/мин
8	1,5	1	40-60	10-20	8-10	55-65	0,4	0,3	5-7	0,3-0,7
8-10	1,0-1,5	1	40-50	10-20	6-8	90-100	0,2-0,5	0,2-0,5	4-5	5-6
		2	30-40	10-20	6-8	80-90				
16-18	1,5	1	80-100	20-30	8-10	90-100	0,2-0,5	0,2-0,5	6-8	5-6
16-22	2,0-2,5	1	140-160	25-35	8-10	100-130	0,3-0,5	0,3-0,5	6-8	5-6
		2	120-130	20-30	8-10	90-110				

Примечание. Диаметр вольфрамового электрода - 2-4 мм.

24. Параметры режимов ручной аргодуговой сварки стыковых и угловых соединений титановых труб приведены в таблице № 6.24.

Таблица № 6.24

S, мм	d <sub>пр</sub> , мм	d <sub>ш</sub> , мм	I*, А	I**, А	Q в горелку, л/мин	Q в приставку, л/мин
1-2	1,2-2,0	3,4	60-110	70-100	6-8	4-6
2,5-3,5	1,6-2,0			80-110	6-8	4-6
4-6	2,0-3,0			110-140	8-10	6-8
7-9	2,0-3,0			130-160	8-10	6-8
> 9	2,0-4,0			160-190	10-12	8-10

Примечания.  
\* При выполнении первого прохода.  
\*\* При выполнении второго и последующих проходов.

25. Параметры режимов ручной аргодуговой сварки деталей и узлов из титановых листов и поволоков приведены в таблице № 6.25.

Таблица № 6.25

S, мм	d <sub>пр</sub> , мм	I сварки, наплавки, прихватки, А	I поверхностных слоев швов, А
1,0 – 2,0	1,2	60 – 70	50 – 60
	1,6	90 – 105	90 – 100
3,0	1,2	–	70
	1,6	105	100
	2,0	115	100
4,0 – 6,0	1,2	–	75 – 80
	1,6	–	105 – 110
	2,0	–	110 – 115
	3,0	185 – 190	170 – 180
	4,0	240 – 250	220 – 230
6,0 – 10,0	1,6	–	115 – 125
	2,0	–	130 – 135
	3,0	190 – 200	180 – 190
	4,0	240 – 250	–
10,0 – 16,0	2,0	–	140 – 145
	3,0	–	200 – 210
	4,0	265 – 275	–
	5,0	300 – 310	–
16,0 – 24,0	2,0	–	140 – 145
	3,0	–	230 – 240
	4,0	275 – 285	–
	5,0	310 – 320	–
24,0 – 45,0	2,0	–	170 – 180
	3,0	–	230 – 250
	4,0	285 – 305	–
	5,0	325 – 350	–
	6,0	400 – 415	–
45,0 – 70,0	3,0	–	250 – 280
	4,0	–	310 – 320
	5,0	350 – 360	–
	6,0	415 – 425	–
> 70,0	3,0	–	260
	4,0	–	325
	5,0-6,0	360-460	–

Значение скорости сварки для режимов, указанных в таблице № 6.25, составляет 150-200 мм/мин.

26. Параметры режимов ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом алюминиевых сплавов приведены в таблице № 6.26.

Таблица № 6.26

Условное обозначение сварного соединения	S, мм	Режим сварки				
		I, А	d <sub>w</sub> , мм	d, мм	Q, л/мин	N
С2	2	80-100	2	2,0	5-6	1
	3	120-140	3	3,0	7-8	1
	4	160-210	4	4,0	7-8	1-2
	6	250-300	5	4,0	8-9	2-3
С4	2	80-100	3	2,5-3,0	5-6	1
	3	110-150	3	3,0	7-8	1
	4	170-200	4	3,0	7-8	1-2
	6	270-300	5	4,0	8-9	2-3
С7	2	70-80	2	2,0-2,5	5-6	2
	3	100-140	3	3,0	7-8	2
	4	160-190	4	3,0-4,0	7-8	2
С18	4	220-260	4	3,0-4,0	8-10	2
	6	260-300	5	4,0	10-12	2-3
	8	320-360	5-6	4,0	12-14	3-4
	10	380-420	6-7	4,0-5,0	16-18	4-5
	16	440-480	8	4,0-5,0	16-18	6-8
	20	480-550	8	4,0-5,0	18-20	10-12
С21	6	250-300	5	4,0	8-9	2-3
	8	300-350	5-6	4,0-5,0	9-10	3-4
	10	350-400	6-7	4,0-5,0	10-12	5-6
	16	450-480	8	4,0-5,0	16-18	6-8
	20	480-520	8	4,0-5,0	18-20	10-12
С25	12	370-420	6-7	4,0-5,0	12-14	5-6
	17	390-430	7-8	4,0-5,0	16-18	6-8
	20	480-520	8	4,0-5,0	18-20	10-12
	30	480-550	8	4,0-5,0	18-20	16-18
Т3	2	100-120	3	2,0	5-6	2
	4	170-220	4	3,0-4,0	7-8	2
	5	240-280	5	4,0	8-10	2
Т7	5	250-300	5	4,0	10-12	3-4
	10	350-400	6-7	4,0-5,0	10-12	4-6
	15	380-420	7	4,0-5,0	16-18	8-10
	18	480-550	8	4,0-5,0	18-20	12-16
Т8	14	380-420	7-8	4,0-5,0	16-18	6-8
	20	480-550	8	4,0-5,0	18-20	8-10
	30	480-550	8	4,0-5,0	18-20	13-15
У7	4	150-200	4	3,0-4,0	8-10	2-3
	10	320-380	6-7	4,0-5,0	10-12	4-6
	16	360-400	8	4,0-5,0	16-18	8-10
У8	20	460-500	8	4,0-5,0	18-20	10-12
	30	480-550	8	4,0-5,0	18-20	14-16

27. Параметры режимов автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом алюминиевых сплавов приведены в таблице № 6.27.

Таблица № 6.27

Условное обозначение сварного соединения	S, мм	Режим сварки						
		I, А	d <sub>w</sub> , мм	d, мм	V, м/ч	V <sub>п</sub> , м/ч	Q, л/мин	N
С4	2	130-170	4	2,0	20-25	75-100	6-10	1
	3	130-170	4	2,0	20-25	75-100	6-10	1
	4	240-280	5	2,0-3,0	15-20	75-100	10-15	1
	6	280-320	6	2,0-3,0	15-20	75-100	10-15	1
	8	340-380	8	2,0-3,0	10-15	90-100	15-20	1
	10	370-420	8	2,0-3,0	10-15	90-100	15-20	1
С7	2	120-150	4	2,0	15-25	90-100	6-9	2
	3	120-150	4	2,0	15-25	90-100	6-9	2
	4	200-220	4-5	2,0	15-20	75-90	16-18	2
С21	6	250-300	5-6	2,0-3,0	12-18	90-100	14-18	2
	8	370-400	8	2,0-3,0	10-16	90-100	16-20	2
	10	370-400	8	2,0-3,0	10-16	90-100	16-20	2

28. Параметры режимов полуавтоматической аргодуговой сварки плавящимся электродом алюминиевых сплавов приведены в таблице № 6.28.

Таблица № 6.28

Условное обозначение сварного соединения	S, мм	Режим сварки				
		I, А	Частота тока, Гц	U, В	d, мм	Q, л/мин
С7	3	80-120	50	17-19	1,2-1,6	8-10
	4	110-150	50	18-20	1,6	10-12
	6	160-200	100	20-22	1,6	12-14
С21	8	160-200	100	20-22	1,6	14-16
	10	220-280	100	22-24	1,6	16-18
С25	15	240-280	100	22-24	1,6-2,0	16-18
	20	250-300	100	22-24	1,6-2,0	16-18
Т3	6	200-240	100	20-22	1,6-2,0	12-14
	8	220-260	100	22-24	1,6-2,0	14-16
	10	240-300	100	24-26	1,6-2,0	16-18
Т8	10	240-300	100	23-25	1,6-2,0	16-18
	15	260-300	100	23-25	1,6-2,0	18-20
	20	260-300	100	23-25	1,6-2,0	18-20
У7	6	180-220	100	19-21	1,6-2,0	10-12
	8	200-240	100	21-23	1,6-2,0	10-12
	10	220-260	100	21-23	1,6-2,0	12-14
	15	240-280	100	23-24	1,6-2,0	14-16
	20	260-300	100	24-25	1,6-2,0	14-16

29. Параметры режимов автоматической аргодуговой сварки плавящимся электродом алюминиевых сплавов приведены в таблице № 6.29.

Таблица № 6.29

Условное обозначение сварного соединения	S, мм	Режим сварки				
		I, А	Частота тока, Гц	U, В	d, мм	Q, л/мин
С21	10	360-420	100	24-26	3,0-4,0	25-28
	15	420-480	100	26-28	4,0	28-32
	20	460-500	100	27-30	4,0	30-31
С25	25	480-520	100	28-32	4,0	30-36
	30	480-520	100	28-32	4,0	30-36
Т3	10	320-400	100	24-26	3,0	26-28
	15	350-420	100	25-27	3,0	26-28
	20	380-450	100	26-28	3,0	28-30
Т8	15	350-420	100	25-27	3,0	26-28
	20	380-450	100	26-28	3,0	28-30
	30	400-480	100	26-28	3,0	28-30

ПРИЛОЖЕНИЕ № 7  
к федеральным нормам и правилам в  
области использования атомной энергии  
«Сварка и наплавка оборудования и  
трубопроводов атомных энергетических  
установок», утвержденным приказом  
Федеральной службы по экологическому,  
технологическому и атомному надзору  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Подогрев при сварке (наплавке)**

1. Необходимость и минимальная температура  $T$  предварительного и сопутствующего подогрева при сварке деталей (сборочных единиц) из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей в зависимости от марки стали и номинальной толщины свариваемых деталей  $S$  устанавливаются согласно таблице № 7.1.

Таблица № 7.1

Марки сталей свариваемых деталей	S, мм	T, °C		
		при дуговой сварке	при электрошлаковой сварке	при наплавке кромок
Ст3сп5, 10, 15, 15Л, 20, 20Л, 20К	≤ 100	-	-	-
	> 100	100	-	-
22К, 25Л	≤ 60	-*	-	-
	> 60	100	-	-
10ХСНД	≤ 40	-	-	-
	> 40	100	-	-
10ХН1М	≤ 40	-	-	-
	> 40	100	-	50
15ГС, 16ГС, 09Г2С, 09Г2СА-А, 20ГСЛ, 16ГНМА	≤ 30	-	-	-
	> 30	150	-	150
10ГН2МФА	≤ 50	50	-	-
	> 50	120	100**	100
12МХ, 12ХМ, 15ХМ	≤ 10	-	-	-
	10 < h ≤ 30	150	50	100
	> 30	200	100	150
20ХМ, 20ХМА	≤ 6	-	-	-
	> 6	200	100	150
10Х2М	≤ 6	-	-	-
	> 6	100	-	100
12Х1МФ	≤ 6	-	-	-
	6 < h ≤ 30	200	150	100

Марки сталей свариваемых деталей	S, мм	T, °C		
		при дуговой сварке	при электрошлаковой сварке	при наплавке кромок
15X1M1Ф	≤ 6	-	-	-
	6 < h ≤ 30	250	200	150
	> 30	300	250	200
15X2НМФА, 15X2НМФА-А, 15X2НМФА класс 1 15X3НМФА, 15X3НМФА-А, 15X2НМ1ФА, 15X2НМФ1А-А	независимо от толщины	150	150	150
12X2МФА, 12X2МФА-А	≤ 80	200	100	150
	> 80	200	150	150
15X2МФА, 15X2МФА-А, 15X2МФА мод.А, 15X2МФА-А мод.А, 15X2МФА-А мод.Б, 18X2МФА, 18X2МФА-А	независимо от толщины	200	150	150
08X13, 05X12Н2М	≤ 6	-	-	-
	> 6	100	-	100
06X12НЗД	≤ 30	-	-	-
	> 30	100	-	100
07X12НМФБ	≤ 40	150	-	150
	> 40	200	-	150
	труба-трубная доска	150	-	-
07X16Н4Б	≤ 40	-	-	-
	> 40	100	-	-

Примечания.  
 - подогрев не требуется.  
 \* Необходимость подогрева при сварке деталей из стали марки 22К устанавливается технологической документацией.  
 \*\* При толщинах до 150,0 мм включительно подогрев допускается не проводить.

В случаях, не предусмотренных таблицей № 7.1, необходимость и минимальная температура подогрева устанавливаются технологической документацией.

При сварке и наплавке деталей из сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов подогрев не проводится.

2. Максимальная температура подогрева не должна превышать установленную в технологической документации минимальную температуру более чем на 150 °С.

3. При сварке деталей из сталей различных марок (из числа приведенных в таблице № 7.1) минимальная температура подогрева принимается по стали, для которой предусмотрен подогрев при более высокой температуре.

4. При сварке деталей различной номинальной толщины минимальная температура подогрева устанавливается в соответствии с таблицей № 7.1, исходя из номинальной толщины более толстостенной детали.

5. Значения минимальной температуры подогрева при наплавке перлитными присадочными материалами деталей из сталей марок 12Х2МФА, 15Х2МФА, 15Х2МФА-А и 18Х2МФА должны быть при наплавке первого слоя не ниже 200 °С, а при наплавке последующих слоев – не ниже 150 °С.

6. При комбинированной сварке труб, выполняемой с подогревом, аргонодуговую сварку корневой части шва допускается выполнять без подогрева независимо от марки стали и толщины свариваемых труб.

7. При выполнении предварительной наплавки кромок деталей из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей аустенитными присадочными материалами подогрев проводится только при наплавке первого слоя. Необходимость и минимальная температура указанного подогрева устанавливаются согласно таблице № 7.1.

8. Сварка деталей из сталей перлитного класса и высокохромистых сталей (как между собой, так и с деталями из сталей аустенитного класса), кромки которых предварительно наплавлены аустенитными присадочными материалами, выполняется без подогрева.

9. При выполнении предварительной наплавки кромок деталей из сталей перлитного класса высокохромистыми присадочными материалами минимальная температура подогрева устанавливается по детали из стали перлитного класса, но не ниже 100 °С.

10. Сварка деталей из высокохромистых сталей с деталями из сталей перлитного класса, кромки которых предварительно наплавлены высокохромистыми присадочными материалами, выполняется с подогревом, необходимость и минимальная температура которого устанавливаются по детали из высокохромистой стали.

11. Наплавка антикоррозионного покрытия на деталях из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей выполняется без подогрева.

12. При наплавке антикоррозионного покрытия на деталях из легированных сталей необходимость и минимальная температура подогрева  $T$  устанавливаются согласно таблице № 7.2 в зависимости от марки стали и номинальной толщины наплаваемых деталей  $h$ , а также вида сварочного материала.

Марки материалов наплавляемой детали	Вид сварочного материала	$h$ , мм	$T$ , °С
20ХМА	лента	независимо от толщины	-
	покрытые электроды	$\leq 100$	-
	проволока	$> 100$	100
10ХН1М, 10ГН2МФА	лента	$\leq 100$	-
		$> 100$	50
	покрытые электроды	$\leq 50$	-
15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А, 15Х2НМФА класс 1, 15Х2НМ1ФА, 15Х2НМ1ФА-А, 15Х3НМФА	лента	$\leq 100$	-
		$> 100$	50
	покрытые электроды	$\leq 100$	50
	проволока	$> 100$	100
12Х2МФА, 12Х2МФА-А, 15Х2МФА, 15Х2МФА-А, 15Х2МФА мод.А, 15Х2МФА-А мод.А, 15Х2МФА-А мод.Б, 18Х2МФА, 18Х2МФА-А	лента, покрытые электроды, проволока	независимо от толщины	150

В случаях, не предусмотренных таблицей № 7.2, необходимость и минимальная температура подогрева устанавливаются технологической документацией.

При наплавке двухслойных и многослойных антикоррозионных покрытий подогрев осуществляется только при наплавке первого слоя.

13. При сварке деталей из двухслойных сталей с основным слоем из углеродистых и кремнемарганцовистых сталей или из стали марки 10ГН2МФА разделительные и защитные наплавки выполняют без подогрева.

14. Температура предварительного и сопутствующего подогрева деталей под наплавку приведена в таблице № 7.3.

Способ наплавки	Марка наплавочного материала	Температура предварительного и сопутствующего подогрева, °С
Ручной дуговой покрытыми электродами	ЦН-2	600-800
	ЦН-6Л	200-300
	ЦН-12М, ЦН-12М/К2	500-800
	УОНИИ-13/Н1-БК, ЭА-38/52	Без подогрева
Автоматический под флюсом порошковыми проволоками и лентами	ПП-АН133, ПЛ-АН150	Без подогрева
	ПП-АН157М, ПЛ-АН151	310-350
Автоматический под флюсом проволокой сплошного сечения	Св-20Х27Н7М3АГВ	Без подогрева
Ручной аргонодуговой	прутки ВЗК	600-800
	ПП-АН157М	310-400
Автоматический и полуавтоматический порошковыми проволоками в аргоне или смеси газов	ПП-АН157М	260-300
Плазменный порошковой проволокой, порошками	ВЗК, АН-34, АН-35	600-800
	ПП-АН157М, ПР-10Х18Н9М5С5Г4Б	310-360
	ПП-АН133, ПР-08Х17Н8С6Г	200-300

Допускается не выполнять предварительный подогрев деталей, наплавляемых материалами типа 190К62Х29В5С2, с условным проходом 25,0 мм и менее и наплавляемых материалами типа 08Х17Н8С6Г массой до 2 кг.

При наплавке порошками марки ВЗК деталей массой до 3 кг предварительный подогрев допускается не выполнять; массой от 3 до 5 кг включительно допускается понизить температуру подогрева до 400 °С; массой от 5 до 10 кг – понизить до 500 °С.

При наплавке электродами марки ЦН-6Л деталей с условным проходом 100,0 мм и более температура подогрева должна быть повышена до 500 °С.

В процессе наплавки не допускается охлаждение детали ниже температуры подогрева, приведенной в таблице № 7.3.

15. При предварительном и сопутствующем подогреве свариваемых деталей должны применяться нагревательные устройства, обеспечивающие требуемый подогрев металла по всей протяженности (периметру) соединения или всей площади участка наплавки.

При местном подогреве патрубков длиной менее 100,0 мм ширина зоны L подогрева должна быть равна длине патрубка.

16. При местном подогреве цилиндрических деталей (обечаек, труб, патрубков и т.п.) с кольцевыми сварными соединениями ширина L зоны подогрева в каждую сторону от оси шва должна составлять  $L \geq \sqrt{DS}$ , где D и S – номинальные наружный диаметр и толщина стенки свариваемых деталей. В пределах зоны подогрева температура должна быть не ниже минимальной температуры подогрева, указанной в таблице № 7.1, и не выше максимальной температуры, указанной в пункте 2 настоящего приложения. В любом случае ширина L должна быть не менее 100,0 мм.

---

## ПРИЛОЖЕНИЕ № 8

к федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Термическая обработка сварных соединений и наплавленных деталей****Общие требования**

1. Термическая обработка сварных соединений и наплавленных деталей должна выполняться по технологической документации, в которой, как минимум, должно быть указано:

- а) наименование и обозначение сваренных (наплавленных) деталей;
- б) марки основных материалов сваренных или наплавленных деталей;
- в) характеристики наплавки;
- г) наименьшая номинальная толщина сваренных (наплавленных) деталей (сборочных единиц);

д) условия пребывания сварных соединений и наплавленных деталей в интервале времени между окончанием сварки (наплавки) и началом термической обработки;

е) виды термической обработки с указанием последовательности выполнения отдельных ее этапов (в том числе предварительных, промежуточных и окончательных отпусков);

ж) методы термической обработки с указанием применяемого термического оборудования;

з) режимы каждого этапа термической обработки (температура печи при ее загрузке, скорость нагрева, температура, а также их продолжительность в зависимости от диапазонов номинальных толщин сборочных единиц в зоне сварных соединений или наплавки, условия, среда или скорость охлаждения и температура выдачи на воздух);

и) методы и порядок контроля температурных режимов.

2. При изготовлении, монтаже и ремонте деталей с применением сварки применяются следующие виды термической обработки:

а) отпуск;

б) полная термическая обработка (нормализация или закалка с последующим отпуском);

в) аустенизация или стабилизирующий отжиг.

Отпуску подвергаются выполненные дуговой или электронно-лучевой сваркой сварные соединения деталей из сталей перлитного класса или из высокохромистых сталей.

Полной термической обработке подвергаются выполненные электрошлаковой сваркой сварные соединения деталей из сталей перлитного класса или из высокохромистых сталей.

Аустенизации подвергаются сварные соединения деталей из сталей аустенитного класса.

3. Отпуски подразделяются на промежуточные, окончательные и предварительные.

Промежуточные отпуска проводятся после выполнения отдельных сварных соединений, если эти соединения в дальнейшем подлежат повторному отпуску (одному или нескольким).

Окончательные отпуска проводятся после выполнения всех предусмотренных сварочных (наплавочных) и термических операций, а также после исправления дефектов сварных соединений (наплавки) с применением сварки (наплавки).

Предварительный отпуск проводится перед полной термической обработкой сварных соединений, выполненных электрошлаковой сваркой.

4. Необходимость термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей указывается в конструкторской документации.

5. В таблице № 8.1 приведена минимально допустимая температура металла стыковых сварных соединений (наплавленных) деталей из перлитных и высокохромистых сталей в интервале времени между окончанием сварки и

началом термической обработки в случаях, если не предусмотрен «термический ОТДЫХ».

Таблица № 8.1

Марки материалов свариваемых (наплавленных) деталей	Номинальная толщина стенки свариваемых (наплавленных) деталей, мм	Минимально допустимая температура металла в зоне сварного соединения (наплавки), °С	Максимально допустимый интервал, ч
10ГН2МФА, 10ГН2МФА-А	более 50,0	70	не регламентируется
20ХМ, 20ХМА	независимо от толщины	не регламентируется	72
10Х2М	более 30,0	100	не регламентируется
12Х1МФ, 15Х1МФ	более 6,0	не регламентируется	72
05Х12Н2М	более 30,0	80	не регламентируется
15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А, 15Х2НМФА класс I 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А, 15Х2НМ1ФА, 15Х2НМ1ФА-А	независимо от толщины	150	не регламентируется
06Х12НЗД	более 10,0	100	не регламентируется
12Х2МФА, 12Х2МФА-А 15Х2МФА, 15Х2МФА-А, 15Х2МФА мод.А, 15Х2МФА-А мод.А, 15Х2МФА-А мод.Б	независимо от толщины	200	не регламентируется
18Х2МФА, 18Х2МФА-А		200	не регламентируется
07Х12НМФБ		300	не регламентируется
07Х12НМФБ	независимо от толщины	100*	не регламентируется

Примечание. \*Максимальная температура не должна превышать минимальную более чем на 50 °С.

6. Минимальная температура и продолжительность «термического отдыха» стыковых сварных соединений, выполненных дуговой или электронно-лучевой сваркой, приведены в таблице № 8.2.

Таблица № 8.2

Марки сталей сварных соединений	Номинальная толщина стенки свариваемых деталей, мм	Режим «термического отдыха»	
		минимальная температура, °С	минимальная продолжительность, ч
10ГН2МФА	более 50,0 до 110,0 включительно	150	8
10Х2М, 05Х12Н2М	более 30,0	100	8
12Х1МФ	более 6,0	130	8
15Х1М1Ф	более 6,0	150	10
06Х12НЗД, 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А	независимо от толщины	150	12
15Х2МФА-А мод.А *	независимо от толщины	200	12
08Х13	более 10,0	100	8
07Х12НМФБ	независимо от толщины	150	12

Примечание. \* в случае выполнения наплавки кромок перлитными сварочными материалами.

Максимальная температура «термического отдыха» не должна превышать минимальную более чем на 100 °С, для стали 07X12НМФБ – не более чем на 50 °С. При местном «термическом отдыхе» ширина зоны нагрева должна быть не менее ширины зоны нагрева при предварительном и сопутствующем подогреве.

7. После проведения «термического отдыха» сварные соединения допускается охлаждать до температуры не ниже 5 °С. При этом время до начала термической обработки не ограничивается.

8. Для сварных соединений деталей из сталей различных марок минимальная температура «термического отдыха» принимается по стали, для которой установлено более высокое значение указанной температуры.

9. Интервалы времени не ограничиваются:

а) между окончанием наплавки аустенитными сварочными материалами на кромки деталей из сталей перлитного класса и термической обработкой;

б) между окончанием антикоррозионной наплавки и термической обработкой.

Температура наплавленных деталей из легированных сталей перлитного класса до проведения термической обработки должна быть не ниже 5 °С.

10. Номинальная температура промежуточных отпусков должна быть ниже номинальной температуры окончательного отпуска не менее чем на 15 °С.

11. Номинальная температура окончательных отпусков сварных соединений и наплавленных деталей не должна превышать номинальную температуру отпуска основного металла при его полной термической обработке по режимам, установленным документами по стандартизации на полуфабрикаты из стали соответствующих марок.

12. Необходимость и температура отпусков сварных соединений деталей из сталей перлитного класса или высокохромистых сталей в зависимости от марки стали и номинальных толщин сваренных дуговой или электронно-лучевой сваркой деталей принимаются в соответствии с таблицей № 8.3.

Марки материалов свариваемых деталей	Номинальная толщина свариваемых деталей, мм	Температура отпусков, °С			
		промежуточных		окончательных	
		номинальная	предельные отклонения	номинальная	предельные отклонения
Ст3сп5, 10, 15, 15Л, 20, 20Л	≤ 36	-	-	-	-
	> 36	610	± 20	630	±20
20К, 22К, 25Л	≤ 36	-	-	-	-
	> 36	620	±20	640	-10, +20
06Х12НЗД	≤ 10	-	-	-	-
	> 10	620	±10	640	-15, +10
15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 09Г2С, 09Г2С-А, 10ХСНД, 10ХН1М	≤ 30	-	-	-	-
	> 30	630	±15	650	±15
10ГН2МФА, 10ГН2МФА-А	≤ 10	-	-	-	-
	> 10	620	±10	650	±10
15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А, 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А 15Х2НМФА класс 1, 15Х2НМ1ФА, 15Х2НМ1ФА-А	независимо от толщины	620	±10	650	±10
07Х16Н4Б	независимо от толщины	-	-	650	±10
07Х12НМФБ	независимо от толщины	720	±10	740	±10
16ГНМА	≤ 25	-	-	-	-
	> 25	640	±15	660	±15
12Х2МФА, 12Х2МФА-А, 15Х2МФА, 15Х2МФА-А, 15Х2МФА мод.А, 15Х2МФА-А мод.А, 15Х2МФА-А мод.Б, 18Х2МФА, 18Х2МФА-А	независимо от толщины	655	±10	670	±10
05Х12Н2М	независимо от толщины	-	-	670	±20
20ХМА, 20ХМ	независимо от толщины	670	±15	700	±15
12МХ, 12ХМ, 15ХМ	≤ 10	-	-	-	-
	> 10	690	±20	710	±20
10Х2М, 12Х2М1Л, 08Х13, 12Х13	≤ 6	-	-	-	-
	> 6	690	±20	710	±20
12Х1МФ	≤ 6	-	-	-	-
	> 6	715	±15	730	±20
15Х1М1Ф	≤ 6	-	-	-	-
	> 6	725	±15	740	±15

## Примечания:

1. Прочерк в соответствующей ячейке таблицы означает ненужность отпуска.
2. В качестве номинальной толщины сваренных деталей для стыковых сварных соединений должна приниматься номинальная толщина в зоне, непосредственно примыкающей к сварному шву.
3. При местной термической обработке (отпусках) сварных соединений деталей из сталей марок Ст3сп5, 10, 15, 15Л, 20, 20Л, 20К, 22К, 25Л, 15ГС, 16ГС, 20ГСЛ, 09Г2С, 10ХСНД, 10ХН1М, 10ГН2МФА, 16ГНМА, 12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 15Х2НМФА и 15Х2НМФА-А увеличение суммарных предельных отклонений от указанных в таблице номинальных температур отпусков до 40 °С в сторону минусового отклонения допускается при наличии указаний в технологической документации.
4. Проведение отпуска сварных соединений сталей марок 10ХСНД и 10ХН1М с номинальной толщиной стенки до 40,0 мм включительно допускается при наличии указаний в технологической документации.
5. Для сварных соединений деталей из сталей марок Ст3сп5 и 20 повышение верхнего предела температуры окончательного отпуска до 660 °С допускается при наличии указаний в технологической документации.
6. Проведение промежуточного отпуска сварных соединений деталей из сталей марок 12Х2МФА и 15Х2МФА при температуре 650±10 °С допускается при наличии указаний в технологической документации.

13. Проведение отпусков сварных соединений деталей из сталей различных марок или/и различной номинальной толщины обязательно в следующих случаях:

а) если согласно таблице № 8.3 марка стали и номинальная толщина каждой из двух сваренных деталей определяют необходимость отпуска сварного соединения;

б) если согласно таблице № 8.3 марка стали хотя бы одной из двух сваренных деталей определяет необходимость отпуска сварного соединения независимо от номинальной толщины деталей.

14. Температура отпусков сварных соединений деталей из сталей различных марок, для которых в таблице № 8.3 предусмотрена различная температура отпусков, устанавливается в технологической документации. При этом номинальные температуры отпусков не должны выходить за пределы интервала между номинальными температурами, определяемыми согласно таблице № 8.3 для отпусков сварных соединений деталей из сталей соответствующих марок.

15. Необходимость отпуска деталей после выполнения предварительной наплавки кромок определяется по таблице № 8.3 как для сварных соединений этих деталей без наплавки кромок. При этом детали, кромки которых наплавлены аустенитными присадочными материалами, подвергаются отпуску по режиму окончательного отпуска, а детали, кромки которых наплавлены высокохромистыми присадочными материалами, – по режиму промежуточного отпуска.

16. Детали с наплавленным антикоррозионным покрытием подвергаются отпуску. При этом температура отпусков устанавливается согласно таблице № 8.3 как для сварных соединений деталей из сталей той же марки, что и наплавленные детали.

Отпуски деталей с наплавленным антикоррозионным покрытием должны совмещаться с отпусками сварных соединений.

17. Необходимость и температура отпусков сварных соединений деталей из двухслойных сталей, основной слой которых сварен перлитными присадочными материалами, определяются по таблице № 8.3 без учета толщины плакирующего слоя.

18. Выполненные аустенитными сварочными материалами сварные соединения деталей из сталей аустенитного класса с деталями из сталей перлитного класса или из высокохромистых сталей, а также с деталями из двухслойных сталей термической обработке не подлежат, за исключением случаев, указанных конструкторской документацией.

19. Для сварных соединений деталей из двухслойных (плакированных) сталей, а также для деталей (изделий) с наплавленными антикоррозионными покрытиями число отпусков не должно превышать пяти промежуточных и двух окончательных.

Для деталей с предварительной наплавкой кромок, выполненной аустенитными сварочными материалами, число отпусков должно быть не более трех промежуточных и двух окончательных.

20. Выполненные дуговой или электронно-лучевой сваркой сварные соединения деталей из сталей аустенитного класса, предназначенные для работы при температуре до 350 °С включительно (независимо от толщины сваренных деталей), и предназначенные для работы при температуре свыше 350 °С при номинальной толщине сваренных деталей до 10,0 мм включительно, термической обработке не подлежат, за исключением случаев, оговоренных конструкторской и/или технологической документацией.

21. Выполненные дуговой или электронно-лучевой сваркой сварные соединения деталей из сталей аустенитного класса номинальной толщиной более 10,0 мм, предназначенные для работы при температуре свыше 450 °С (стали марок 08X18H10T, 12X18H9T, 12X18H10T), свыше 500 °С (стали марок 08X18H10, 09X18H9, 10X18H9, 12X18H9), свыше 560 °С (сталь марки 08X16H11M3), подлежат аустенизации при температуре 1000 (- 30, +20) °С.

При невозможности проведения аустенизации указанных сварных соединений должна применяться следующая технология:

а) выполнение предварительной наплавки кромок деталей покрытыми электродами марок А-1 (А-1Т) или А-2 (А-2Т);

б) проведение аустенизации деталей с наплавленными кромками при температуре 1000 (- 30, +20) °С;

в) механическая обработка наплавленных кромок;

г) выполнение сварного соединения сварочными материалами согласно таблице № 2.6 приложения № 2 к настоящим Правилам без последующей термической обработки.

Указанная технология должна быть включена в технологическую документацию.

В технологической документации должны быть указаны необходимость, вид и режимы термической обработки сварных соединений In и Pn категорий:

д) вышеуказанных сталей при более низких температурах;

е) сталей из таблицы № 2.6 приложения № 2 к настоящим Правилам, отличных от вышеуказанных.

22. После окончания выполняемой с подогревом электрошлаковой сварки деталей из сталей перлитного класса должны проводить отпуск сварного соединения без охлаждения металла шва и околошовной зоны основного металла ниже минимальной температуры подогрева при сварке, приведенной в таблице № 7.2 приложения № 7 к настоящим Правилам. При этом температура отпуска должна соответствовать температуре окончательного отпуска, приведенной в таблице № 8.3 в зависимости от марки свариваемой стали.

23. Все выполненные электрошлаковой сваркой соединения деталей из сталей перлитного класса или из высокохромистых сталей вне зависимости от проведения предварительного отпуска должны подвергаться полной термической обработке по режимам, установленным для основного металла.

Допускается проведение полной термической обработки выполненных покрытыми электродами марки ЦЛ-59 сварных соединений деталей из стали марки 10ГН2МФА.

24. Все выполненные электрошлаковой сваркой соединения деталей из сталей аустенитного класса должны подвергаться аустенизации по режимам, установленным для основного металла.

25. При полной термической обработке любых сварных соединений, а также при отпусках или аустенизации продольных, меридианальных, хордовых и круговых сварных соединений и всех наплавленных поверхностей детали должны помещаться в печь целиком.

При отпусках и аустенизации кольцевых сварных соединений труб и других цилиндрических деталей допускается местная термическая обработка, что должно быть оговорено в технологической документации.

26. При местной термической обработке сварных соединений зона контролируемого нагрева металла состоит из основной и дополнительных зон и должна включать сварной шов и примыкающие к его краям участки основного металла. Минимальное значение величины зоны контролируемого нагрева  $L$  приведено в таблице № 8.4.

Таблица № 8.4

Номинальные размеры сваренных деталей на участках, примыкающих к сварному шву		$L$ , мм
Наружный диаметр, мм	Толщина, мм	
До 200,0 включительно	До 20,0 включительно	40
	Более 20,0	50
Более 200,0 до 300,0 включительно	До 25,0 включительно	60
	Более 25,0	70
Более 300,0 до 500,0 включительно	До 30,0 включительно	90
	Более 30,0	120
Более 500,0 до 1000,0 включительно	До 50,0 включительно	180
	Более 50,0 до 100,0 включительно	250
	Более 100,0	300

Примечание. При наружном диаметре сваренных деталей более 1000,0 мм значение  $L$  устанавливается технологической документацией.

Основная зона контролируемого нагрева включает сварной шов и примыкающие к его краям участки основного металла на расстояниях, равных номинальным толщинам сваренных деталей при толщине деталей до 50,0 мм включительно, а при большей толщине деталей – на расстоянии 50,0 мм. В пределах основной зоны температура металла в процессе выдержки должна соответствовать заданной температуре отпуска (аустенизации) с учетом установленных допусков.

Дополнительная зона контролируемого нагрева включает участки основного металла, не входящие в основную зону. В пределах дополнительной зоны допускается снижение температуры металла в процессе выдержки по

сравнению с заданной температурой отпуска (аустенизации), но не более чем на 50 °С от минимально допустимой температуры (с учетом минусового допуска).

27. После сварки листов или других полуфабрикатов (в том числе с наплавленным антикоррозионным покрытием) для последующего изготовления фасонных деталей путем деформирования (вальцовки, штамповки, гибки и т.п.) сварные соединения, подлежащие термической обработке, должны быть подвергнуты таковой до начала процесса деформирования. При горячем деформировании указанную термическую обработку допускается не проводить.

28. Температура печи при загрузке в нее детали (узла, изделия) для термической обработки должна отличаться от температуры металла детали не более чем на 300 °С.

29. После выполнения наплавки износостойкого покрытия должны провести термическую обработку деталей. Режимы термической обработки определяются маркой стали наплавляемой детали. Режимы термической обработки деталей, наплавленных износостойкими наплавочными материалами, приведены в таблице № 8.5.

Таблица № 8.5.

Марки сталей наплавляемых деталей	Марка наплавочного материала	Режим термической обработки
Ст3сп5, 20, 20, 20К, 22К, 15ГС, 16ГС, 09Г2С, 10ХСНД	ЦН-2, ВЗК, АН-34, АН-35, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-12М/К2, ПП-АН133, ПП-АН157М, ПЛ-АН150, ПЛ-АН151	Загрузка в печь при температуре не ниже 600 °С; - нагрев до температуры (640±15) °С, со скоростью, определяемой мощностью печи; - выдержка 2,5±0,5 часов; - охлаждение с печью до 300 °С; - последующее охлаждение на воздухе или в печи
08Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н9ТЛ, 12Х18Н12Т, 12Х18Н12ТЛ		Загрузка в печь при температуре не ниже 600 °С; - нагрев до температуры (860±10) °С, со скоростью, определяемой мощностью печи; - выдержка 2,5±0,5 часа; - охлаждение с печью до 300 °С; - последующее охлаждение на воздухе или в печи
09Х18Н9, 10Х18Н9, 12Х18Н9, 08Х18Н10, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т		Загрузка в печь при температуре не ниже 500 °С; - нагрев до температуры (960±10) °С со скоростью, определяемой мощностью печи; - выдержка 2,5±0,5 часа; - охлаждение с печью до 300 °С; последующее охлаждение на воздухе или в печи
08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н9Т	ЭА-38/52, УОНИ-13/Н1-БК, Св-20Х27Н7М3АГВ	Загрузка в печь при температуре 20±10 °С; - нагрев до температуры (800±10) °С; со скоростью, определяемой мощностью печи; - выдержка 5±0,5 часа; - охлаждение на воздухе.

Марки сталей наплавляемых деталей	Марка наплавочного материала	Режим термической обработки
07X16H4Б	ЦН-2, АН-34, АН-35, ВЗК, ПрВЗК	Закалка при температуре (1000±20) °С с охлаждением на воздухе и отпуск при температуре (660±20) °С
12X1МФ, 15X1М1Ф	ЦН-2, ВЗК, АН-34, АН-35, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-12М/К2, ПП-АН133, ПП-АН157М, ПЛ-АН150, ПЛ-АН151	Загрузка в печь при температуре не ниже 600 °С; - нагрев до температуры (730±10) °С, со скоростью определяемой мощностью печи; - выдержка не менее 2,5±0,5 часов; - охлаждение с печью до 300 °С; - последующее охлаждение на воздухе.

### Сварные соединения алюминиевых и титановых сплавов

30. Необходимость и вид термической обработки сварных соединений устанавливаются согласно требованиям конструкторской документации.

31. Термически неупрочняемые алюминиевые сплавы марок АДОО, АДО, АД, АД1, АМГ2 и АМГ3 для уменьшения внутренних напряжений и стабилизации свойств сварных соединений должны подвергаться отжигу в соответствии с таблицами № 8.6, 8.7.

Таблица № 8.6

Марка сплава	Допустимая температура отжига, °С	Длительность выдержки, мин, при толщине		Охлаждающая среда
		до 6,0 мм	более 6,0 мм	
АДОО, АДО, АД1, АД	300-500	2-10	10-30	воздух или вода
АМГ2, АМГ3	300-420			

Таблица № 8.7

Марка сплава	Допустимая температура отжига, °С	Длительность выдержки для всех толщин, ч
АДОО, АДО, АД1, АД	150-300	1-3
АМГ2	150-250	
АМГ3	150-300	

32. При сварке деталей из термически упрочняемых алюминиевых сплавов марок АВ, САВ1 применяют следующие виды термической обработки:

а) закалку (таблица № 8.8 и таблица № 8.9) с последующим старением (таблица № 8.10);

б) полный отжиг (таблица № 8.11) и неполный отжиг (таблица № 8.12).

Таблица № 8.8

Марка сплава	Вид полуфабриката	Температура начала отсчета длительности выдержки, °С	Допустимая температура под закалку, °С
АВ, САВ1	все	505	510-530

Таблица № 8.9

Вид полуфабриката	Толщина материала, мм	Продолжительность выдержки в воздушных печах, мин
Листы, трубы холодно-деформированные, плиты горячекатаные, профили, прутки	До 1,2	10-20
	1,3-3,0	15-30
	3,1-5,0	20-45
	6,1-10,0	30-60
	11,0-20,0	35-75
	21,0-30,0	45-90
Штамповки и поковки	До 2,5	15-30
	2,6-5,0	20-45
	5,1-15,0	30-50
	16,0-30,0	40-60

Примечание:  
Закалка проводится в воде, имеющей температуру 10-30 °С; для крупногабаритных деталей сложной формы температура закалочной воды должна быть в интервале 30-40 °С.

Таблица № 8.10

Марка сплава	Вид старения	Допустимая температура, °С	Продолжительность старения, ч
АВ, САВ1	Естественное	Комнатная	240-360
	Искусственное	160-170	10-12

Примечания:  
1. При перерывах искусственного старения общее время вычисляется как сумма.  
2. Перерыв между закалкой и искусственным старением, обеспечивающим наилучшие механические свойства, должен быть не более 1 ч.

Таблица № 8.11

Марка сплава	Допустимая температура отжига, °С	Длительность выдержки для всех толщин, мин	Скорость охлаждения
АВ, САВ1	380-420	10-60	Не более 30 °С/ч до 260 °С, затем на воздухе

Таблица № 8.12

Марка сплава	Допустимая температура отжига, °С	Длительность выдержки для всех толщин, ч	Охлаждающая среда
АВ, САВ1	250-280	1-4	Воздух или вода

33. В сварных соединениях титановых сплавов термическую обработку применяют для уменьшения уровня остаточных напряжений, возникающих при изготовлении сварных узлов и конструкций из сплавов типа ПТ-3В и 5В, а также для устранения возможных поводов при их дальнейшей обработке или эксплуатации.

Термическую обработку проводят при температурах (675±15) °С, (если надо наиболее полно снять сварочные напряжения, (600±15) °С (для снятия основного уровня напряжений), (500±15) °С (для снятия пиков напряжений), (350±15) °С (термообработка сильфонных компенсаторов). Необходимость и температура термообработки указывается в конструкторской документации.

В зависимости от сложности конструкции, от разности толщин стенок в местах сварки, от соотношения наплавленного металла к весу конструкции, а также от специальных требований по сохранению размеров и формы конструкции назначается один из пяти режимов термообработки: А (для простых и симметричных конструкций), Б (для несимметричных конструкций, отличающихся по толщине не более, чем в 5 раз), В (для несимметричных конструкций, отличающихся по толщине более, чем в 5 раз), Г (для сложных сварных конструкций с жесткими требованиями по сохранению формы и размеров, Д (для сильфонов).

Требования по режимам приведены в таблице № 8.13.

Таблица № 8.13

Режим	Условия загрузки в печь	Режим нагрева	Режим охлаждения
А	В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры термообработки	Нагрев до температуры термообработки с максимально возможной скоростью. После достижения температуры термообработки выдержка не менее 2 мин. на 1,0 мм толщины стенки, но не менее часа.	На воздухе.
Б	В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры не выше 350 °С.	Нагрев до температуры термообработки со скоростью не выше 150 °С в час. После достижения температуры термообработки выдержка 2 мин. на 1,0 мм толщины стенки, но не менее часа.	Охлаждение до температуры 300°С с печью, далее на воздухе. Допускается полное охлаждение с печью.
В	В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры не выше 350 °С.	После достижения температуры 300-350 °С выдержка 2 мин. на 1,0 мм толщины стенки, но не менее часа. Далее нагрев со скоростью не выше 100 °С в ч. Выдержка при температуре термообработки 2 мин на 1,0 мм толщины стенки, но не менее часа.	Охлаждение до температуры 300°С с печью, далее на воздухе. Допускается полное охлаждение с печью.
Г	В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры не выше 150 °С.	Поэтапный нагрев от 100-150 °С до 300-350 °С и от 300-350 °С до 400-450 °С со скоростью не выше 60 °С в час с выдержкой при каждой температуре 1 мин. на 1,0 мм толщины стенки. Нагрев от 400-450 °С до температуры термообработки со скоростью не выше 60 °С в час, выдержка 2 мин. на 1,0 мм толщины стенки. Перепад температур между различными участками конструкции должен быть не более 50 °С при нагреве и 30 °С при выдержке.	Охлаждение до температуры 150-100 °С с печью, далее на воздухе. Допускается приоткрывать дверцу печи при условии сохранения перепада температур на конструкциях не более 50 °С.
Д	В холодную печь. Допускается загрузка в печь, нагретую до температуры не выше 150 °С.	Нагрев до температуры 350 °С со скоростью не выше 60 °С в час, выдержка в течении 2 часов.	Охлаждение до температуры 150-100 °С с печью, далее на воздухе.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 9  
к федеральным нормам и правилам в  
области использования атомной энергии  
«Сварка и наплавка оборудования и  
трубопроводов атомных энергетических  
установок», утвержденным приказом  
Федеральной службы по экологическому,  
технологическому и атомному надзору  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Наплавка уплотнительных и направляющих поверхностей**

1. При выполнении наплавки могут быть использованы следующие способы:

- а) автоматический проволокой сплошного сечения в аргоне или под флюсом
- б) автоматический под флюсом порошковыми проволоками и лентами;
- в) ручной дуговой покрытыми электродами;
- г) автоматический и полуавтоматический порошковыми проволоками в аргоне или смеси газов;
- д) ручной аргонодуговой с присадкой проволокой сплошного сечения;
- е) плазменный порошковой проволокой или порошками.

2. Для выполнения наплавки уплотнительных и направляющих поверхностей должны применяться материалы, приведенные в таблице № 2.9 приложения № 2 к настоящим Правилам.

3. В конструкторской документации на наплавляемую деталь должны быть указаны:

- а) расположение и внешние размеры деталей и наплавленных поверхностей;
- б) расположение и размеры уплотнительных и направляющих поверхностей;
- в) общая толщина (высота) наплавленного металла после механической обработки;
- г) марка (марки) применяемых наплавочных материалов;

д) допускаемые значения твердости наплавленных поверхностей.

4. Должны быть проконтролированы химический состав и твердость металла, наплавленного каждой партией (сочетанием партий) наплавочных материалов.

Твердость и химический состав наплавленного металла должны соответствовать требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регламентирующих проведение контроля металла при изготовлении и монтаже оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.

Химический состав и твердость наплавленного металла способами, приведенными в пункте 1 настоящего приложения, должны удовлетворять требованиям, приведенным в документах по стандартизации на материал соответствующей марки.

5. Для определения твердости и химического состава наплавленного металла должны произвести контрольную наплавку на пластину с минимальными размерами 120x80x20 мм, площадь наплавки не менее 80x40мм, или диск с номинальным диаметром 100,0 мм.

Условия и режимы выполнения наплавки и термической обработки контрольного образца должны соответствовать требованиям технологической документации на наплавку и термическую обработку детали.

Пробы для химического анализа наплавленного металла отбираются из верхних слоев наплавки, расположенных на расстоянии не менее 3,0 мм от поверхности основного металла.

Твердость должна измеряться на поверхности слоя наплавленного металла в соответствии с технологической документацией на выполнение наплавки.

Проверка твердости должна производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 9013. Допускается применение переносных электронных твердомеров при условии обеспечения возможности их применения.

6. Шероховатость поверхности  $R_z$  подготовленных под наплавку заготовок должна быть не более 80 мкм в соответствии с ГОСТ 2789. Кромки канавок под

наплавку должны быть скошены под углом не менее 20 °. Радиусы перехода поверхностей должны быть не менее 3,0 мм.

7. Пробы для контроля механических свойств и стойкости к межкристаллитной коррозии каждой партии (плавки) сталей, используемых для изготовления деталей арматуры, подлежащих наплавке износостойкими материалами, должны быть подвергнуты термической обработке с режимами, указанными в таблице № 9.1.

Таблица № 9.1

Марки стали	Режим термической обработки
08X18H10T, 12X18H12T, 12X18H10T, 12X18H9TЛ, 12X18H12T, 12X18H12TЛ	- загрузка в печь при температуре не ниже 600°C; - нагрев до (800±10) °С, выдержка (4±0,5) ч; - нагрев до (860±10) °С, выдержка (3±0,5) ч; - охлаждение с печью до (650±10) °С, выдержка (2±0,5) ч; - охлаждение с печью до температуры не выше 300 °С, далее на воздухе или в печи.
10X17H13M2T, 10X17H13M3TЛ	- загрузка в печь при температуре не ниже 600 °С; -нагрев до (800±10) °С, выдержка (4±0,5) ч; -нагрев до (960±10) °С, выдержка (3±0,5) ч; -охлаждение с печью до (660±10)°С, выдержка (2±0,5)ч; -охлаждение с печью до температуры не выше 300 °С, далее на воздухе или в печи.
09X18H9, 10X18H9, 12X18H9, 08X18H10	- загрузка в печь при температуре не ниже 600 °С; - нагрев до (800±10) °С, выдержка (4±0,5) ч.; - нагрев до (960±10) °С, выдержка (3±0,5) ч; - охлаждение с печью до температуры не выше 300°С, далее на воздухе или в печи.
Ст3сп5, 20, 20К, 22К, 15ГС, 16ГС, 09Г2С, 10ХСНД	- загрузка в печь при температуре не ниже 600 °С; - нагрев до (630±10) °С, выдержка (2,5±0,5) ч; - охлаждение с печью до температуры не выше 300 °С, далее на воздухе или в печи.
12X1MФ, 15X1M1Ф	- загрузка в печь при температуре не ниже 600 °С; - нагрев до (730±15) °С, выдержка (2,5±0,5) ч; - охлаждение с печью до температуры не выше 300 °С, далее на воздухе или в печи.
07X16H4Б	- закалка при температуре (1000±20) °С; - охлаждение на воздухе или в масле; - отпуск при температуре (650±10) °С; - охлаждение с печью до температуры не выше 300 °С, далее на воздухе или в печи.

Результаты испытаний проб должны соответствовать требованиям документов по стандартизации на изделие.

8. Перед наплавкой деталей из сталей перлитного класса электродами или порошковыми материалами типов 13X16H8M5C5Г4Б и 08X17H8C6Г необходимо выполнить наплавку подслоя толщиной 3±1 мм электродами марки ЗИО-8, ЦЛ-25, ОЗЛ-6 или проволокой (лентой) марки Св-07X25H13 под флюсами марок АН-26П, АН-26П, ОФ-10, ОФ-40.

Наплавку подслоя допускается не выполнять:

- а) при наплавке арматуры с условным проходом до 65 мм включительно;
- б) при наплавке деталей из стали Ст3сп5;
- в) в случаях, предусмотренных технологической документацией.

Наплавку подслоя на углеродистые и кремнемарганцовистые стали должны выполняться без подогрева. Наплавку подслоя на легированные стали перлитного класса должны выполнять с предварительным подогревом наплавляемой поверхности до температуры не ниже 150 °С.

Наплавленный металл подслоя подлежит визуальной контролю на отсутствие трещин, а также измерительному контролю толщины подслоя.

9. В технологической документации на наплавку, как минимум, должны быть указаны:

- а) порядок и последовательность подготовки деталей под наплавку;
- б) применяемые способы наплавки; квалификация сварщиков;
- в) используемое оборудование;
- г) марка основного металла детали;
- д) марки (сочетания марок) применяемых наплавочных материалов;
- е) сортамент применяемых наплавочных материалов;
- ж) необходимость, методы и режимы предварительного и сопутствующего подогрева;
- з) необходимость наплавки подслоя;
- и) требования к выполнению первого слоя двухслойной наплавки;
- к) необходимость предварительной наплавки аустенитными материалами;
- л) количество и порядок наложения валиков и/или слоев при наплавке;
- м) толщина (высота) наплавленного металла;
- н) условия пребывания деталей до начала термической обработки;
- о) необходимость, методы и режимы термической обработки наплавленных деталей;
- п) методы, объемы контроля и нормы оценки качества наплавленных

поверхностей.

10. Необходимость и температура предварительного и сопутствующего подогрева деталей при наплавке устанавливается в соответствии с приложением № 7 к настоящим Правилам.

11. Ориентировочные режимы наплавки приведены в приложении № 6 к настоящим Правилам.

Наплавка должна выполняться без перерывов (кроме электродов марок УОНИ-13/Н1-БК и ЭА-38/52 и проволоки марки Св-20Х27Н6М3АГВ). При вынужденном перерыве наплавляемую деталь, не допуская охлаждения, должны поместить в нагретую печь, а перед возобновлением наплавки нагреть деталь до заданной температуры предварительного подогрева.

В процессе наплавки материалами типов Э-190К62Х29В5С2 и 13Х16Н8М5С5Г4Б перерывы не допускаются.

Наплавка электродами марки УОНИ-13/Н1-БК и ЭА-38/52 и проволокой марки Св-20Х27Н6М3АГВ должна выполняться с охлаждением каждого ранее выполненного валика до температуры не выше 150 °С.

После окончания наплавки, не допуская охлаждения, детали должны быть термически обработаны по режимам, приведенным в приложении № 8 к настоящим Правилам. Температура деталей после окончания наплавки до начала термической обработки должна быть не ниже требуемой температуры предварительного подогрева

12. Толщина наплавленного металла после механической обработки должна соответствовать требованиям конструкторской документации.

13. После окончания наплавки, не допуская охлаждения, детали должны подвергаться термической обработке по режимам, приведенным в приложении № 8 к настоящим Правилам.

Температура деталей после окончания наплавки до начала термической обработки должна быть не ниже температуры предварительного подогрева.

Между окончанием наплавки и началом термической обработки материалов типов Э-190К62Х29В5С2 и 13Х16Н8М5С5Г4Б перерыв не допускается.

В случае наплавки электродами марок УОНИ-13/Н1-БК, ЭА-38/52 и проволокой марки Св-20Х27Н6М3АГВ перерыв между окончанием наплавки и началом термической обработки не регламентируется.

14. Исправление наплавленных поверхностей должно выполняться выборкой дефектов или удалением механическим способом слоя (слоев) наплавленного металла, содержащего дефекты, с соответствующей последующей заваркой выборок или наплавкой.

После исправления дефектов наплавленные поверхности должны быть подвергнуты визуальному контролю, а в случае удаления трещин – визуальному и капиллярному контролю.

Для ремонта должны применяться наплавочные материалы той же марки (того же типа), что и наплавочные материалы, используемые для выполнения наплавки исправляемой поверхности по той же технологии.

15. После ремонтной наплавки детали должны быть термически обработаны по режимам, приведенным в приложении № 8 к настоящим Правилам.

16. Ремонт наплавки допускается производить не более трех раз.

#### **Наплавка на детали арматуры из титановых сплавов**

17. Для выполнения износостойких наплавов на детали арматуры из титановых сплавов должны применяться окисленные прутки из сварочной проволоки марки ПТ-7Мсв.

Наплавка выполняется ручной аргонодуговой сваркой на постоянном токе при прямой полярности.

Заготовки под наплавку должны иметь технологические канавки в местах наплавки, а также технологические припуски, обеспечивающие нормальное формирование наплавленного валика и его защиту от окисления.

Технологические канавки должны иметь глубину от 1,0 до 2,0 мм и ширину на 5,0 мм больше ширины уплотнительного поля.

Перед выполнением наплавки детали должны нагреть до температуры 400-500 °С и выдержать при этой температуре не менее 1 мин. на каждый 1,0 мм минимальной толщины детали. Предварительный подогрев допускается не производить, если вес детали не превышает 300 г. В процессе наплавки температура наплавляемой детали не должна остывать ниже 250 °С.

18. Наплавленный металл в процессе наплавки должен быть защищен от окисления. При перерывах в процессе наплавки и при выполнении замкнутых валиков ранее наплавленный участок должен быть защищен с перекрытием на 10,0 – 15,0 мм. Кратеры должны быть заплавленными. Геометрические размеры наплавленного металла должны обеспечивать припуск для последующей механической обработки не менее по 3,0 мм на сторону и по высоте наплавки.

19. После окончания наплавки производят термическую обработку наплавленной детали, при этом не допускается охлаждение детали перед посадкой в печь до температуры ниже 250 °С. Наплавленные детали должны загружаться в печь, нагретую до 400 – 500 °С.

Режимы термической обработки: температура  $675 \pm 15$  °С; скорость нагрева печи до температуры термообработки не выше 200 °/час; время выдержки – 2 мин на 1,0 мм максимальной толщины детали, но не менее 2 часов. Охлаждение наплавленных деталей должно производиться с печью до температуры не выше 200 °С со скоростью (15-30) °/час, дальнейшее охлаждение – на воздухе.

Механическая обработка должна проводиться после окончания термической обработки по технологии, разработанной предприятием-изготовителем.

20. Проверка качества выполнения наплавки должна включать в себя входной контроль основных и сварочных материалов, контроль квалификации персонала, контроль состояния производственных помещений, оборудования и инструмента, а также операционный и приемочный контроль.

Операционный контроль включает в себя:

а) проверку подготовки узлов под наплавку; проверку температуры подогрева наплавляемых деталей;

б) проверку режимов наплавки; проверку режимов термообработки.

Приемочный контроль качества выполнения наплавки включает в себя визуальный, измерительный, капиллярный контроль и измерение твердости.

21. При наличии на поверхности наплавленного металла трещин и вольфрамовых включений или пор, размеры и количество которых превышает допустимые, производят исправление дефектного места наплавки.

---

**ПРИЛОЖЕНИЕ № 10**  
к федеральным нормам и правилам в  
области использования атомной энергии  
«Сварка и наплавка оборудования и  
трубопроводов атомных энергетических  
установок», утвержденным приказом  
Федеральной службы по экологическому,  
технологическому и атомному надзору  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Требования к производственной аттестации технологии сварки (наплавки)**

1. Производственная аттестация проводится в рамках системы оценки соответствия с целью проверки возможности практического выполнения предприятием-изготовителем, монтажной или ремонтной организацией технологических процессов сварки (наплавки) в соответствии с требованиями настоящих Правил.

Производственная аттестация выполняется на однотипных производственных сварных соединениях (наплавленных поверхностях.)

**Критерии однотипности производственных сварных соединений  
(наплавленных поверхностей)**

2. В одну группу однотипных сварных соединений должны включаться производственные сварные соединения изготавливаемых, монтируемых или ремонтируемых предприятием деталей, имеющие следующие общие признаки:

а) Способ сварки.

б) Марку (сочетание марок) основного металла. В одну группу допускается объединять сварные соединения деталей из сталей различных марок, железоникелевых, титановых и алюминиевых сплавов, для сварки которых предусмотрено применение сварочных материалов одних и тех же марок (сочетаний марок).

в) Марку (сочетание марок) сварочных материалов. При этом в одну группу допускается объединять сварные соединения, выполняемые с применением различных сварочных материалов, марки (сочетания марок)

которых, согласно настоящим Правилам, могут использоваться для сварки деталей из стали одной и той же марки (железоникелевого, титанового и алюминиевого сплава).

г) Номинальную толщину свариваемых деталей в зоне сварки. В одну группу допускается объединять выполняемые дуговой или электронно-лучевой сваркой сварные соединения с номинальной толщиной деталей в пределах одного из следующих диапазонов:

- 1) до 3,0 мм включительно;
- 2) более 3,0 до 10,0 мм включительно;
- 3) более 10,0 до 50,0 мм включительно;
- 4) более 50,0 мм.

Для угловых, тавровых и нахлесточных сварных соединений указанные диапазоны относятся к привариваемым деталям; толщину основных деталей разрешается не учитывать.

д) Радиус кривизны детали в зоне сварки. В одну группу допускается объединять сварные соединения деталей с радиусом кривизны в пределах одного из следующих диапазонов:

- 1) до 12,5 мм включительно;
- 2) более 12,5 до 50,0 мм включительно;
- 3) более 50,0 до 250,0 мм включительно;
- 4) более 250,0 мм (включая плоские детали).

Для угловых, тавровых и нахлесточных сварных соединений указанные диапазоны относятся к привариваемым деталям; радиусы кривизны основных деталей разрешается не учитывать.

е) Тип сварного соединения. В одну группу могут быть объединены угловые, тавровые и нахлесточные сварные соединения, кроме угловых сварных соединений приварки патрубков к корпусам оборудования и к трубопроводам.

ж) Форму подготовки кромок. В одну группу допускается объединять сварные соединения с одной из следующих форм подготовки кромок:

- 1) с односторонней разделкой кромок при угле их скоса более  $8^\circ$ ;

- 2) с односторонней разделкой кромок при угле их скоса до  $8^\circ$  включительно (узкая разделка);
- 3) с двухсторонней разделкой кромок.

з) Наличие и вид наплавки кромок. В одну группу допускается объединять сварные соединения с одним из следующих видов наплавки кромок:

- 1) с однородной наплавкой;
- 2) с двойной наплавкой.

и) Необходимость предварительного и сопутствующего подогрева при сварке.

к) Вид термической обработки.

л) Категорию сварных соединений при выполнении сварки в процессе изготовления (монтажа), либо класс безопасности оборудования (трубопровода) при выполнении ремонта.

3. Для однотипных сварных соединений деталей из двухслойных сталей дополнительно должны учитываться следующие общие признаки:

- а) Марка основного металла.
- б) Марка плакирующего металла.
- в) Особенности технологии сварки:
  - 1) сварка на всю толщину без удаления плакирующего слоя с краев разделки;
  - 2) раздельная сварка основного металла и плакирующего слоя с использованием различных сварочных материалов и предварительным удалением плакирующего слоя от краев разделки;
  - 3) однородная или двойная наплавка при восстановлении (сварке) плакирующего слоя;
  - 4) наличие или отсутствие переходной (разделительной) наплавки.

4. В одну группу однотипных антикоррозионных покрытий объединяются покрытия, имеющие следующие общие признаки:

- а) Способ наплавки.

- б) Характеристика покрытия (однородное или двойное).
- в) Вид сварочного материала (электрода) для антикоррозионного покрытия.
- г) Марку (сочетание марок) наплавочных (сварочных) материалов. В одну группу допускается объединять наплавленные антикоррозионные покрытия, выполняемые наплавочными (сварочными) материалами любых марок (сочетаний марок), которые, согласно настоящим Правилам, могут применяться для выполнения соответствующих антикоррозионных покрытий.
- д) Вид и режим термической обработки.

### **Порядок проведения аттестации**

5. Производственная аттестация технологии выполнения сварных соединений и наплавленных поверхностей подразделяется на следующие виды:

- а) первичная;
- б) периодическая;
- в) внеочередная.

6. Первичная аттестация проводится для сварных соединений (наплавленных поверхностей), технология выполнения которых на данном предприятии-изготовителе (в монтажной или ремонтной организации) не аттестована.

Технология выполнения сварных соединений (наплавленных поверхностей), применявшаяся до введения в действие настоящих Правил предприятием-изготовителем, монтажной или ремонтной организацией по технологической документации, удовлетворяющей требованиям настоящих Правил и федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, регламентирующих проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже, считается прошедшей первичную аттестацию.

7. Периодическая аттестация проводится в следующие сроки:  
при изготовлении (монтаже) оборудования и трубопроводов:

- а) для сварных соединений I и II категорий – через каждые 18 месяца;

б) для сварных соединений II и IIн категорий, а также наплавленных антикоррозионных покрытий – через каждые 24 месяца;

в) для сварных соединений III категории – через каждые 36 месяцев;  
при ремонте оборудования и трубопроводов:

г) для сварных соединений оборудования и трубопроводов 1 класса безопасности, а также наплавленных поверхностей антикоррозионных покрытий – через каждые 18 месяцев;

д) для сварных соединений оборудования и трубопроводов 2 класса безопасности – через каждые 24 месяца;

е) для сварных соединений оборудования и трубопроводов 3 класса безопасности – через каждые 36 месяцев.

8. В случаях ухудшения качества изготавливаемых предприятием-изготовителем, монтажной или ремонтной организацией производственных сварных соединений и наплавленных поверхностей проводится внеочередная аттестация:

а) при изготовлении – по критериям, установленным предприятием-изготовителем;

б) при монтаже и ремонте – по требованию эксплуатирующей организации.

Сроки проведения внеочередной аттестации определяются организацией, выполнявшей сварку (наплавку).

9. Если срок действия аттестации заканчивается в процессе изготовления, монтажа или ремонта, то он может быть продлен до конца срока изготовления, монтажа или ремонта конкретного оборудования и трубопроводов.

10. Допускается аттестацию технологии предварительных наплавов на детали совмещать с аттестацией технологии сварки сварных соединений деталей.

11. Производственная аттестация технологии выполнения сварных соединений и наплавленных поверхностей включает:

а) Выполнение контрольных сварных соединений (наплавов).

б) Неразрушающий контроль контрольных сварных соединений (наплавов) для каждой группы изготавливаемых по аттестуемой технологии однотипных производственных сварных соединений и наплавленных антикоррозионных поверхностей.

в) Разрушающий контроль контрольных сварных соединений (наплавов).

Неразрушающий контроль и разрушающий контроль должны проводиться в соответствии с требованиями федеральных норм и правил, регламентирующих проведение контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже.

12. Предприятие-изготовитель (монтажная или ремонтная организация) перед проведением аттестации должно составить программу аттестации, указав в ней:

а) наименование деталей и сборочных единиц, в состав которых входят сварные соединения и наплавленные поверхности, выполняемые по аттестуемой технологии;

б) перечень аттестуемых групп однотипных сварных соединений;

в) перечень аттестуемых групп однотипных наплавленных поверхностей;

г) перечень технологической документации, используемой при выполнении и контроле аттестуемых сварных соединений и наплавов;

д) методы неразрушающего и разрушающего контроля аттестуемых сварных соединений и наплавов;

е) ссылки на документы, в соответствии с которыми выполняется неразрушающий и разрушающий контроль аттестуемых сварных соединений и наплавов;

ж) схемы вырезки образцов из контрольных сварных соединений и наплавов с указанием назначения и типов образцов со ссылкой на соответствующие документы по стандартизации.

13. На каждую группу однотипных производственных сварных соединений (наплавов), выполняемых по аттестуемой технологии, должно быть изготовлено не менее одного контрольного сварного соединения (наплавки).

14. Контрольные сварные соединения (наплавки) должны выполняться в соответствии с требованиями технологической документацией, разработанной на аттестуемую технологию.

15. При выполнении контрольных сварных соединений (наплавки) с подогревом его температура устанавливается для наибольшего значения номинальной толщины производственных сварных соединений (наплавленных деталей) аттестуемой группы, аналогичных по марке основного металла контрольному сварному соединению (наплавке). При этом толщина деталей контрольного сварного соединения должна быть не меньше толщины, начиная с которой требуется подогрев при сварке.

16. При выполнении контрольных сварных соединений (наплавки), подлежащих термической обработке, температура выдержки устанавливается в соответствии с требованиями настоящих Правил. Толщина деталей контрольного сварного соединения (наплавки) должна быть не меньше толщины, начиная с которой требуется проведение термической обработки.

17. Толщина основного металла для выполнения контрольной наплавки должна соответствовать наибольшей номинальной толщине основного металла деталей с наплавленными поверхностями каждой аттестуемой группы. Для производственных наплавленных деталей с номинальной толщиной основного металла более 50,0 мм допускается выполнять контрольные наплавки с меньшей толщиной основного металла, но не менее 50,0 мм.

18. Контрольные сварные соединения и наплавки подлежат сплошному неразрушающему контролю методами, установленными для соответствующих аттестуемых производственных сварных соединений (наплавки).

В случае обнаружения трещин должны быть приняты меры по устранению причин их образования и повторно выполнено контрольное сварное соединение или наплавка.

19. При разрушающем контроле стыковых сварных соединений проводятся следующие механические испытания:

- а) определение предела прочности при нормальной температуре;

б) определение угла изгиба или испытание на сплющивание при нормальной температуре;

в) определение предела прочности при повышенной температуре.

Испытания по определению предела прочности при повышенной температуре проводятся только при наличии соответствующего указания в конструкторской документации на изделия, свариваемые по аттестуемой технологии. Температура испытаний должна соответствовать наибольшей из числа указанных в этой документации.

При разрушающем контроле антикоррозионных наплавов должны проводиться механические испытания по определению угла изгиба и металлографические исследования.

20. Результаты производственной аттестации оформляются протоколом, в котором, как минимум, должны быть указаны:

а) Наименование предприятия-изготовителя (монтажной или ремонтной организации) и адрес.

б) Характеристики аттестуемых групп однотипных сварных соединений и наплавленных поверхностей.

в) Наименование деталей и сборочных единиц.

г) Перечень аттестуемых групп однотипных сварных соединений и наплавленных поверхностей с указанием для каждой группы:

1) номеров производственных сварных соединений и чертежей соответствующих сборочных единиц;

2) номеров чертежей деталей с наплавленными поверхностями;

3) учетных номеров технологической документации, по которой выполняются аттестуемые сварные соединения и наплавленные поверхности.

д) Номера чертежей контрольных сварных соединений (наплавов) для каждой аттестуемой группы однотипных производственных сварных соединений и наплавленных поверхностей.

е) Перечень технологической документации, по которой выполнялось каждое контрольное сварное соединение (наплавка).

ж) Схемы вырезки образцов из контрольных сварных соединений (наплавки) с указанием назначения и типов образцов со ссылкой на документы по стандартизации.

з) Перечень технологической документации, по которой проводится контроль контрольных сварных соединений (наплавки).

и) Результаты неразрушающего контроля контрольных сварных соединений (наплавки) для каждого используемого при аттестации метода неразрушающего контроля.

к) Сведения о подразделении, выполнявшем неразрушающий контроль, включая номер свидетельства аккредитации.

л) Результаты разрушающего контроля качества контрольных сварных соединений (наплавки).

м) Сведения об организации, выполнявшей разрушающий контроль, включая номер свидетельства аккредитации.

н) Перечень мероприятий, вытекающих из результатов контроля (при неудовлетворительных результатах контроля), и результаты повторных испытаний;

о) Результаты повторных испытаний.

21. При неудовлетворительных результатах неразрушающего или разрушающего контроля должны быть приняты меры по выяснению и устранению причин несоответствия контрольного сварного соединения или наплавки установленным требованиям, после чего взамен забракованного контрольного сварного соединения (наплавки) должно быть выполнено и проконтролировано новое.

22. При периодической аттестации допускается использовать результаты разрушающего контроля производственных контрольных сварных соединений, проводимого согласно требованиям федеральных норм и правил в области

использования атомной энергии по контролю металла при изготовлении и монтаже оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.

23. Протокол передается в центр, аккредитованный в области использования атомной энергии, для проведения процедуры оценки соответствия.

24. Контрольные сварные соединения для аттестации технологии сварки в монтажных условиях должны предусматриваться проектной организацией путем назначения соответствующих контрольных операций согласно программе контроля качества. Чертежи контрольных сварных соединений должны входить в комплект конструкторской документации предприятия-изготовителя.

### **Область распространения аттестации**

25. При изготовлении (монтаже) аттестация технологии выполнения сварных соединений I (In) категории может быть распространена на однотипные сварные соединения II (In) и III категорий, а аттестация технологии выполнения сварных соединений II (In) категории – на однотипные сварные соединения III категории.

При ремонте аттестация технологии выполнения сварных соединений оборудования и трубопроводов 1 класса безопасности может быть распространена на однотипные сварные соединения оборудования и трубопроводов 2 и 3 классов безопасности, а аттестация технологии выполнения сварных соединений оборудования и трубопроводов 2 класса безопасности может быть распространена на однотипные сварные соединения оборудования и трубопроводов 3 класса безопасности.

26. Аттестация технологии выполнения наплавленных поверхностей с предварительным и сопутствующим подогревом может быть распространена на однотипные наплавленные поверхности, выполняемые без подогрева.

27. Аттестация технологии выполнения дуговой сваркой сварных соединений деталей с диапазоном номинальных толщин более 10,0 до 50,0 мм может быть распространена на сварные соединения деталей с диапазоном номинальных толщин более 3,0 до 10,0 мм.

28. Аттестация технологии выполнения сварных соединений электрошлаковой сваркой может быть распространена на сварные соединения деталей, номинальная толщина которых отличается от толщины деталей использованного для аттестации контрольного соединения не более чем на 25%.

---