ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ГОРНЫЙ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ
НАДЗОР РОССИИ
(Госгортехнадзор России)

107066, г. Москва, ул. А. Лукьянова, 4, корп. 8
Телефон: 263-97-75 Телефакс: 261-60-43
E-mail: gost.e-ecolog.ru

27.05.2002 № 12-06/404

На № _____

Заместителю Генерального директора
АО «НИИХИММАШ»
Ракову В.В.

Рассмотрев представленные материалы, Управление по котлонадзору и надзору за подъемными сооружениями Госгортехнадзора России согласовывает, разработанный ОАО «НИИхиммаш» ОСТ 26.260.3-2001 «Сварка в химическом машиностроении. Основные положения».

Начальник управления В.С. Котельников

Исп. Шельпяков А.А. т.267-32-34

gost.e-ecolog.ru

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СВАРКА В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Основные положения

ОСТ 26.260.3-2001

Дата введения: 01.06.2002 г.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

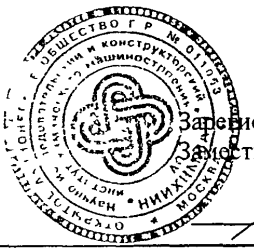
Настоящий стандарт распространяется на сварку изделий, работающих при температуре не ниже минус 70°С под давлением не более 16 МПа (160 кгс/см^2) или без давления (под налив), из металлических материалов, применяемых в химическом машиностроении для сварных конструкций.

Стандарт разработан с учетом действующих правил: «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (ПБ 10-115-96), «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (ПБ 03-108-96), «Правила изготовления паровых и водогрейных котлов сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды с применением сварочных технологий» (ПБ 03-164-97)), «Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства» (ПБ 03-273-99), «Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных» (ПБ 03-384-00).

Стандарт устанавливает основные требования к технологии сварки и предназначен для использования при проектировании, изготовлении, эксплуатации и ремонте химического оборудования и разработке технологических процессов сварки.

Применение способов сварки и сварочных материалов, не предусмотренных настоящим стандартом, а также изменение ограничений и условий применения сварочных материалов допускается по отраслевой и нормативной документации, утвержденной в установленном порядке или по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией по применению данного конструкционного материала в химическом машиностроении

В стандарте приводятся требования к технологии сварки материалов марок, предусмотренных отраслевыми стандартами на сосуды и аппараты (ОСТ 26 291, ОСТ 26-01-858, ОСТ 26-11-06, ОСТ 26-01-1183, ОСТ 26-01-900) и другой аналогичной нормативной документацией по стандартизации на изделия химического машиностроения.



ОАО «НИИХИММАШ»

Зарегистрировано № 184 2001-11-19

Заместитель генерального директора

В.В.Раков

Настоящий стандарт является собственностью ОАО «НИИХИММАШ» и не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без его разрешения.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты, правила и руководящие документы:

ГОСТ 8.513-84 ГСИ (Государственная система обеспечения единства измерений). Поверка средств измерений, организация и порядок проведения

ГОСТ 12.3.002-75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 859-78 Медь. Марки

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 2424-83 Круги шлифовальные. Технические условия

ГОСТ 2603-79 Ацетон. Технические условия

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

ГОСТ 4233-77 Натрий хлористый. Технические условия

ГОСТ 4234-77 Калий хлористый. Технические условия

ГОСТ 5009-82 Шкурка шлифовальная тканевая. Технические условия

ГОСТ 5222-72 Проволока из кремнемарганцевой бронзы. Технические условия

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 6032-89 Стали и сплавы коррозионностойкие. Методы испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии

ГОСТ 6376-74 Анемометры ручные со счетным механизмом. Технические условия

ГОСТ 7871-75 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 9087-81 Флюсы сварочные плавленые. Технические условия

ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и ОТУ

ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые, металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 10052-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Типы

ГОСТ 10157-79 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 10561-80 Криолит искусственный технический. Технические условия

ГОСТ 10885-85 Сталь листовая горячекатаная двухслойная коррозионностойкая. Технические условия

ГОСТ 11533-75 Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 11534-75 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы, размеры

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14776-79 Дуговая сварка. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14806-80 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 15164-78 Электрошлаковая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 16038-80 Сварка дуговая. Соединения сварные трубопроводов из меди и медно-никелевого сплава. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 16098-80 Соединения сварные из двухслойной коррозионностойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 16130-90 Проволока и прутки из меди и сплавов на медной основе сварочные. Технические условия

ГОСТ 16214-86 Лента поливинилхлоридная электроизоляционная с липким слоем. Технические условия

ГОСТ 17299-78 Спирт этиловый технический. Технические условия

ГОСТ 18143-72 Проволока из высоколегированной коррозионностойкой и жаростойкой стали. Технические условия

ГОСТ 19807-91 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки

ГОСТ 23518-79 Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 23949-80 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия

ГОСТ 26389-84 Соединения сварные. Методы испытаний на сопротивляемость образованию горячих трещин при сварке плавлением

ПБ 03-108-96 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов

ПБ 03-164-97 Правила изготовления паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды с применением сварочных технологий

ПБ 03-273-99 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

ПБ 03-384-00 Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных

ПБ 10-115-96 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением

И-25 Инструкция по ручной электродуговой сварке трубопроводов и змеевиков печей из среднехромистых сталей (ВНИИНЕФТЕМАШ, 1976г.)

ОСТ 1 .90015-77 Проволока сварочная из титановых сплавов

ОСТ 5.9206-75 Флюс марки 48-ОФ-6

ОСТ 5.9244-75 Электроды покрытые металлические специального назначения для ЭДС и наплавки

ОСТ 24.948.02-99 Флюс марки ФЦ-16, ФЦ-16А, ФЦ-18, ФЦ-21

ОСТ 26-1-87 Швы сварных соединений из титана и титановых сплавов. Типы и конструктивные элементы

ОСТ 26 291-94 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

ОСТ 26-01-858-94 Сосуды и аппараты сварные из никеля и коррозионностойких сплавов на основе никеля. Общие технические требования

ОСТ 26-01-900-76 Сосуды и аппараты медные. Общие технические условия

ОСТ 26-01-1183-82 Сосуды и аппараты алюминиевые. Общие технические условия

ОСТ 26-11-06-85 Сосуды и аппараты сварные из титана и титановых сплавов. Общие технические условия

РТМ 26-168-81 Сварка сосудов и аппаратов из двухслойной коррозионностойкой стали

РД 24.200.15-90 Сплавы на никелевой основе. Методы определения стоикости против межкристаллитной коррозии

РДП 26-17-071-86 Правила по охране труда при электросварочных работах

ТУ 1-9-922-82 Проволока сварочная из сплавов марок ВТ1-00С, 2В, ПТ-1М

ТУ 1-9-1056-86 Проволока из титана и титановых сплавов марок ВТ1-00, ВТ1-00С, ВТ1-0, ОТ4-1, ОТ4, ВТ2св, ВТ6св, СПТ2, СП2В, ПТ7М, ВТ20-1св, ВТ20-2св общего назначения

ТУ 5.965-11238-83 Флюс марки ФП33, ФП33М

ТУ 5.965.11313-85 Электроды типа Н-3А

ТУ 6-02-707-77 Газообразный флюс марки БМ-1

ТУ 14-1-914-74 Проволока стальная сварочная марки Св-05Х30Н40М6ТБ (ЭП829)

ТУ 14-1-997-74 Проволока сварочная из жаропрочных, жаростойких, коррозионностойких сталей и сплавов

ТУ 14-1-1595-76 Проволока высоколегированная сварочная марки Св-03Х19Н15Г6М2АВ2, Св-05Х15Н9Г6АМ

ТУ 14-1-2219-77 Проволока стальная сварочная марок Св-10НЮ и Св-10Х2М

ТУ 14-1-2571-78 Проволока из коррозионностойких сплавов Св-03ХН25МДГБ (ЭП978) и Св-03Х25МДГ (ЭП979)

ТУ 14-1-2795-79 Проволока стальная сварочная из коррозионностойких аустенитных марок Св-01Х18Н10 (ЭП550) и Св-01Х17Н14М2 (ЭП551)

ТУ 14-1-3013-80 Проволока стальная сварочная марки Св-03Х12Н9М2С-ВИ (ЭП569-ВИ) и Св-03Х12Н9М2СТ-ВИ (ЭП659-ВИ)

ТУ 14-1-3233-81 Проволока стальная сварочная марки Св-02Х8Н22С6 (ЭП794) ОП

ТУ 14-1-3281-81 Проволока холоднотянутая из сплавов Н68М-ВИ (ЭП983-ВИ) и Н65М-ВИ (ЭП982-ВИ) ОП

ТУ 14-1-3939-85 Проволока сварочная марки Св-01Х24Н25Г7АМ3Д (ЭК-75) ОП

ТУ 14-1-3952-85 Проволока сварочная марки 01Х12Н10С6Ц ОП

ТУ 14-1-4181-86 Проволока сварочная и катанка из стали марки Св-10Х3М ускоренноохлажденной с прокатного нагрева

ТУ 14-1-4355-87 Проволока стальная сварочная из стали марок Св-08АА-ВИ, Св-08ХМАА-ВИ, Св-08ГТАА-ВИ, Св-10Х2ГМФТАА-ВИ

ТУ 14-1-4372-87 Проволока сварочная из коррозионностойкой стали марки Св-03Х24Н6АМ3 (ЗИ-130) ОП

ТУ 14-1-4727-89 Проволока холоднотянутая из сплава ХН65МВУ (ЭП760)

ТУ 14-1-4734-89 Проволока холоднотянутая из сплава ХН63МБ-ВИ (ЭП 758У-ВИ)

ТУ 14-1-4914-90 Проволока стальная сварочная из стали марок Св-10Х3ГМФТА, Св-10Х3ГМФТА-ВИ, Св-10Х3ГМФТА-ВП, Св-10Х3М1А, Св-10Х3М1А-ВИ, Св-10Х3М1А-ВП, Св-10Х3ГНМФТА

ТУ 14-1-4968-91 Проволока сварочная из сплава марок Св-08Х25Н40М7 (ЭП673), Св-08Х25Н60М10 (ЭП606), Св-08Х25Н25М3 (ЭП622), Св-36НГМТ (ЭП803)

ТУ 14-1-4981-91 Проволока стальная сварочная марок Св-06Х21Н7БТ (ЭП500), Св-08Х25Н20С3Р1 (ЭП532), Св-08Х15Н23В7Г7М2 (ЭП88), Св-08Х20Н9С2БТЮ (ЭП156), Св-01Х19Н18Г10АМУ (ЭП690)

ТУ 14-1-4998-91 Проволока сварочная из сплава марки Св-ХН30МДБ (ЭК77)

ТУ 14-4-568-74 Электроды марки АНЖР-1

ТУ 14-4-579-75 Электроды марки ОЗЛ-24

ТУ 14-4-598-75 Электроды марки АНЖР-2

ТУ 14-4-614-75 Электроды марки ОЗА-1

ТУ 14-4-644-73 Электроды марки «Комсомолец 100»

ТУ 14-4-715-75 Электроды марки ОЗЛ-17У

ТУ 14-4-786-76 Электроды марки ОЗЛ-32

ТУ 14-4-1270-84 Электроды для сварки меди марок АНЦ/ОЗМ-2, АНЦ/ОЗН-3, АНЦ/ОЗН-4

ТУ 14-4-1276-76 Электроды марки ОЗЛ-37-2
ТУ 14-168-23-78 Электроды марки АНЖР-3У
ТУ 16.К71-087-90 Проволока медная круглая электротехническая. Технические условия
ТУ 48-4-347-75 Флюсы для сварки алюминия и алюминиевых сплавов
ТУ 48-09-221-76 Прутки из итрированного или лантанированного вольфрама
ТУ 48-19-27-77 Вольфрам лантанированный в виде прутков
ТУ 48-19-221-85 Прутки из итрированного вольфрама марки СВП-1
ТУ 48-21-284-73 Сварочная проволока НМцАТК1-0-1,5-2,5-0,15 и НМцАТ3,0-1,5-0,6
ТУ 51-940-80 Гелий газообразный очищенный марки В
ТУ 108.1424-86 Флюс марки АНЦ-1
ТУ 1273-088-00187197-96 Электроды марки ОЗЛ-40, ОЗЛ-41
ТУ ИЭС 201-78 Флюс сварочный плавленый марки АН-9, АН-99
ТУ ИЭС 375-83 Электроды АНВ-37
ТУ ИЭС 376-83 Электроды АНВ-38
ТУ ИЭС 453-84 Флюс сварочный плавленый марки АН-90
ТУ ИЭС 461-85 Флюс керамический АНК-50. Технические условия. ОП
ТУ ИЭС 519-85 Флюс керамический марки АНК-61

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Подготовка металла к сварке

3.1.1. Качество металла, поступающего для изготовления сварных конструкций, и его соответствие требованиям стандартов и технических условий должно быть подтверждено сертификатами или, при их отсутствии, результатами испытаний, проведенных заводом-изготовителем химического оборудования.

3.1.2. Заготовки, подлежащие сварке, должны иметь маркировку, позволяющую установить марку материала, номер плавки, а при необходимости также номер листа.

3.1.3. Применяемые способы резки заготовок и припуски на механическую обработку после резки на ножницах и термической резки в зависимости от марки материала должны соответствовать требованиям отраслевой нормативной документации по стандартизации, стандартов предприятий или производственных инструкций, утвержденных в установленном порядке.

3.2. Сварочное оборудование

3.2.1. Для выполнения сварки должны применяться сварочное оборудование и измерительная аппаратура, позволяющие обеспечить заданные настоящим стандартом режимы и надежность работы.

3.2.2. Колебания напряжения питающей сети, к которой подключено сварочное оборудование, допускается не более ±5% от номинального значения.

3.2.3. Сварочное оборудование должно быть в исправном состоянии и снабжено контрольно-измерительными приборами (амперметрами и вольтметрами). Периодичность поверки приборов устанавливается согласно ГОСТ 8.513.

3.2.4. Для вращения изделий при выполнении круговых (кольцевых) швов применяют сварочные манипуляторы, роликовые стенды и другое специальное оборудование, обеспечивающее необходимые скорости вращения.

3.2.5. Для уменьшения деформаций свариваемых деталей рекомендуется применять кондукторы, стапели и другие специальные технологические приспособления и оснастку.

3.3. Подготовка кромок соединений под сварку.

3.3.1. Подготовка кромок и сборка соединений под сварку должны производиться по рабочим чертежам и технологическому процессу, разработанному заводом-изготовителем в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, а также другой нормативной документацией по стандартизации, утвержденной в установленном порядке.

3.3.2. Обработку кромок под сварку производят механическим способом или термической резкой. Преимущества того или другого метода определяются в каждом конкретном случае в зависимости от марки материала, формы и размеров заготовки, а также имеющегося оборудования.

Припуск на механическую обработку или шлифовку после термической резки или резки на ножницах и другими подобными способами должен быть достаточным для полного удаления всех неровностей и отклонений геометрической формы и вносимых в металл недопустимых структурных изменений.

3.3.3. При обеспечении заданных форм и размеров кромок припуск на механическую обработку после термической резки для углеродистых и низколегированных сталей (кроме сталей, склонных к подкалке 12ХМ, 15ХМ, 15Х5М, 12МХ) не является обязательным.

Для других металлов в технически обоснованных случаях термическая резка без припуска на последующую механическую обработку может быть допущена по согласованию в установленном порядке.

3.3.4. Кромки и прилегающие к ней поверхности должны быть зачищены с двух сторон на ширину не менее 20 мм. Зачистку следует производить до полного удаления ржавчины, грата и брызг после термической резки, краски, масел и других загрязнений.

При подготовке кромок для автоматической сварки под флюсом зачистка производится с каждой стороны стыка на расстояние не менее 100 мм (в зависимости от толщины металла и ширины полосы, покрываемой флюсом).

Неиспользованные во время дуговой сварки под флюсом гранулы флюса могут быть повторно применены при условии, если в зоне, покрытой флюсом, не было масла, ржавчины, отслоившейся окалины и других загрязнений или имеется надлежащее оборудование для очистки флюса и технический контроль за тем, чтобы повторно используемый флюс не уступал по качеству новому.

3.3.5. Зачистку кромок производят механическим способом (стальной щеткой из нержавеющей стали, абразивным кругом и др.)

3.3.6. Обезжиривание свариваемых кромок производят ацетоном и другими растворителями протирочным материалом из хлопчатобумажной ткани, не оставляющей ворса.

Обезжиривание растворителями является обязательным для случаев, оговоренных настоящим стандартом и другой нормативной документацией по стандартизации.

На углеродистых и низколегированных сталях допускается удаление масел газопламенными горелками (без применения растворителей), при этом ширина газопламенной обработки обезжиривания должна быть не менее 100 мм.

3.3.7. С целью предотвращения коррозии или повторного загрязнения необходимо, чтобы зачистка свариваемых кромок, сборка и сварка производилась без значительных разрывов во времени.

При обнаружении коррозии или загрязнения кромок собранного изделия необходимо провести повторную зачистку.

3.3.8. Шероховатость поверхности принимается согласно специальным требованиям, приведенным в разделах по сварке настоящего стандарта, а в случае отсутствия в них необходимых указаний параметр шероховатости должен быть не более R_z40 ГОСТ 2789.

3.4. Сборка и прихватка.

3.4.1. Сборку свариваемых элементов следует производить в соответствии с технологическим процессом на стеллажах и сборочных стендах с помощью приспособлений, применение которых обеспечивает требуемое взаимное расположение деталей и ограничивает принудительную подгонку, вызывающую местный наклеп и дополнительные напряжения.

3.4.2. Закрепление деталей при сборке конструкций производят прихватками, выполняемыми электродами или проволокой соответствующих марок, предназначенных для сварки данного металла.

3.4.3. Перед прихваткой необходимо проверить правильность установленного зазора между кромками, смещение кромок и плавность перехода при разной толщине свариваемых листов в соответствии с требованиями стандартов и чертежей.

3.4.4. Длина прихватки должна составлять (2-5)S , но не более 100 мм, а расстояние между ними (10-40)S , но не более 500 мм, где S – толщина свариваемого материала.

Для разнотолщинных и разнородных материалов длина прихватки должна составлять (1-5) S , но не более 50 мм, а расстояние между ними (5-20) S , но не более 250 мм, где S – наименьшая толщина свариваемого металла.

В случае, если собранные на прихватках детали подлежат транспортированию до сварки, их количество, расположение и размеры должны быть рассчитаны на транспортировочные нагрузки, в том числе от собственного веса.

3 4.5. Прихватки рекомендуется располагать со стороны, противоположной выполнению первого прохода. Постановка прихваток на пересечении швов не допускается.

3 4 6. Прихватки должны быть тщательно очищены от шлака, проверены на отсутствие дефектов внешним осмотром. Участки, имеющие дефекты, перед сваркой необходимо удалить способом, допускаемым для данного материала.

3.4.7. При автоматической и полуавтоматической сварке продольных стыковых соединений начало и конец швов необходимо выводить на технологические планки, которые следует прихватывать или приваривать ручной дуговой сваркой.

Рекомендуемый размер планок 100х100 мм, толщиной, равной толщине свариваемого металла и при необходимости с той же разделкой, что и свариваемое изделие.

3.4.8. Сборку изделия под электрошлаковую сварку следует производить при помощи сборочных элементов, привариваемых к собираемым деталям:

- монтажных скоб;
- монтажных пластин (расплавляемых);
- монтажных вставок (удаляемых);
- технологических планок;
- вводных (карманов) и выводных планок.

3.4.9. Монтажные скобы и вставки должны быть изготовлены из материалов того же типа, а монтажные пластины, вводные и выводные планки из материала той же марки, что и свариваемые детали.

Допускается применение скоб, вводных и выводных планок, используемых при сварке изделий из углеродистых и низколегированных сталей, из стали марки Ст3.

3.4.10. Монтажные скобы служат для фиксирования собираемых деталей, а также могут быть использованы для удержания медных подкладок формирующих шов. Скобы устанавливают и приваривают, как правило, с одной стороны стыка, противоположной размещению сварочного автомата. Рекомендуемые конструкции и размеры скоб в зависимости от толщины свариваемого металла приведены на рисунке 1. Толщину скобы

S рекомендуется принимать равной 50-60 мм или толщине свариваемого металла, но не более 80 мм.

3.4.11. Толщину сборочных элементов, размеры и расположение швов, которыми они привариваются, выбирают исходя из условий обеспечения прочности сборки на время выполнения транспортных, установочных и технологических операций.

3.4.12. Для предотвращения увода кромок в процессе сварки и соответственного изменения зазора при постоянной его величине рекомендуется использовать монтажные пластины (расплавляемые) или монтажные вставки (удаляемые). Расплавляемые пластины устанавливают преимущественно на прямолинейных стыках, удаляемые вставки – на кольцевых. Рекомендуемая форма и размеры пластин и вставок приведены на рисунке 2. Ширину вставки S_1 определяют с учетом последующей обработки.

Рекомендуется принимать $S_1 = S - 15$, где S – толщина свариваемого материала.

3.4.13. Технологические планки служат для вывода начала и конца сварного шва, в которых возможно образование дефектов, за пределы сварного шва изделия. Рекомендуемые конструкции и размеры технологических планок приведены на рисунках 3 и 4. Толщина S принимается равной толщине свариваемого металла.

3.4.14. Допускаются другие виды конструкции и размеры сборочных элементов при условии обеспечения нормального выполнения сварочного процесса и безопасности работ.

3.4.15. Сборка с установкой монтажных пластин или вставок производится с постоянным зазором, а сборка без монтажных пластин или вставок с переменным зазором (рисунок 5).

3.4.16. Постоянный зазор и начальная величина переменного зазора (B_1) определяется по формуле:

$$B_1 = B_p + K_1$$

где : B_p - расчетный зазор, мм,
K_1 - припуск на усадку шва, мм (ориентировочно 4-6 мм)

3.4.17. Конечную величину переменного зазора B_2 определяют по формуле:

$$B = B_2 + K_2 L_ш$$

где : B_2 - начальный зазор, мм,
K_2 - припуск на свод кромок, мм (ориентировочно 2-5 мм на 1 м шва)
$L_ш$ – длина шва, м

Расчетные значения припуска на усадку шва K_1 и припуска на свод кромок K_2 при электрошлаковой сварке с крошкой уменьшается пропорционально увеличению скорости сварки.

3.4.18. При сборке и прихватке в первую очередь рекомендуется в зазор между свариваемыми кромками вваривать монтажные пластины или вставки заподлицо с поверхностью свариваемых элементов.

3.4.19. Сборку кольцевых стыков обечаек под электрошлаковую сварку выполняют в соответствии с рисунком 6. В зазор между свариваемыми кромками устанавливают монтажные вставки или пластины, или вводную планку.

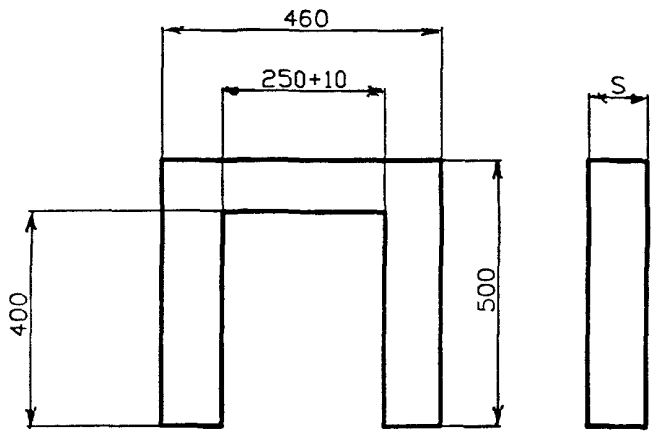
Монтажные скобы и монтажные пластины устанавливают с внутренней поверхности кольцевого шва, сборку кольцевых стыков производят с постоянным зазором.

3.4.20. Сборку и прихватку сегментов фланцев и колец под электрошлаковую сварку следует производить при помощи монтажных скоб с постановкой монтажной пластины или без них. В начале и конце стыка прихватывают технологические планки.

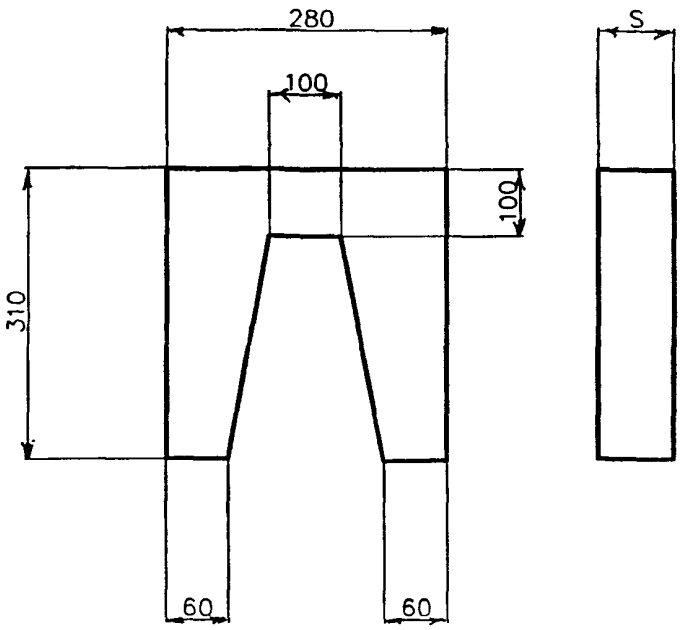
Допускается установка с двух сторон только выводных технологических планок, а также их замена специальными охлаждаемыми или керамическими устройствами для удержания сварочной ванны.

3.4.21. При толщине фланцев до 60 мм и диаметре до 1000 мм необходимо устанавливать по одной монтажной пластине на каждый стык.

Для толщин фланцев и колец свыше 60 мм или диаметре более 1000 мм устанавливают по две монтажные пластины на каждый стык.



а

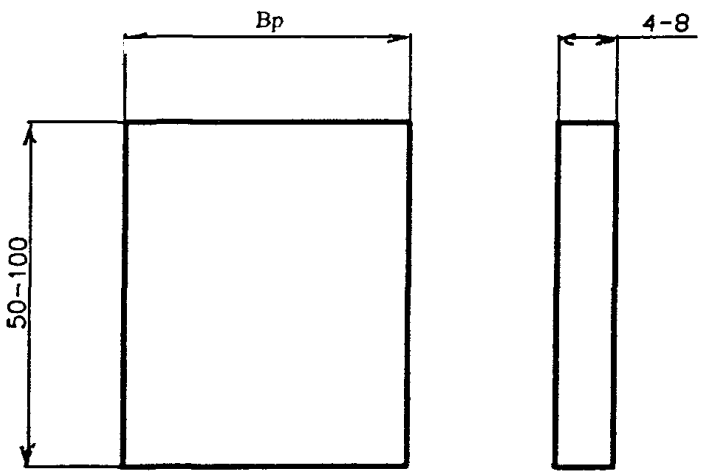


б

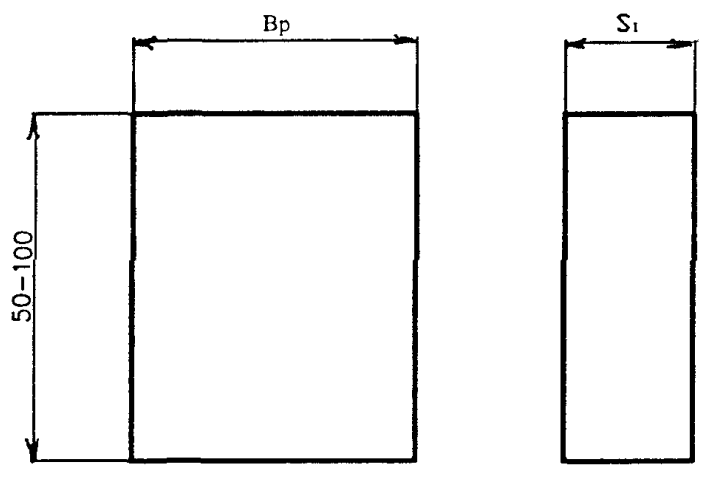
S - толщина, мм

Рисунок 1 - Типы монтажных скоб для электрошлаковой сварки

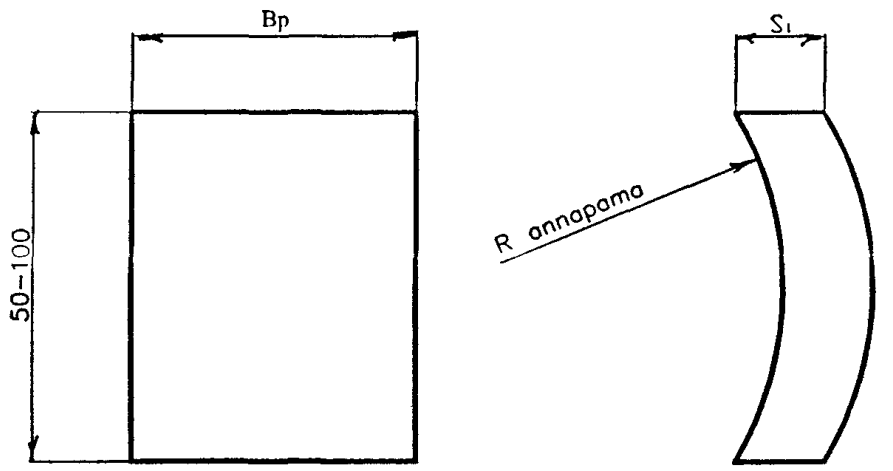
а - при любой толщине свариваемого металла;
б - при толщине свариваемого металла менее 60 мм и ограниченных габаритах заднего ползуна автомата



а



б

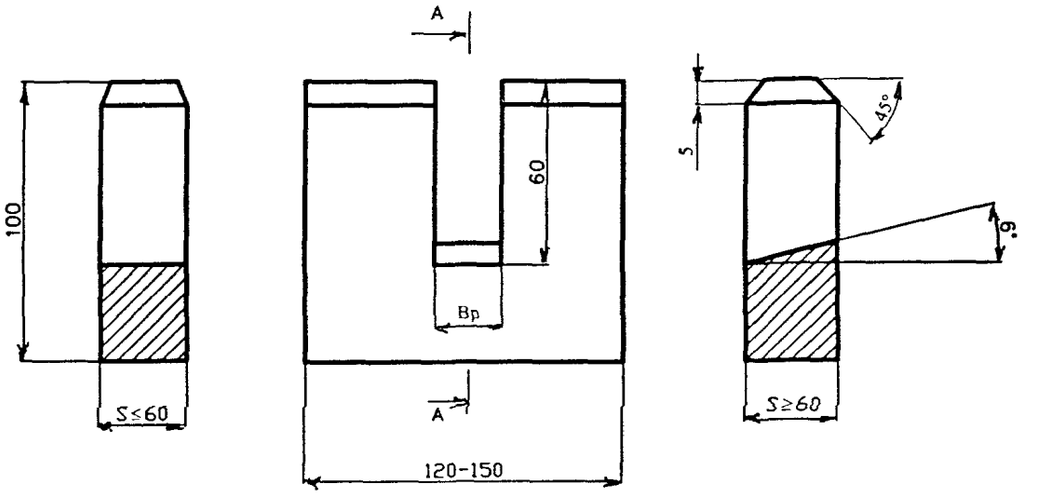


в

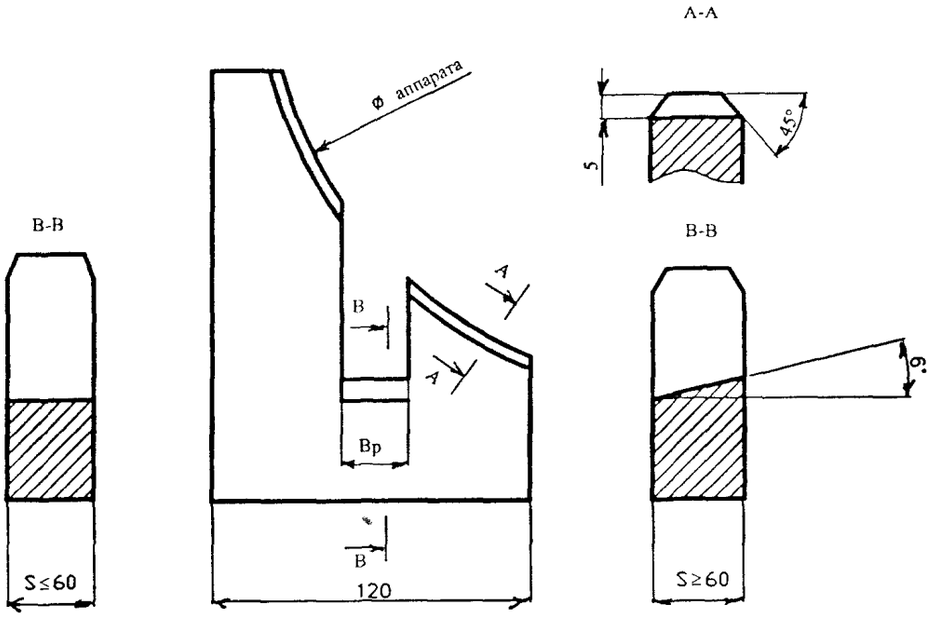
S_1 - ширина вставки, мм;
S_1=S - 15 где S - толщина свариваемого металла, мм;
Bp - расчетный зазор, мм

Рисунок 2 - Форма и размеры монтажных пластин и вставок

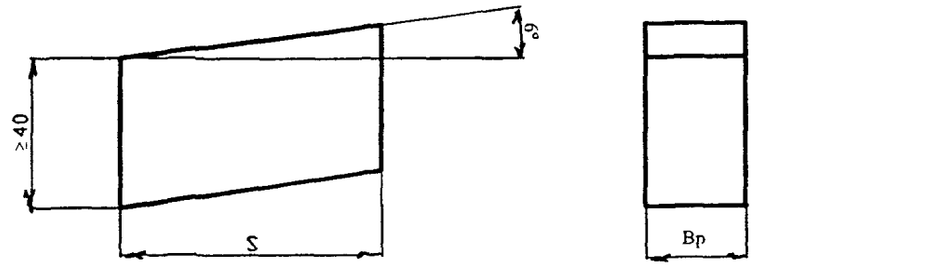
а - расплавляемые пластины;
б - удаляемые вставки для прямолинейных и кольцевых стыков;
в - удаляемые вставки для кольцевых стыков



а



б

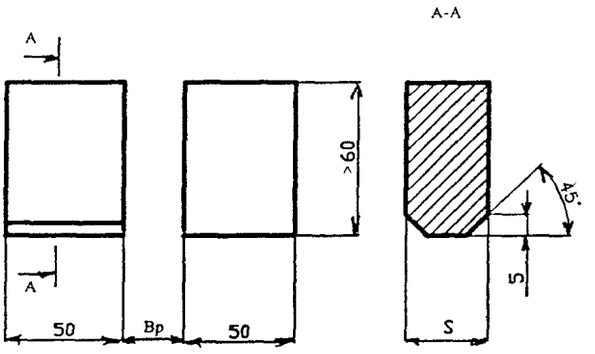


в

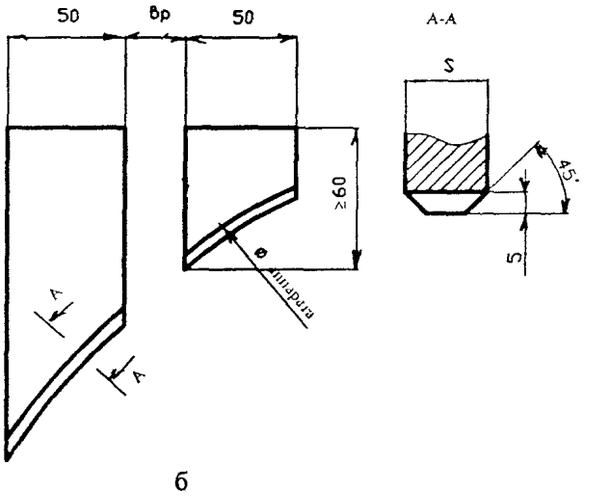
Bp - расчетный зазор, мм;
S = толщине свариваемого металла, мм

Рисунок 3 - Форма и размеры технологических планок

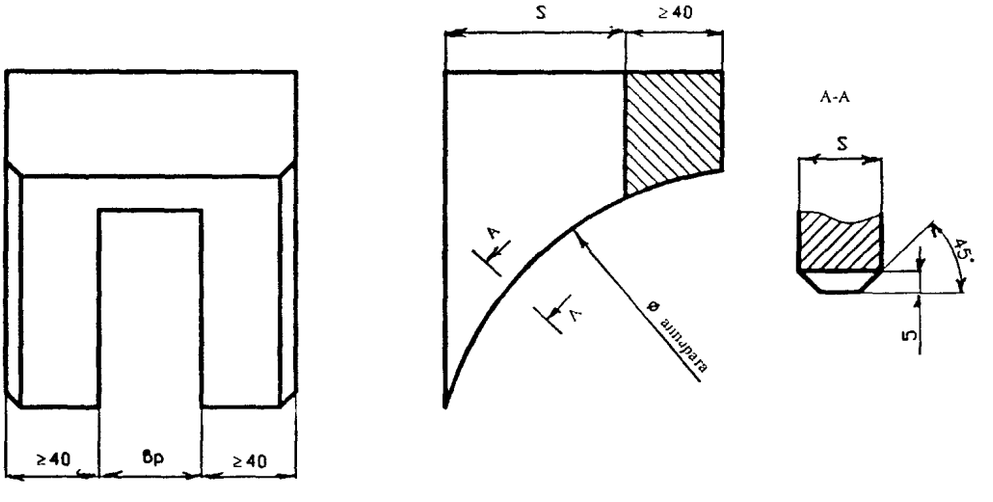
а - для прямолинейных стыковых швов;
б - для стыковых швов с криволинейным торцем;
в - для кольцевых швов



а



б

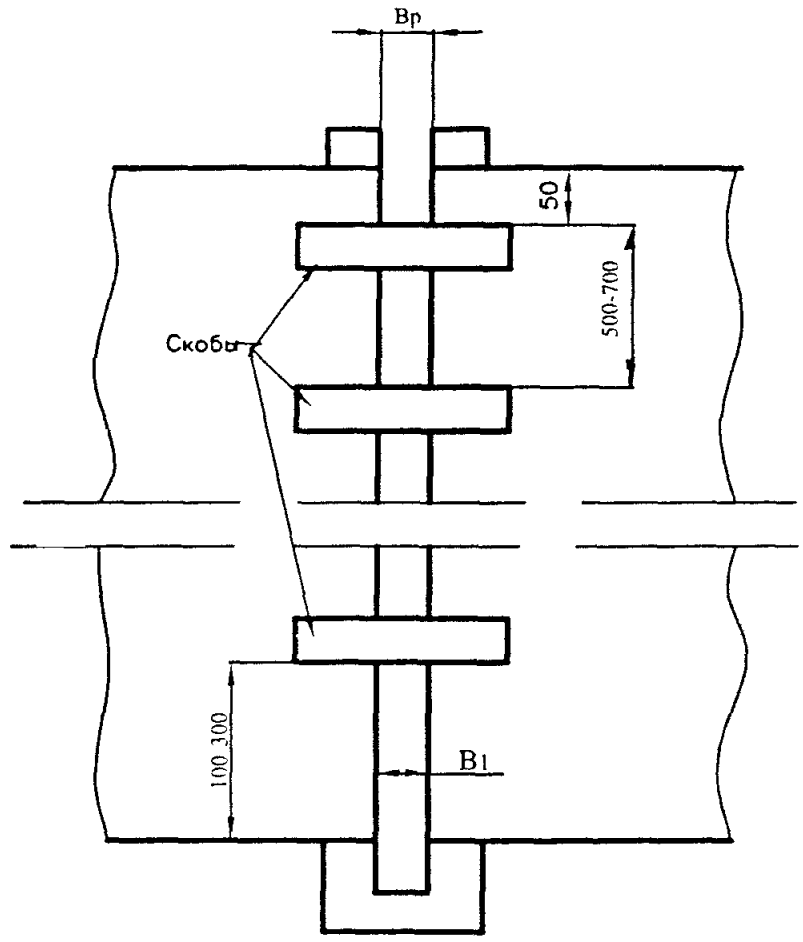


в

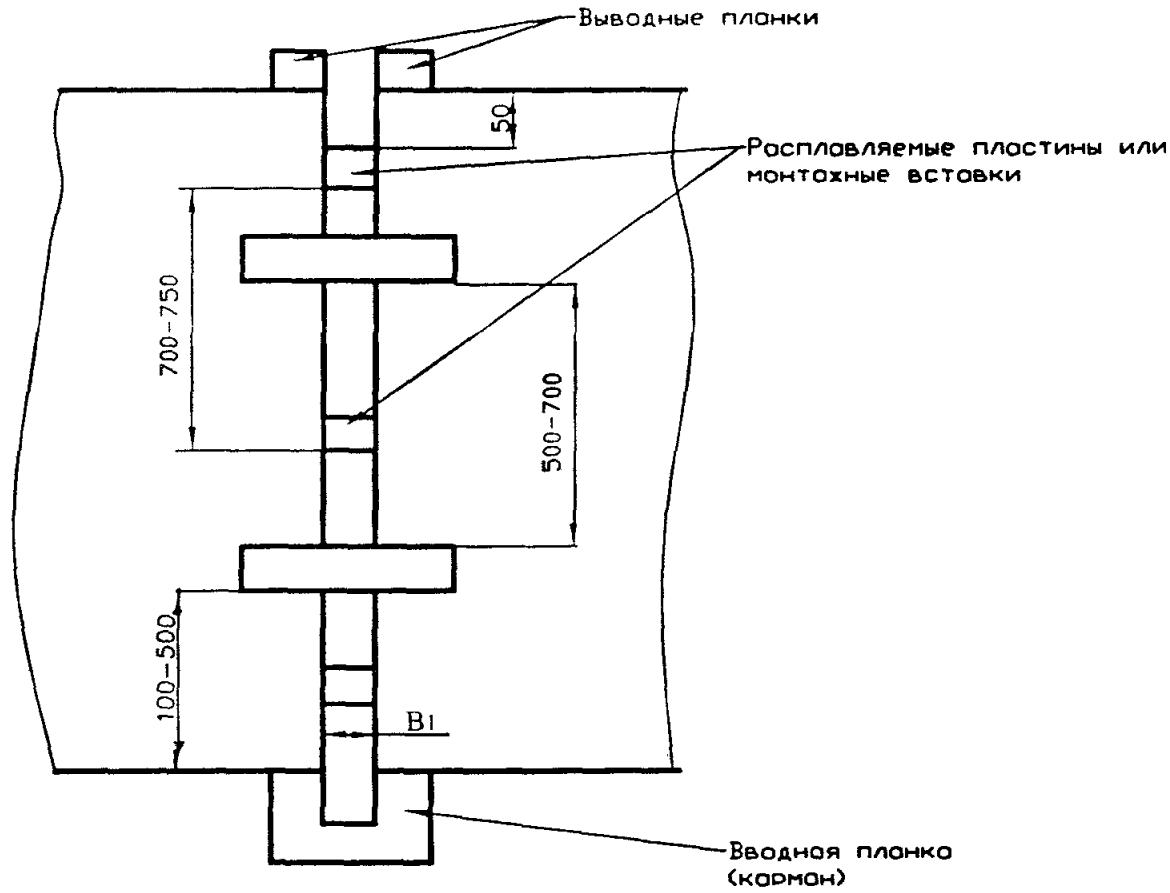
S = толщине свариваемого металла, мм;
Вр - расчетный зазор, мм

Рисунок 4 - Конструкция и размеры выводных технологических планок

а - для прямолинейных стыков швов;
б - для стыковых швов с криволинейным торцем;
в - для кольцевых швов



а



б

B_1 - начальный зазор, мм;
Bp - расчетный зазор, мм

Рисунок 5 - Схема сборки прямолинейных стыков

а - без монтажных пластин или вставок с переменным зазором;
б - с монтажными пластинами или вставками с постоянным зазором

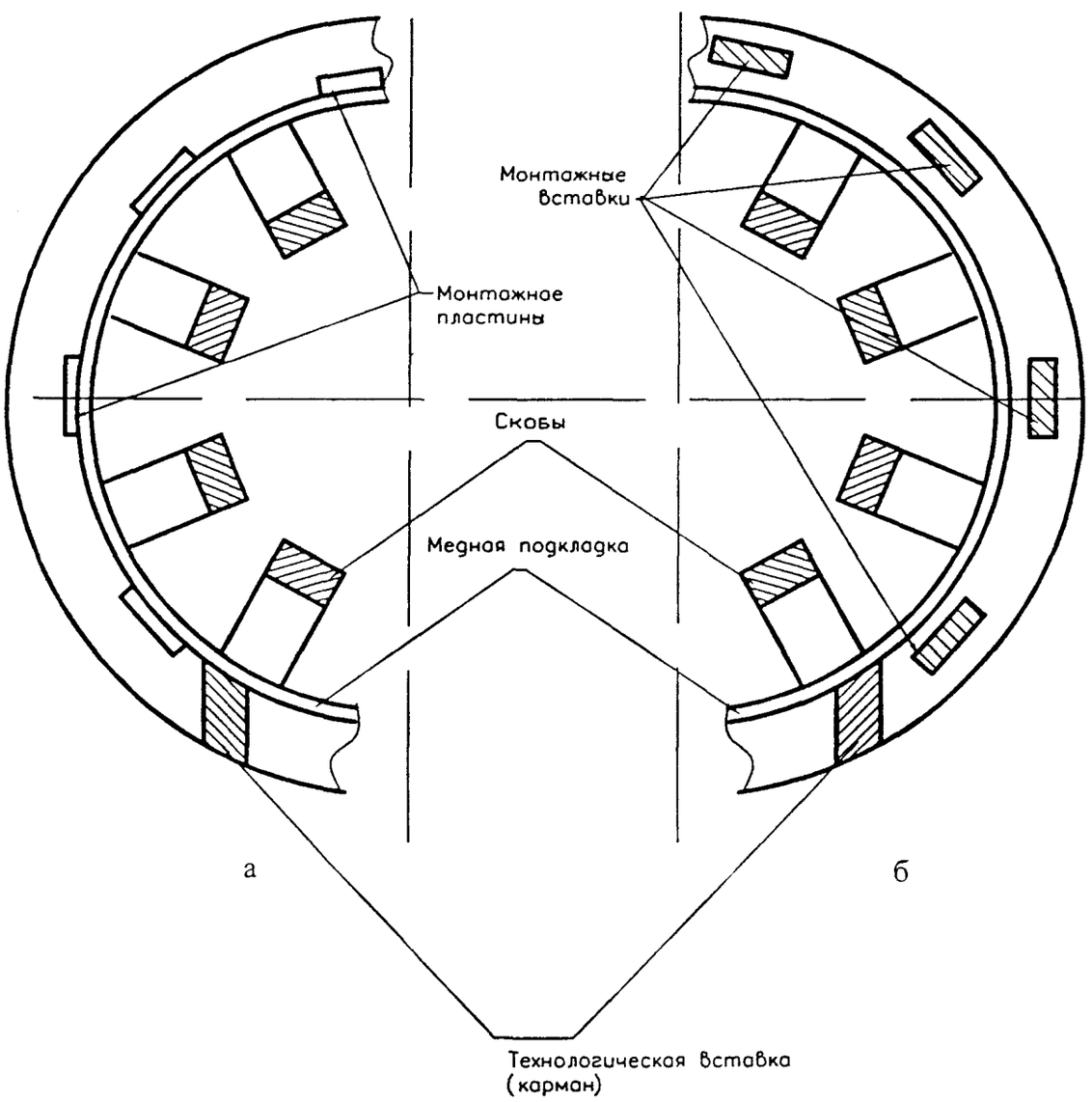


Рисунок 6 - Схема сборки кольцевых стыков

а - с монтажными пластинами,
б - с монтажными вставками

3.5. Сварочные материалы

3.5.1. Применяемые сварочные материалы (электроды, сварочная проволока, флюсы, защитные газы) должны соответствовать требованиям технических условий или стандартов на их поставку, что должно быть подтверждено сертификатом.

3.5.2. Поступающие на предприятия сварочные материалы до запуска в производство должны быть приняты отделом технического контроля.

3.5.2.1. При приемке электродов проверяются:

1) наличие сертификатов на поставленную партию электродов;

2) наличие ярлыков на упаковке и соответствия их данных данным сертификатов;

3) соответствие качества электродов требованиям ГОСТ 9466 по предельным отклонениям длины, кривизны, состояния поверхности покрытия (риски, задиры, вмятины, поры, шероховатость, оголенность стержня и т.п.), а также эксцентриситету покрытия;

4) проверку сварочно-технологических свойств электродов потребителю следует выполнять только при наличии претензии к качеству электродов или отсутствии сертификатов.

В случае несоответствия данных сертификата данным ярлыка и в других обоснованных случаях завод-потребитель должен производить контрольную проверку качества электродов согласно требованиям стандартов или технических условий.

3.5.2.2 При приемке сварочной проволоки проверяется:

1) наличие сертификатов на поставленную проволоку и соответствие его данных требованиям ГОСТ 2246 или технических условий;

2) наличие бирок на мотках и соответствие их данных сертификатам;

3) состояние поверхности проволоки и его соответствие ГОСТ 2246 или технических условий.

В случае несоответствия данных сертификата данным бирки или отсутствия сертификата завод-потребитель должен провести анализ химического состава сварочной проволоки, а при необходимости – испытание наплавленного металла или металла шва в соответствии требованиям ГОСТ 2246 или технических условий.

3.5.2.3 При приемке флюса проверяется:

- наличие сертификата на поставленный флюс и соответствие его данных требованиям стандарта или технических условий:
- наличие ярлыков на мешках или другой таре и соответствие их данных сертификатам;
- сохранность упаковки.

В случае несоответствия данных сертификата данным ярлыков завод-потребитель должен проводить испытания сварочного флюса в соответствии с ГОСТ 9087.

3.5 2 4. При приемке защитного газа проверяется:

- наличие сертификата на поставленный защитный газ,
- наличие ярлыков на баллонах и соответствие их данных сертификатам;
- чистота защитного газа по сертификатам.

Перед использованием каждого нового баллона производится пробная наплавка валика длиной 100-200 мм на пластину с последующим визуальным контролем на отсутствие недопустимых дефектов или на «технологическое пятно» путем расплавления пятна ∅ 15-20 мм.

3.5.3. Подготовленные к сварке сварочные материалы следует хранить в сушильных шкафах при температуре 50-80°С или в сухих отапливаемых помещениях при температуре не ниже плюс 18°С в условиях, предохраняющих их от загрязнения, ржавления, увлажнения и механических повреждений. Относительная влажность воздуха – не более 50%. Организация хранения, подготовки и контроля сварочных материалов

должна соответствовать требованиям отраслевой нормативной документации по стандартизации на эти процессы, утвержденные в установленном порядке.

3.5.4. Использование электродов и флюсов в случае нарушения условий хранения, установленных в п. 3.5.3. не допускается.

Применение этих материалов разрешается только после проведения повторной прокалки по режимам согласно паспортам, техническим условиям и другой нормативной документации и проверке сварочно-технологических свойств электродов по ГОСТ 9466 и флюсов по ГОСТ 9087.

3.5.5. Сварочная проволока должна быть ровной, без перегибов, на ее поверхности не должно быть трещин, окалины, масел, следов коррозии и других загрязнений.

3.5.6. Очистку, прокалку, маркировку, упаковку, хранение и выдачу сварочных материалов следует организовать так, чтобы исключить возможность перепутывания различных марок и партий.

3.6. Квалификация сварщиков и специалистов.

3.6.1. К выполнению сварочных работ допускаются рабочие, имеющие квалификацию сварщика и прошедшие практические испытания по программе завода-изготовителя, включающей особенности сварки конкретных марок сталей и сплавов.

К выполнению сварочных работ при изготовлении, ремонте и монтаже оборудования, подведомственному Госгортехнадзору РФ, допускаются только сварщики I уровня аттестованные по Правилам ПБ 03-273-99.

3.6.2. К руководству сварочными работами допускаются специалисты сварочного производства II, III и IV уровней, а также инженерно-технические работники, изучившие положения настоящего стандарта, технологические инструкции и другую действующую нормативную документацию по сварке данного металла.

3.6.3. Аттестованные по Правилам ПБ 03-273-99 сварщики и специалисты сварочного производства допускаются к выполнению тех видов деятельности, которые указаны в их аттестационных удостоверениях.

3.7. Условия выполнения сварочных работ.

3.7.1. Сварка должна производиться по технологическим процессам, стандартам предприятия или производственным инструкциям, разработанным на основании чертежей, настоящего стандарта и другой технологической документации с учетом требований отраслевых стандартов на сосуды и аппараты сварные из соответствующих материалов (ОСТ 26 291 и др.).

Применяемые при изготовлении сосудов и аппаратов, подведомственных Госгортехнадзору России, технологии сварки, должны подвергаться аттестации в соответствии с требованиями ПБ 03-164-97. Указанные Правила определяют порядок и методику проведения аттестации с целью получения разрешения органов надзора на применение предприятием технологии сварки.

3.7.2. Аттестация технологии выполнения сварных соединений подразделяется на исследовательскую и производственную.

3.7.3. Исследовательскую аттестацию проводят специализированные научно-исследовательские организации при подготовке к внедрению новых технологий из сталей и сплавов ранее не применяемых в отрасли, с целью определения характеристик сварных соединений, необходимых для расчетов при проектировании и для обеспечения безопасной эксплуатации изделий подведомственных Госгортехнадзору России.

3.7.4. Технологии сварки, регламентированные действующей нормативной документацией в т.ч. настоящим отраслевым стандартом, согласованной Госгортехнадзором России и применявшиеся до введения Правил ПБ 03-164-97,

считаются прошедшими исследовательскую аттестацию и не требуют получения разрешения на их применение.

3.7.5. Производственную аттестацию осуществляет каждое предприятие. По ее результатам региональным органом Госгортехнадзора России разрешается конкретному предприятию применение аттестованной технологии в установленном Правилами ПБ 03-164-97 порядке.

3.7.6. Сварочные работы при изготовлении сосудов и аппаратов должны выполняться в закрытых помещениях при температуре не ниже 0°С.

Сварочные работы на открытых площадках разрешается производить при температуре, указанной в отраслевых стандартах и другой документации на изделия из соответствующих материалов.

3.7.7. При выборе вида сварки следует предусматривать максимальное применение ее механизированных методов как наиболее экономичных. Для тонких изделий (толщиной менее 5 мм) целесообразность применения автоматической сварки следует определять в каждом конкретном случае, в зависимости от серийности изделий, наличия оснастки и других условий.

3.7.8. Криволинейные швы и швы малой протяженности, расположенные в нижнем положении, и швы, автоматическая сварка которых невозможна или нерациональна, рекомендуется выполнять полуавтоматической сваркой под флюсом или в защитном газе. Те же швы, расположенные в других пространственных положениях, рекомендуется выполнять полуавтоматической сваркой в среде защитного газа или ручной электродуговой сваркой.

3.7.9. Сварку аппаратуры надлежит производить только после контроля качества сборки

3.7.10. Режимы сварки, предусмотренные настоящим стандартом, допускается уточнять применительно к конкретным производственным условиям, сварочному оборудованию и конструктивным особенностями изделий.

3.7.11. При сварке швов стыковых, тавровых и угловых соединений должны соблюдаться следующие требования:

- режимы сварки проверять на пробных пластинах той же толщины, из материала того же типа, что и свариваемые детали;
- при многослойной сварке швов стыковых соединений не допускается совмещение кратеров в одном сечении (участке);
- при многослойной сварке наложение каждого последующего слоя рекомендуется производить (после тщательной зачистки предыдущего от шлака) в обратном направлении;
- при многослойной сварке кольцевых швов толстостенных изделий остановки для изменения напряжения сварки нежелательны из-за увеличения количества кратеров и снижения призводительности;
- в случае обрыва дуги перед возобновлением сварки кратер шва и прилегающий к нему участок шва на расстоянии 10-25 мм должны быть очищены от шлака. При этом зажигание дуги после перерыва сварки производится на ранее выполненном шве на расстоянии 10-20 мм от кратера этого шва;
- в случае образования прожогов при выполнении первого шва двусторонней автоматической сваркой их рекомендуется удалять механическим, газопламенным или газоэлектрическим способом с последующей механической зачисткой по нормам для данного материала;
- при двусторонней полуавтоматической и ручной сварке рекомендуется первый шов выполнять со стороны, противоположной прихваткам. В случае удаления корня шва прихватки тоже удаляются;
- по окончании сварки металл шва и прилегающие к нему участки должны быть зачищены от шлака и брызг.

3.7.12. Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнившего эти швы. Клейма наносятся способом, обеспечивающим их сохранность на весь период эксплуатации изделия в соответствии с ОСТ 26 291 или другой нормативной документацией.

3.8. Указания по технологии электрошлаковой сварки

3.8.1. Электрошлаковую сварку следует выполнять преимущественно в вертикальном положении. Допускается сварка наклонных швов под углом не более 45° к вертикали.

3.8.2. Для удержания ванны расплавленного металла и шлака и формирования наружной поверхности шва необходимо применять медные охлаждаемые ползуны и накладки, которые фиксируют с помощью клиньев, электромагнитов, пневмоприжимом и др. Перед началом электрошлаковой сварки и в процессе сварки, накладки и ползуны должны быть плотно прижаты к поверхности карманов и свариваемых деталей. При необходимости места прилегания промазывают асбестом или глиной.

3.8.3. При настройке сварочного аппарата положение электродной проволоки в зазоре между свариваемыми кромками регулируют с помощью механизмов вертикального и поперечного перемещения сварочного автомата с таким расчетом, чтобы электрод находился посередине стыка, а его вылет составлял 65-70 мм или соответствовал данным табличных режимов.

3.8.4. Электрошлаковую сварку продольных и кольцевых швов, а также фланцев следует начинать и заканчивать на технологических планках, прихваченных предварительно заподлицо с наружной поверхностью.

3.8.5. Электрошлаковый процесс начинают с дугового под флюсом. По мере расплавления флюса и образования шлаковой ванны дуга шунтируется и дуговой процесс переходит в электрошлаковый.

3.8.6. Электрошлаковую сварку продольных швов выполняют одним или несколькими проволочными или пластинчатыми электродами, а также плавящимся мундштуком. Сварку плавящимся мундштуком можно рассматривать как комбинацию процессов сварки проволочными и пластинчатыми электродами. В этом случае в зазор между свариваемыми деталями вводится мундштук, остающийся в процессе сварки неподвижным. Сварку плавящимся мундштуком следует применять для выполнения фигурных и криволинейных швов, а также швов большой толщины.

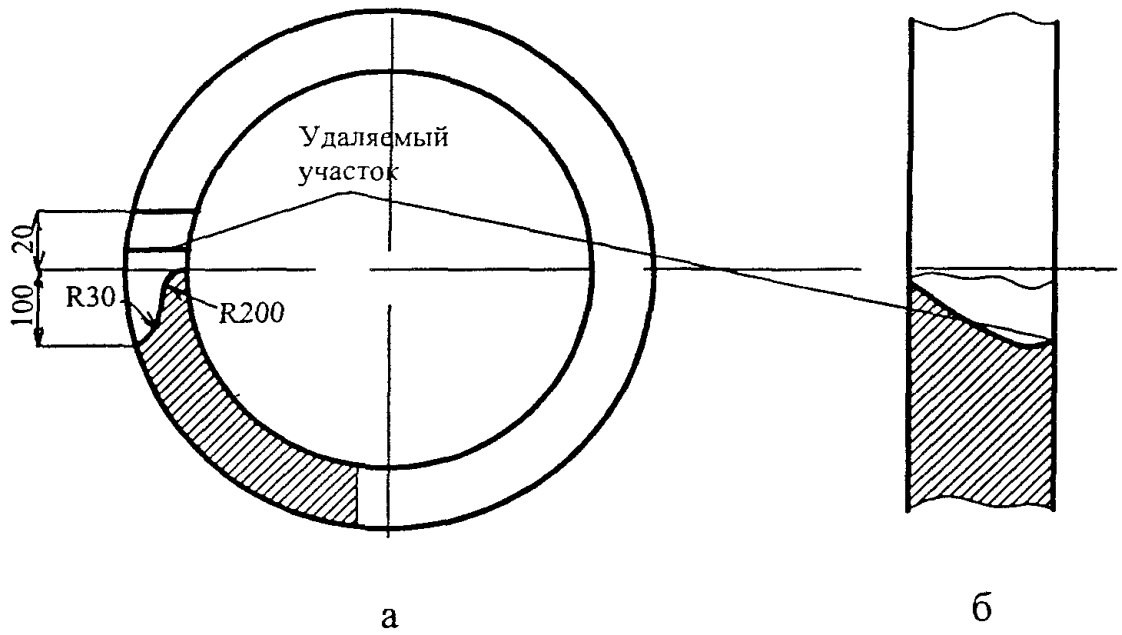
3.8.7. При сварке соединений одной проволокой производят перемещения электрода по глубине разделки стыка. В случае использования двух проволок и более сварку выполняют преимущественно без поперечных перемещений электрода. При электрошлаковой сварке с колебаниями время выдержки у ползунов устанавливают в пределах 6-8 с.

3.8.8. Электрошлаковую сварку пластинчатым электродом рекомендуется применять для соединения сравнительно коротких прямоугольных деталей большой толщины. При этом применяют один или несколько пластинчатых электродов.

3.8.9. Приведенные в настоящем стандарте режимы сварки следует корректировать на минимальные сварочные токи, обеспечивающие устойчивый электрошлаковый процесс и необходимое проплавление кромок.

3.8.10. Электрошлаковую сварку соединения производят без перерыва во избежание образования дефектов.

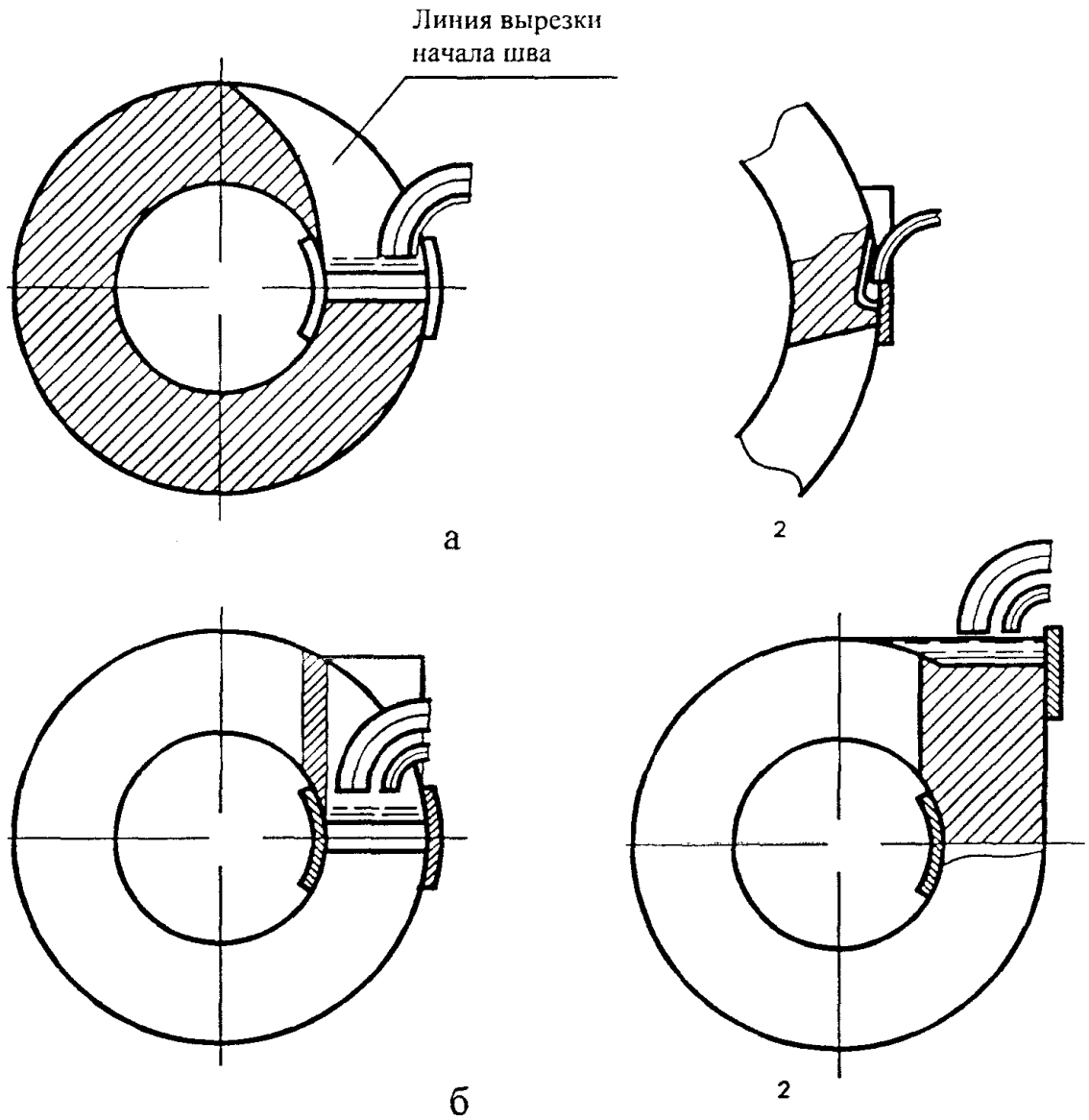
3.8.11. В случае вынужденных остановок процесса электрошлаковой сварки, его продолжение следует производить на специально подготовленном торце шва (рисунок 7). Сварку начинают одним электродом без колебаний. По мере заполнения подготовленного фигурного участка сварку производят с поперечными колебаниями двумя и более проволоками.



а б

а - кольцевой шов;
б - стыковой шов

Рисунок 7 - Подготовка под сварку при вынужденных остановках



а , б - при толщине металла соответственно 36-100 и более 100 мм;
1, 2 - начало и конец сварки соответственно

Рисунок 8 - Схема замыкания кольцевого шва

3.8.12. При завершении электрошлаковой сварки на выходе из стыка скорость подачи электрода необходимо убавить, снизив тем самым силу сварочного тока.

3.8.13. В процессе сварки кольцевых соединений начальный участок шва вырезают по специальному шаблону механическим или термическим способом с последующей зачисткой для обеспечения замыкания начального и конечного участка (рисунок 8). Замыкание кольцевого шва должно быть удалено от мест пересечения с продольными швами.

3.8.14. Для предотвращения возможного переливания металла к наружной поверхности изделия (из-за различия линейных скоростей внутренних и наружных участков стыка) при электрошлаковой сварке кольцевых стыков толстостенных изделий скорость подачи электродов должна быть пропорциональна средней скорости соответствующих участков.

4. СВАРКА УГЛЕРОДИСТЫХ И НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

4.1. Ручная дуговая сварка

4.1.1. Конструктивные элементы кромок, подготовленных под сварку, типы и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 5264, ГОСТ 11534, для труб – ГОСТ 16037 или другой действующей нормативной технической документации и чертежам. Применение других типов сварных швов, удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 291, допускается по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10-115.

4.1.2. В зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к изделиям, сварка должна быть выполнена электродами, указанными в табл. 1. Нижний температурный предел эксплуатации сварных соединений определяется обеспечением стабильного значения ударной вязкости не ниже норм, установленных техническими условиями (стандартами) на изделие, а верхний температурный предел – допустимой температурной областью применения стали, что устанавливается техническими условиями (стандартами) на изделие или определяется статистическими результатами испытаний.

4.1.3. Диаметр электрода необходимо выбирать в зависимости от толщины металла и номера прохода при многослойной сварке. Для первого прохода рекомендуется диаметр электрода не более 3.0 мм, для последующих – 3,0-6,0 мм.

4.1.4. Режимы ручной дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей в зависимости от диаметра и марок электродов приведены в табл. 2 – в нижнем положении; в потолочном и вертикальном – ток на 10-20% ниже.

4.1.5. Сварку следует производить электродами марок УОНИ-13/45, УП-1/45, УОНИ-13/55, УП-1/55 короткой дугой методом опирания; марки АНО-17 – короткой дугой методом опирания либо дугой средней длины (в последнем случае достигается лучшее формирование шва); марок МР-3, ОЗС-4 и ОЗС-12 – как короткой, так и средней дугой.

Таблица 1. Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей

Марка свариваемой стали	Типы электродов по ГОСТ 9467 или наплавленного металла	Минимальная температура стенки сосуда
Ст3кп Ст3пс Ст3сп Ст3Гпс; 18Гпс 10; 15; 20 15К; 16К 18К; 20К; 20Л	Э42 [1] Э46	Не ниже минус 15°С.
	Э42А [1] Э46А Э50А	Не ниже минус 30°С. Не ниже минус 40°С (для сосудов работающих без давления).
22К, 25Л	Э46А Э50А	Не ниже минус 20°С.
16ГС; 09Х2НАБ4 09Г2 09Г2СА 10Г2 10Г2С1 17ГС 17Г1С 15Г2СФ 09Г2ФБ 20ЮЧ	Э50А Э55 Э60 ВП-4	Не ниже минус 40°С.
09Г2С 09Г2СЮЧ 09Г2БТ 10Г2БТ, 10Г2 10Г2ФБ, 10Г2С1	Э50А	Не ниже минус 60°С. От минус 61 до минус 70°С после нормализации
10ХСНД 15ХСНД	Э50А	Не ниже минус 40°С.
10Х2ГНМ 09Х2Г2НАБЧ [2] 10Х2М1А 10Х2М1АА, 16ГМЮЧ	Э-05Х2М Э-09МХ Э-09Х1М	Не ниже 0°С.
10Х2МФА [2] 12Х2МФА 15Х2МФАА 15Х2НМФА [2]	Н-3А Э-09Х1МФ Э-10Х5МФ	Не ниже 0°С.
09Г2С; 10Г2 10Г2С1 09Г2СЮЧ	10ГН 10ГНМ	Не ниже минус 70°С.

1) По разрешению главного сварщика допускается замена электродов Э42, Э42А, Э46, Э46А электродами Э50А при условии положительных результатов контрольных испытаний сварных соединений.
2) Сварка с подогревом и последующей термообработкой непосредственно после сварки.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1.) Без индекса «Э» условно указаны типы электродов, не предусмотренные ГОСТ 9467.Марки электродов типов без индекса «Э» принимаются по рекомендациям специализированной научно-исследовательской организации. Марка электрода типа Н-3А принимается по ТУ 5.965-11313.

2.) Электроды типа Э42 и Э46 для сварки сосудов, предназначенных для работы в средах, вызывающих коррозионное растрескивание, применяются по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией.

3.) Необходимость подогрева для предотвращения трещин при сварке малоуглеродистых, низколегированных марганцовистых и марганцевокремнистых сталей в зависимости от толщины свариваемых элементов, содержания углерода в стали и других факторов определяется технологией предприятия-изготовителя сосуда.

При сварке хромомолибденовых, хромомолибденованадиевых и хромомолибденованадиевовольфрамовых сталей требуются специальные меры (подогрев, термообработка и др.).

Таблица 2. Режимы ручной сварки углеродистых и низколегированных сталей с применением отдельных типов электродов.

Типы электродов по ГОСТ 9467	Марка электродов	Диаметр электродов, мм	Сварочный ток, А	Род тока
Э-42	АНО-17	4 5 6	160-210 190-280 270-360	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток
Э42А	УОНИ-13/45	2 3 4 5 6	45-65 80-100 130-160 170-200 210-240	Постоянный ток, обратная полярность
	УП-1/45	2 3 4 5	45-65 100-130 140-160 160-250	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
Э46	МР-3	4 5 6	160-200 180-260 280-320	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
	ОЗС-4	3 4 5 6	90-100 160-180 200-250 250-300	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток
Э50А	УОНИ-13/55	3 4 5 6	80-100 130-160 170-200 210-240	Постоянный ток, обратная полярность
	УП-1/55	3 4 5 6	90-120 140-160 160-250 280-350	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
	ОЗС-29	3 4 5	80-100 120-150 150-180	Постоянный ток, обратная полярность
Э55	ОЗС/ВНИИСТ-27	3 4	90-110 130-150	Постоянный ток, обратная полярность
Э60	ОЗС-24М	3 4	90-110 130-150	Постоянный ток, обратная полярность

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Режимы дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей электродами, не указанными в табл. 2, выбираются в соответствии с паспортными данными этих электродов.

2. Сварочный ток – для всех пространственных положений.

4.2. Автоматическая дуговая сварка.

4.2.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 8713, ГОСТ 11533, для труб – ГОСТ 16037 или другой действующей нормативной документации и чертежам.

4.2.2. Типы сварных швов корпусов аппаратов для преимущественного применения в зависимости от толщины стенки приведены в табл. 3

Таблица 3. Типы сварных швов для корпусов аппаратов из углеродистых и низколегированных сталей

Вид соединения	Толщина стенки, мм	Тип шва по ГОСТ 8713	
		Характеристика	*Условное* обозначение
Продольные стыки обечаек, патрубков и т п элементов	2-10	Односторонний без скоса кромок на флюсовой подушке или медной подкладке	С4
	8-24	То же, со скосом двух кромок	С18
Стыки плоских листовых заготовок (карт)	2-32 [1]	Двусторонний без скоса кромок с предварительным наложением подварочного шва («на весу») без подварочного шва и на флюсовой подушке	С7 С4 С30 С29
	14-32 [1]	То же с односторонним скосом двух кромок	С21 С33
Кольцевые стыки обечаек труб и т п элементов	24-160	То же с криволинейным скосом двух кромок	С23 С40
	16-60	То же с двумя скосами двух кромок	С25 С38 С39
	50-160	То же с двумя криволинейными скосами двух кромок	С26
	2-12	Односторонний без скоса кромок на стальной подкладке	С5
	8-30	То же со скосом двух кромок	С19
	16-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	С34
Кольцевые стыки днищ с обечайками и др элементов разной толщины	8-30	Односторонний замковый со скосом двух кромок	С20
	16-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	С35

1) В отдельных случаях при толщине более 32 мм нестандартные швы выполняются по специальной технологии.

4.2.3. При автоматической дуговой сварке применяют проволоку и флюсы, указанные в таблице 4.

4.2.4. Собранные под сварку детали и сборочные единицы прихватывают электродами, которые применяются для ручной дуговой сварки данной стали (см. табл. 1).

Таблица 4. Рекомендуемые сварочные материалы для автоматической сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей.

Марка свариваемой стали	Сварочные материалы		Минимальная температура стенки сосуда
	Марка проволоки по ГОСТ 2246	Марка флюса по ГОСТ 9087	
Ст3кп Ст3пс Ст3сп Ст3Гпс 10, 20 15К; 16К 18К; 20К; 22К	Св-08 Св-08А	АН-348А ОСЦ-45; ОСЦ-45М Ан-43 АН-60 ФЦ-16	Не ниже минус 20°С
	Св-08ГА Св-10ГА		Не ниже минус 30°С; Не ниже минус 40°С для сосудов работающих без давления
20ЮЧ	Св-10НЮ	АН-22; АН-47	Не ниже минус 40°С
09Г2 09Г2С 10Г2С1 10Г2 14Г2 17ГС 17Г1С 16ГС; 10ХСНД	Св-08ГА Св-10ГА Св-10Г2 Св-08ГС	АН-348А ОСЦ-45; ОСЦ-45М АН-22; АН-47 АН-60 ФЦ-16	Не ниже минус 30°С при любой толщине; Не ниже минус 40°С при толщине металла не более 24 мм
17ГС 17Г1С 16ГС 10Г2; 10ХСНД	Св-08ГА Св-08ГС Св-08Г2С Св-10НМА Св-10НЮ	АН-348А АН-22 АН-43 АН-47 АН-60 ФЦ-16	Не ниже минус 40°С при любой толщине металла при условии выполнения многослойной сварки или в сочетании с проволоками Св-10НМА; Св-10НЮ
15Г2СФ	Св-10ГА Св-08ГС Св-10НМА Св-10Г2	ОСЦ-45, ОСЦ-45М АН-22 АН-348А АН-43, АН-60 ФЦ-16	Не ниже минус 40°С
16ГМЮЧ	Св-08ХМ Св-10Х2М Св-04Х2МА	АН-348А АН-22 АН-17М	Не ниже 0°С

Продолжение таблицы 4

Марка свариваемой стали	Сварочные материалы		Минимальная температура стенки сосуда
	Марка проволоки по ГОСТ 2246, ТУ	Марка флюса по ГОСТ 9087	
10Г2 10Г2С1 09Г2С	Св-08ГА	АН-348А АН-47 АНК-47 АН-43 АН-60 ФЦ-16 (ФЦ-16А) ОСЦ-45, ОСЦ-45М	Не ниже минус 60°С при любой толщине металла при условии выполнения многослойной сварки или в сочетании с проволоками Св-10НМА; Св-10НЮ
	Св-08ГА Св-08ГС		Не ниже минус 70°С при любой толщине металла при условии нормализации сварных соединений
	Св-10НЮ Св-10НМА		Не ниже минус 60°С
10Г2С1 09Г2С	Св-08ГСМТ	АН-43 АН-47	Не ниже минус 60°С для сварки металла толщиной 16-30 мм с разделкой кромок С 25 по ГОСТ 8713
09Г2С	Св-08МХ Св-08ГСМТ	АН-22 АН-43 АН-47	Не ниже минус 70°С для сварки с ППМ из проволоки марки Св-08Г2СНТЮР
	Св-08Г2СНТЮР	АН-22 АН-47	Не ниже минус 70°С для сварки без разделки кромок металла толщиной до 25 мм
09Г2С1 10Г2 10Г2С1	Св-10НЮ	АН-22	Не ниже минус 70°С без нормализации сварных соединений при условии сварки по технологии, согласованной со специализированной научно-исследовательской организацией
10Х2М1А-А	Св-04Х2МА Св-10Х3ГМ1А-А	ФЦ-16А ФЦ-16	Не ниже 0°С
15Х2МФА-А	Св-10Х3М1А Св-10Х2ГМФТА	ФП-33 ФП-33М	Не ниже 0°С
10Х2ГНМ	Св-04Х2МА Св-10Х3ГМ ТУ 14-1-4181	АН-47	Не ниже 0°С
09ХГ2НАБ	Св-08ГСМТ	ФП-33	Не ниже минус 40°С
09Г2СЮЧ	Св-10ГА Св-10НМА Св-08ГСМТ Св-10НЮ	АН-348А АН-43 АН-22 АН47	Не ниже минус 70°С

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Условия выполнения сварных соединений с различным сочетанием сварочных проволо определяется технологией, согласованной со специализированной научно-исследовательской организацией.

2 Необходимость подогрева для предотвращения трещин при сварке малоуглеродистых и низколегированных марганцовистых и марганцевокремнистых сталей в зависимости от толщины свариваемых элементов, содержания углерода и других факторов определяется технологией предприятия- изготовителя сосудов.

3. Марки проволоки Св-10НЮ и Св-10Х2М принимаются по ТУ 14-1-2219, Св-10Х2ГМФТА по ТУ 14-1-4355, Св-10Х3М1А и Св-10Х3ГМФТА – по ТУ 14-1-49-14 Марки флюсов ФП-33 и ФП-33М принимаются по ТУ 5.965-11238, ФЦ-16 и ФЦ-16А – по ОСТ 24.948.02, АНЦ1 – по ТУ 108.1424.

4. При сварке хромомолибденовых сталей требуются специальные меры (подогрев, термическая обработка и др.).

5. Для металла толщиной не более 14 мм и для поверхностных швов внутри и снаружи пр многослойной сварке проволокой Св-08ГА

6. Для полуспокойных сталей рекомендуется применять сварочную проволоку Св-08ГА.

4.2.5. Примеры режимов сварки двусторонних швов стыковых соединений, обеспечивающие нормальное плавление проволоки и формирование шва, приведены в табл. 5. Указанные режимы сварки допускается уточнять и корректировать при отработке технологии применительно к имеющемуся оборудованию, типам сварных швов и особенностям конструкций.

Таблица 5. Примеры режимов автоматической сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей

Толщина свариваемого металла, мм	Условное обозначение шва по ГОСТ 8713	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	Величина вылета проволоки, мм	Род тока
5	С29 С30	3	400-450	28-32	54,5-50,5	68,5	30-40	Постоянный ток, обратная полярность
8		4	550-650	30-32	54,5-50,5	87,5	50-60	
10		5	600-700	34-36	33-38	49-60		
12			700-750	36-38	29-36	58-62		
14			750-800	36-38	29-33	62-75		
16			800-850	36-38	25-29	67-78		
18			850-900	40-42	22-25	72-81		
20			900-950	42-44	21-25	78,0-84,5		
22			950-1000	42-44	19,5-21,0	84,5-91,0		
24-60			750-1000	38-44	18-22	57,0-111,0		
ПРИМЕЧАНИЕ: Для аппаратов, работающих при температуре ниже минус 20°С максимальное значение погонной энергии не должно превышать 24 кДж/см^2								

4.3. Автоматическая сварка под флюсом с применением гранулированной металлической присадки.

4.3.1. При выборе способа сварки с применением гранулированной металлической присадки (крошки) необходимо учитывать его преимущества и недостатки.

К числу преимуществ использования крошки относят:

повышение стабильности процесса автоматической сварки за счет снижения чувствительности к изменению зазора, позволяющее исключить прожоги и протеки металла;

уменьшение остаточных сварочных деформаций;

расширение диапазона толщин металла, свариваемого без предварительной разделки кромок;

дополнительные возможности для получения оптимального состава металла шва, когда ограничен выбор сварочных материалов;

К недостаткам способа относят:

повышение вероятности непровара при отсутствии надежного контроля положения электрода по центру свариваемого стыка;

необходимость использования специального дозатора крошки в виде приставки к сварочному аппарату.

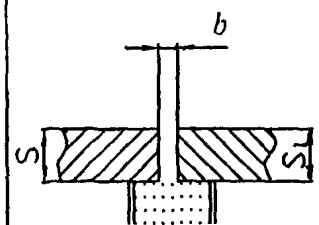
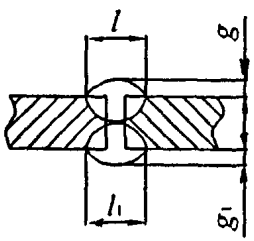
4.3.2. Крошку изготавливают из сварочной проволоки диаметром 1,6 – 2,0 мм путем рубки ее на специализированных станках или стандартном фрезерном станке, оснащенном подвижным механизмом.

Длина гранул должна быть равной 1,5 – 2,5 мм.

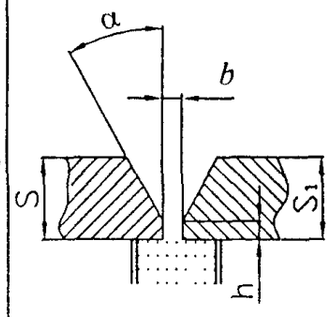
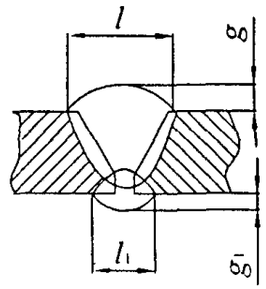
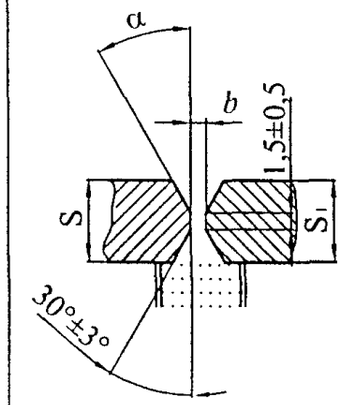
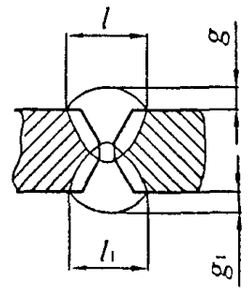
4.3.3. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать приведенным в табл. 6.

4.3.4. Прихватку свариваемых кромок производят ручной дуговой сваркой электродами, приведенными в таблице 1.

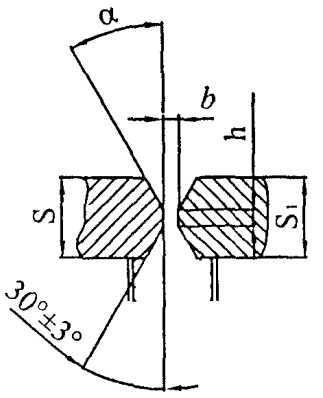
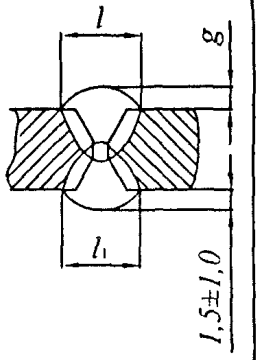
Таблица 6 Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов при автоматической сварке под флюсом с применением гранулированной металлической присадки углеродистых и низколегированных сталей

Условное обозначение (тип) шва	Размеры, мм										α	Конструктивные элементы	
	S = S₁	b		h (пред. откл.±1)	l		l_1		g	g_1		подготовленных кромок	выполненного шва
		номин.	пред. откл		номин.	пред. откл	номин.	пред. откл					
Ск 1 Двусторонние швы стыковых соединений без скоса кромок на флюсовой подушке	18	4	±2	-	28	±4	28	±4	$2^{+2,0}_{-1,5}$				
	20	5			30		30						
	22				34		34						
	24												
	26				36		36		$2^{+2,0}_{-1,5}$				
	28	6											
	30												
	32												
	34	7			42		42						
	36												
	38	8											
	40												
	42												
	44	8-9							$3^{+3,0}_{-2,0}$				
	46	9											
	48	9-10			50		50						

Продолжение таблицы 6

Условное обозначение (тип) шва	Размеры, мм									α	Конструктивные элементы	
	S = S₁	b		h (пред. откл.±1)	l		l		g	g		
		номин.	пред. откл		номин.	пред. откл	номин.	пред. откл			подготовленных кромок	выполненного шва
Ск 2 Двусторонние швы стыковых соединений со скосом двух кромок на флюсовой подушке	18 20	2	±1	3	26	±4	20	±4	$2^{+1,0}_{-1,5}$	$1,5^{+1,0}_{-1,0}$	30°±3°		
	22 24				30								
	26 28 30				32 34 36				$2^{+2,5}_{-1,5}$				
Ск 3 Двусторонние швы стыковых соединений с двумя симметричными скосами двух кромок на флюсовой подушке	24 26 28	2	+2	-	28	±4	28	±4	$2^{+1,0}_{-2,0}$		30°±3°		
	30 32 34				30		30						
	36 38 40				34		34						
	42 44 46 48				36	±5	36	±5					
	50 52				40		40						
	54 56 58 60				44		44		$2,5^{+1,0}_{-2,0}$				

Продолжение таблицы 6

Условное обозначение (тип) шва	Размеры, мм										α	Конструктивные элементы	
	S = S₁	b		h (пред откл.±1)	l		l_1		g	g_1		подготовленных кромок	выполненного шва
		номин.	пред. откл		номин	пред откл	номин	пред откл					
Ск 4 Двусторонние швы стыковых соединений с двумя симметричными скосами двух кромок с предварительным наложением подварочного шва	24 26	2	±1	3	28	±4	28	±4	$2,5^{+1,0}_{-2,0}$		30°+3°		
	28 30 32 34 36 38			3	35 40		35 40						
	40 44 46 48 50 52 54 56 58 60	3		3	49 56 64 69	±5	49 56 64 69	±5	$2,5^{+1,0}_{-2,0}$		30°+2°		

4.3.5. При автоматической сварке под флюсом с крошкой рекомендуется применять сварочные материалы, приведенные в табл. 7.

4.3.6. Дозировку и засыпку металлической крошки производят специальными дозаторами, устанавливаемыми на сварочном автомате.

Допускается засыпать крошку перед сваркой вручную.

4.3.7. Дозировка крошки может производиться как перед началом сварки, так и в процессе сварки или комбинированным способом.

4.3.8. При автоматической дозировке перед сваркой крошка засыпается до подачи флюса с опережением на расстоянии не менее 50 мм.

4.3.9. При автоматической дозировке в процессе сварки крошка подается на вылет электрода со стороны хвостовой части сварочной ванны. При этом используется эффект ее налипания под действием магнитного поля сварочного тока.

4.3.10. Наибольший эффект по повышению производительности процесса сварки достигается при комбинированном способе дозировки крошки.

4.3.11. Для автоматической сварки под флюсом с крошкой следует применять сварочные аппараты, на которые навешивается специальный дозатор для дозирования крошки, засыпаемой в зону сварки.

4.3.12. Сварку производят на постоянном токе обратной полярности.

4.3.13. Техника автоматической сварки под флюсом с применением крошки и последовательность технологических операций такие же, как и при обычной автоматической сварке под флюсом.

4.3.14. Сварка производится в нижнем положении или при угле наклона заготовок до 3-4° , при больших углах наклона сварка на «спуск» не допускается.

4.3.15. Ориентировочные режимы двухсторонней однопроходной сварки стыковых соединений без разделки кромок с применением крошки прведены в табл. 8.

4.3.16. Количество металлической крошки, подаваемой в зону сварки для соединений с разделкой кромок, определяется по формуле

$$G_{кр} = 5 \cdot \frac{d_{эл}^2 \cdot V_{под}}{V_{св}} \text{ г/п.м}$$

где $d_{эл}$ – диаметр плавящегося электрода, мм;
$V_{под}$ – скорость подачи электродной проволоки, м/ч;
$V_{св}$ – скорость сварки, м/ч.

4.3.17. Первые проходы при автоматической сварке под флюсом с применением крошки выполняют на флюсовой подушке, остающейся подкладке, по расплавляемой вставке или ручной подварке.

4.3.18. Для формирования обратной стороны двусторонних стыковых швов без предварительной подварки вместо флюсовой подушки при сварке первого прохода шва допускается использовать подушку из крошки.

Таблица 7. Сварочные материалы для углеродистых и низколегированных сталей при автоматической сварке под флюсом с применением крошки

Марка свариваемой стали	Сварочные материалы		
	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246	Марка крошки по ГОСТ 2246	Флюс по ГОСТ 9087
Ст3кп	Св-08А	Св-08ГА Св-08Г2С	АН-348А, ОСЦ-45 и им равноценные
	Св-08ГА	Св-08А	
	Св-08Г2С		
Малоуглеродистые стали, кроме кипящих	Св-08А		
	Св-08ГА	Св-08А Св-08ГА	
	Св-08Г2С	Св-08А Св-08ГА	
16ГС	Св-08ГА	Св-08Г2С	
09Г2С		Св-08ГА Св-10ГА	
	Св-08МХ*	Св-08ГА	
	Св-10Г2	Св-08ГА Св-10Г2	
10Г2С1	Св-08ГА Св-08МХ [1] Св-10Г2	Св-08ГА Св-10ГА Св-08ГА	

1) Должна быть проверена необходимость подогрева при сварке и отпуск после сварки в зависимости от толщины металла

ПРИМЕЧАНИЕ: Температурные пределы применяемых сварочных материалов принимать по марке сварочной проволоки согласно таблицы 4.

Таблица 8. Ориентировочные режимы автоматической двусторонней однопроходной сварки под флюсом стыковых соединений без разделки кромок углеродистых и низколегированных сталей с применением крошки

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Расход гранулированной металлической присадки, г/см	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч	Оптимальный зазор, мм
10 20 30 40 50 60	5	2,0 5,0 8,0 12,0 16,0 18,0	800-825 850-950 850-950 1200-1300 1300-1400 1400-1500	38-40 40-44 42-45 43-48 44-48 45-50	50 35 19,5 16,0 12.0 12,0	74,5 103 103 128 140 163	5 6 7 8 9 11
20 30 40 50 60	4	5,0 8.0 12.0 16,0 18,0	800-900 850-950 850-950 1100-1200 1300-1400	42-45 42-46 43-48 44-49 45-50	35 19 14 14 13	154 163 163 210 240	6 7 8 9 11

ПРИМЕЧАНИЕ: Для аппаратов, работающих при температуре ниже минус 20°С максимальное значение погонной энергии не должно превышать 24 кДж/см^2

4.4. Полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом

4.4.1. Полуавтоматическую сварку рекомендуется применять для соединения под флюсом швов, недоступных для сварки автоматом, а также для сварки коротких, прерывистых и криволинейных швов.

4.4.2. Конструктивные элементы и размеры подготовленных кромок под сварку должны отвечать требованиям ГОСТ 8713, ГОСТ 11533, для труб – ГОСТ 16037 или другой действующей нормативной документации.

4.4.3. Сварку выполняют в один или несколько проходов, в зависимости от толщины металла.

4.4.4. Сварку производят проволокой марки, указанной в табл. 4, диаметром 2 мм под флюсом ОСЦ-45М или АН-348А (мелкой грануляции).

4.4.5. Собранные под сварку детали и сборочные единицы следует прихватить электродами, указанными в табл. 1.

4.4.6. Сварку выполняют на переменном или постоянном токе.

4.4.7. Режим сварки двусторонних стыковых швов в зависимости от толщины металла приведен в табл. 9.

Таблица 9. Режимы полуавтоматической сварки под флюсом двусторонних стыковых швов углеродистых и низколегированных сталей

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	Величина вылета проволоки, мм
4-6	2	200-250	32-34	18-30	79-101	25
8		250-300	34-36		126-156	
10		350-420	36-38		191-250	
12		450-540	38-42		306-376	
14-20		550-600	42-44		472	
22-30		630-670	44-46		600	

4.5. Аргонодуговая сварка

4.5.1. Аргонодуговая сварка рекомендуется в особых случаях, когда дуговая сварка не является достаточно маневренной и не обеспечивает стабильное качество соединения.

Например: для сварки тонколистовых ответственных конструкций (толщиной менее 1-2 мм);

для выполнения первого корневого прохода при односторонней сварке изделий;

для приварки тонкостенных труб (до 2-3 мм) небольшого диаметра (до 25-33 мм) к трубной решетке и т.п.

4.5.2. Аргонодуговая сварка рекомендуется только для спокойных сталей.

4.5.3. В качестве присадочных материалов применяют низколегированные сварочные проволоки марок Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-10Г2, Св-08ГСМТ и другие по ГОСТ 2246, содержащие достаточное для предотвращения порообразования количество раскислителей (марганца, кремния или др.).

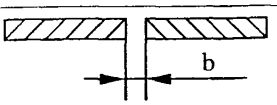
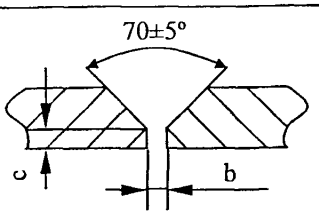
4.5.4. Для отработки технологии следует пользоваться технологическими указаниями по аргонодуговой сварке легированных сталей.

4.6. Газовая сварка углеродистых сталей.

4.6.1. Газовую сварку применяют преимущественно для соединения тонколистового металла толщиной до 2 мм, а более толстого металла в специальных случаях.

4.6.2. Подготовку кромок под сварку в зависимости от толщины металла производят согласно табл. 10.

Таблица 10. Подготовка кромок под газовую сварку углеродистой стали

Толщина металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление С, мм	Зазор b, мм
1-3		-	1-2
Более 3		2-3	2-4

4.6.3. В качестве присадочного металла применяют проволоку Св-08, Св-08А, Св-08ГА по ГОСТ 2246.

4.6.4. Сварку можно производить левым и правым методом. Правый метод применяют при сварке листов толщиной более 5 мм.

4.6.5. Угол наклона горелки принимают в зависимости от толщины свариваемого металла, чем больше толщина, тем больше угол. При толщине S = 1-3 мм угол наклона равен 20°, при толщине S = 12-15 мм - 70°. Угол присадочного прутка равен 30-45°.

4.6.6. Пламя устанавливают нормальное.

4.6.7. Режим принимают по табл. 11.

Таблица 11. Режим газовой сварки углеродистой стали

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер наконечника горелки	Расход ацетилена, л/ч
1-2	2 3 4	1	100-200
3-4		2	300-400
5-6		3	500-600
8		4	700-800
10-12		5	1100-1200
14-16	5	6	1500-1700

4.7. Полуавтоматическая сварка в углекислом газе

4.7.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 14771, ГОСТ 14776, ГОСТ 23518, для труб – ГОСТ 16037.

4.7.2. В качестве присадочного материала для углеродистых и низколегированных сталей используют проволоку марки Св-08Г2С по ГОСТ 2246.

4.7.3. Для сварки низколегированных сталей рекомендуется применение проволоки Св-08ГСМТ и порошковых проволок ПП-АН4, ПП-АН7, ПП-АН8, ПП-АН10 (наплавленный металл соответствует типу Э50А, ГОСТ 9467).

4.7.4. В качестве защитного газа применяют сварочную углекислоту по ГОСТ 8050 и ее смеси с другими газами в соответствии с отраслевой технологической документацией, утвержденной в установленном порядке.

4.7.5. Собранные под сварку детали и сборочные единицы прихватывают полуавтоматической или ручной электродуговой сваркой. Прихвати, выполненные ручной электродуговой сваркой в процессе сварки удалить вышлифовкой.

4.7.6. Прихватку и сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

4.7.7. Режимы сварки приведены в табл. 12.

Таблица 12. Режимы полуавтоматической сварки в углекислом газе для Углеродистых и низколегированных сталей

Толщина свариваемого материала, мм	Условное обозначение шва по ГОСТ 14771	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Расход углекислого газа, л/ч	Кол-во слоев	Скорость сварки, м/ч
0,6-1,0	С1	0,5-0,8	50-60	17-20	500-600	1	20-25
0.6-10,0	С2	0.5-0,8	60-80	17-20	500-600	1	25-30
1,3-2,0	С2	0,8-1,0	70-110	18-20	500-600	1-2	18-24
3.0-5,0	С2	1,6-2,0	160-200	21-24	600-800	1-2	20-22
3,0-8,0	С7	1,6-2,0	200-250	22-28	800-1000	2	25-30
5,0-8,0	С4	1,6-2,0	250-300	22-30	800-1000	1-2	18-22
10,0-14.0	С9	2.0	320-350	30-32	800-1000	2	18-22
16,0-24.0	С9	2,0	350-380	30-32	800-1000	4-5	18-22
26,0-30,0	С9, С10	2,0	350-400	30-34	900-1100	5	18-22
8,0-12.0	С17	2,0	250-300	29-30	800-1000	2-3	18-22
12,0 и более	С25	2,0-2,5	300-350	30-32	800-1000	4	16-20
30.0	С23	2.0-2,5	350-400	30-32	900-1100	10 и более	16-20

ПРИМЕЧАНИЕ: Для аппаратов, работающих при температуре ниже 20°С, максимальное значение погонной энергии не должно превышать 24 кДж/см^2

4.8. Ручная дуговая, автоматическая дуговая под флюсом и полуавтоматическая луговая в защитном газе сварка стали марок 12МХ, 12ХМ, 15ХМ.

4.8.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264. ГОСТ 11534 при ручной дуговой сварке: ГОСТ 8713, ГОСТ 11533 при автоматической сварке под флюсом; для труб – ГОСТ 16037 и другой нормативной документации и чертежам.

4.8.2. Кромки под сварку подготавливают механическим способом: допускается предварительная резка термическими способами по технологии, учитывающей необходимость подогрева в зависимости от толщины металла.

4.8.3. Прихватку осуществляют электродами, применяемыми для ручной сварки каждой марки стали.

4.8.4. Присадочные материалы для ручной, автоматической под флюсом и полуавтоматической в защитном газе сварки сталей 12ХМ, 15ХМ и 12МХ, температура предварительного нагрева и сопутствующего подогрева представлены в таблице 13.

Таблица 13. Сварочные материалы и температура подогрева для ручной, автоматической и полуавтоматической сварки сталей марок 12МХ, 12ХМ и 15ХМ (толщиной до 80 мм).

Марка стали	Электроды (типы по ГОСТ 9467 и марки), проволока по ГОСТ 2246	Флюсы по ГОСТ 9087, защитный газ	Температура предварительного и сопутствующего подогрева, °С
12МХ	Э-09Х1М Э09МХ УОНИ-13/45, ОЗС-11 и др.	-	200-250
	Проволока Св-08МХ Св-04Х2МА Св-08ХМ	АН-348А; АН-22; АН-60; ОСЦ-45; ОСЦ-45М и им равноценные	150-200
	Проволока Св-10ХГ2СМА Проволока Св-08ХМ	Углекислый газ ГОСТ 8050 аргон ГОСТ 10157	
12ХМ 15ХМ 10Х2М1	Э-09Х1М (ЦУ-2ХМ, ТМЛ-1, ТМЛ-1У) Э-09Х1МФ (ЦЛ-20-67, ТМЛ-3, ТМЛ-3У), Э-05Х2М	-	200-250
	Проволока Св-08ХМ Проволока Св-10Х2М Св-04Х2МА	АН-22; АН-348А; АН-43; АН-60; ОСЦ-45; ОСЦ-45М и им равноценные	
	Проволока Св-10ХГ2СМА Проволока Св-08ХМ	Углекислый газ ГОСТ 8050 аргон ГОСТ 10157	
ПРИМЕЧАНИЕ. Допускается сварка без подогрева стыковых соединений толщиной до 9 мм и угловых соединений катетом до 8 мм включительно			

4.8.5. В случае перерыва процесса сварки при выполнении промежуточных операций (срезка временных креплений, зачистка мест их приварки, зачистка корня шва) температура сварного соединения не должна опускаться ниже 150°С вплоть до возобновления сварки.

4.8.6. Время от момента окончания сварки до начала термообработки, если нет других указаний и соответствующей нормативной документации, должно быть:

– для кольцевых и продольных швов изделий с толщиной стенок до 60 мм и швов угловых и тавровых соединений в изделиях с толщиной стенок до 50 мм – не ограничено.

– для кольцевых и продольных швов изделий с толщиной стенок свыше 60 мм – не более 72 часов.

Выполненные швы угловых и тавровых соединений с толщиной стенок свыше 50 мм подвергают немедленной термообработке или, в случае необходимости, подогреву до температуры 300-350°С в течение 2-3 ч. Время до полной термообработки не ограничено.

4.9. Ручная дуговая сварка соединений труб из стали марки 15Х5М

4.9.1. Рекомендации по сварке стали 15Х5М даны применительно к изготовлению печных змеевиков, являющихся основным видом продукции из этой стали. Допускается использование рекомендаций при сварке других изделий.

4.9.2. Подготовку кромок труб под сварку необходимо выполнять согласно ГОСТ 16037 механическим способом.

Подготовка кромок труб под сварку термическим способом резки допускается лишь в исключительных случаях в процессе монтажа трубопровода при отсутствии возможности механической обработки кромок обычными средствами. При этом должен быть обеспечен подогрев перед резкой в соответствии с указаниями технологической инструкции.

4.9.3. Собранные под сварку детали и узлы прихватывают теми же электродами, которыми производится сварка.

4.9.4. Сварку змеевиков печей и трубопроводов из стали 15Х5М следует производить электродами марки ЦЛ-17 типа Э-10Х5МФ по ГОСТ 9467.

4.9.5. Прихватку и сварку выполняют с предварительным и сопутствующим подогревом свариваемых частей до температуры 350-400°С при любой толщине.

Сварку следует производить непосредственно после прихватки, не допуская охлаждения свариваемых стыков ниже 300°С.

4.9.6. Сварку следует выполнять на постоянном токе при обратной полярности (плюс на электроде) короткой дугой.

4.9.7. Количество слоев в шве в зависимости от толщины стенки приведено в табл. 14.

Таблица 14. Количество слоев в зависимости от свариваемой толщины при ручной дуговой сварке труб из стали марки 15Х5М

Толщина стенки, мм	Диаметр электрода, мм	Количество слоев
6-12	3-4	2-4
13-20	3-4-5	4-6
21-25	3-4-5	6-9
26-30	3-4-5	6-11

Сварку первого (корневого) слоя и последующих 2-3 слоев рекомендуется выполнять электродами диаметром 3-4 мм при силе тока 80-120 А, а сварку последующих слоев – электродами диаметром 4-5 мм при силе тока 130-180 А

4.9.8. При толщине стенки свариваемых изделий до 20 мм сварку корневого слоя рекомендуется выполнять аргонодуговой сваркой. Режим аргонодуговой сварки корневого шва приведен в табл. 15, присадка – проволока Св-10Х5М

Таблица 15. Режим аргонодуговой сварки корневого слоя

Диаметр вольфрамового электрода, мм	Режим сварки		Расход аргона, л/мин	
	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Горелка	Поддув
2-4	70-100	9-11	8-10	3-10

4.9.9. Сварные соединения подлежат обязательной общей или местной термической обработке для повышения пластических свойств металла и снижения остаточных напряжений.

Термическую обработку сварных соединений производить непосредственно после окончания сварки, но не позднее, чем через 48 часов. При этом охлаждение сварного соединения проводить в соответствии с п. 7.4. «Инструкции по ручной электродуговой

сварке трубопроводов и змеевиков печей из среднехромистых сталей» И-25 (ВНИИНЕФТЕМАШ, 1976 г.). Время и дату окончания сварки первого стыка в технологическом узле фиксировать в производственной документации, принятой на предприятии. Допускается при проведении «термического отдыха» производить термообработку через 24 часа.

4.9.10. Сварку и термическую обработку выполнять в соответствии с «Инструкцией по ручной электродуговой сварке трубопроводов и змеевиков печей из среднехромистых сталей» И-25 (ВНИИНЕФТЕМАШ, 1976 г.).

4.10. Электрошлаковая сварка углеродистых, низколегированных и некоторых легированных сталей.

4.10.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 15164 или другой действующей нормативной документации.

4.10.2. Прихватку и приварку сборочных элементов (п. 1.4.8) к свариваемым деталям следует производить электродами, предназначенными для свариваемой стали (см. табл. 1 и 13).

4.10.3. Прихватку и приварку сборочных элементов к деталям аппаратов из хромомолибденовых сталей (12ХМ и им подобных) следует производить с предварительным и сопутствующим подогревом до температуры, указанной в табл. 13.

4.10.4. При электрошлаковой сварке рекомендуется применять сварочные материалы, указанные в табл. 16.

4.10.5. Ориентировочные режимы сварки прямолинейных и кольцевых швов углеродистых и низколегированных сталей следует принимать по табл. 17 с корректировкой применительно к производственным условиям.

4.10.6. Для повышения тепловой эффективности процесса и качества сварного соединения рекомендуется введение в зону электрошлаковой сварки крошки. Благодаря таким свойствам крошки как автономность, развитая поверхность и малая масса частиц, введение ее в зону сварки позволяет значительно уменьшить потери тепла и повысить коэффициент полезного действия.

Для приготовления крошки рубят сварочную проволоку диаметром 0,8-1,6 мм на части длиной равной диаметру. Могут быть также использованы гранулы, полученные из расплава необходимого химсостава диаметром 0,8-1,6 мм.

Таблица 16. Сварочные материалы для электрошлаковой сварки углеродистых и низколегированных сталей

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246	Марка флюса по ГОСТ 9087 и др.	Условия применения сварных соединений
Ст3сп Ст3пс 20, 15К 16К	Св-08ГА	АН-8; АН-348А АН-22 АН-9У по ТУ ИЭС 201 ФЦ-21 по ОСТ 24.948.02	После нормализации и высокого отпуска при температуре допускаемой для свариваемой стали
16К; 20К; 22К; 20ЮЧ	Св-10Г2; Св-08ГС; Св-10НЮ по ТУ 14-1-2219	АН-8 по ГОСТ 9087 АН-9; АН-9У ТУ ИЭС 291 АН-348 АН-22 ФЦ-21 по ОСТ 24.948.02	
16ГС; 09Г2С; 09Г2СЮЧ	Св-10Г2; Св-08ГС; Св-08Г2С; Св-08ГСМТ; Св-10НЮ По ТУ 14-1-2219		
16ГМЮЧ	ТУ 14-1-2219 Св-10НМА; Св-08ХМ; Св04Х2МА; Св-10ХМ	АН-22 АН-8 ФЦ-11	

Продолжение таблицы 16

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246	Марка флюса по ГОСТ 9087 и др.	Условия применения сварных соединений
10ХСНД; 15ХСНД	Св-08ГСМТ	АН-8	После нормализации и высокого отпуска при температуре допускаемой для свариваемой стали
10Х2ГНМ	Св-10Х3ГМ Св-04Х2МА	АН-8; АН-22 ФЦ-21 по ОСТ 24.948.02	
09ХГ2ГНМ	Св-10НЮ	АН-22; АН-8	
10Х2МФА 12Х2МФА 15Х2МФАА	Св-13Х2МФТ	48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	
12ХМ 12МХ 15Х5М	Св-10Х2М по ТУ 14-1-2219 Св-08ХМ; Св-08МХ; Св-10ХГ2СМА; Св-04Х2МА Св-10Х5М	АН-8 ГОСТ 9087; АН-9; АН-9У по ТУ ИЭС 201 АН-8М	После нормализации и высокого отпуска при температуре не ниже 0°С
22Х3М 20Х2МА	Св-08Х3Г2СМ	АН-9У по ТУ ИЭС-201	От минус 40°С до 400°С. После нормализации и высокого отпуска

ПРИМЕЧАНИЯ:
1. Применение проволоки марки Св-08ХМ допускается только с содержанием хрома не менее 1% и молибдена 0,5%.
2. При выполнении электрошлаковой сварки допускается применение пластинчатых электродов и других технологических приемов по документации, согласованной со специализированной научно-исследовательской организацией.
3. Для кольцевых швов сосудов с толщиной до 100 мм , предназначенных для работы при температуре стенки не ниже -20°С для стали марки 20К, не ниже -40°С для сталей 16ГС, 20ЮЧ, не ниже -55°С для стали марки 09Г2С, и толщиной до 60 мм, предназначенных для работы при температуре стенки не ниже -60°С для стали 09Г2С, допускается производить только высокий отпуск без нормализации при условии комбинированного способа – автоматической сварки под флюсом и электрошлаковой сварки с регулированием термического цикла.

Таблица 17. Режимы сварки углеродистых и низколегированных сталей *(для сварочной проволоки диаметром 3 мм)*

Толщина металла, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Глубина шлаковой ванны, мм	Сухой вылет электрода, мм	Скорость поперечных колебаний, м/ч	Время выдержки у ползуна, С	Скорость подачи проволоки, м/ч	Кол-во электродов
36-40 41-100 101-200	650-730 670-750 380-500	46-50 44-48 46-52	40-50 50-55 55	70-75	40 30-40	- 2-3 3-4	260-290 270-300 140-200	1 1(2) 2(3)

ПРИМЕЧАНИЕ: В скобках – количество электродов, допускаемое для сварки указанных толщин металла.

4.10.7. Для обеспечения требуемых свойств металла шва при электрошлаковой сварке с крошкой рекомендуется применять сварочные материалы, указанные в табл. 18.

Таблица 18. Сварочные материалы для электрошлаковой сварки с крошкой углеродистых и низколегированных сталей

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246	Марка крошки по ГОСТ 2246	Условия применения
Ст3сп Ст2пс 20К, 15К, 16К	Св-08ГА	Св-08Г2С Св-10ГС	После нормализации и высокого отпуска при температуре, допускаемой для свариваемой стали
09Г2С	Св-10НМА	Св-08Г2С Св-10НМА	
10Г2С1	Св-10Г2	Св-08Г2С	
10Г2ФР	Св-10НМА	Св-10НМА	

4.10.8. Рекомендуемые режимы электрошлаковой сварки с применением крошки указаны в табл. 19.

Таблица 19 Режимы электрошлаковой сварки с крошкой углеродистых и низколегированных сталей

Толщина металла, мм	Сварочный зазор	Диаметр электрода, мм	Скорость подачи электрода, м/час	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход крошки, г/мин
		С нормальным расходом крошки				
30	26-28	5	99,5	1000-1100	40-42	140
40			126,0	1200-1250	42-46	175
50			142,0	1300-1350	44-48	200
60			159.0	1350-1450	46-50	210
		С повышенным расходом крошки				
30	26-28	4	159,0	900-1000	42-46	300
40					42-46	
50					44-48	
60					46-50	
30		5	99,5	1000-1100	40-42	290
40					40-42	
50					42-44	
60					43-45	

5. СВАРКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО И АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ

5.1. Специальные требования

5.1.1. При подготовке к сварке коррозионностойких сталей аустенитного и аустенитно-ферритного классов, кроме общих положений (раздел 3), должны быть учтены специальные требования, изложенные в настоящем разделе.

5.1.2. Сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений, к которым предъявляются требования по стойкости против межкристаллитной коррозии, должны быть испытаны на склонность к межкристаллитной коррозии по ГОСТ 6032.

5.1.3. Сварочные материалы, предназначенные для сварки сталей аустенитного класса, не содержащих ферритную фазу, а также не обеспечивающие наличие ферритной фазы в наплавленном металле шва аустенитно-ферритных сталей, при необходимости отбора партий сварочных материалов, выбора их марок, или отработке технологического процесса сварки, должны быть испытаны на стойкость против горячих трещин в соответствии с ГОСТ 26389.

5.1.4. Сварочные материалы, предназначенные для сварки изделий, работающих при температуре выше 350°С (кроме изделий, изготавливаемых из чисто аустенитных сталей), при отсутствии сертификатных или паспортных указаний подвергаются контролю на содержание ферритной фазы в металле шва или наплавленном металле (с учетом примечания к табл. 24).

5.1.5. Резку коррозионностойких сталей и обработку кромок под сварку производят преимущественно механическими способами.

В случае применения термической резки, на кромках должен быть удален механическим способом слой металла не менее, чем до полного устранения всех неровностей, цветов побежалости и возможных горячих трещин в глубокоаустенитных сталях.

5.1.6. Вследствие большого коэффициента линейного расширения и соответственно значительных деформаций сварных соединений расстояния между прихватками должны быть в 1,5-2,0 раза меньше, а длина прихватки больше по сравнению с теми же параметрами прихватки в соединениях углеродистых и низколегированных сталей

5.1.7. Для предотвращения дефектов при сварке в защитных газах и возможного снижения коррозионной стойкости металла шва сварочную проволоку перед употреблением необходимо промыть ацетоном или другими растворителями.

5.1.8. Для уменьшения перегрева и обеспечения оптимальных механических свойств и коррозионной стойкости сварку соединений небольшой толщины (менее 8 мм) необходимо вести при максимально возможной скорости.

5.1.9. При многослойной сварке каждый проход выполняют после охлаждения предыдущего до температуры ниже 100°С и тщательной его зачистки.

5.1.10. Швы, обращенные к агрессивной среде, для повышения их коррозионной стойкости во всех возможных случаях, рекомендуется выполнять в последнюю очередь или за один проход.

При отсутствии такой возможности (односторонняя сварка сосудов малого диаметра и др.) следует принимать все возможные меры для уменьшения нагрева металла первого слоя шва последующими. охлаждение или наполнение сосуда водой, применение медных массивных подкладок, обдув воздухом, повышение скорости сварки, снижение силы тока, уменьшение диаметра электрода, сварка без поперечных колебаний.

5.1.11. Для предотвращения горячих трещин, особенно в сварных соединениях сталей с чистоаустенитной структурой (без δ-феррита) большой толщины (10 мм и более), рекомендуется следующее:

- ручную дуговую и аргонодуговую сварку как плавящимся, так и неплавящимся электродом выполнять при минимальной длине дуги, без поперечных колебаний усиленными валиками;
- автоматическую сварку под флюсом производят на пониженных скоростях с минимальным числом проходов;
- кратеры швов должны быть тщательно заплавлены до получения выпуклого мениска или вышлифованы; выводить кратеры на основной металл запрещается;
- в случае вынужденного обрыва дуги до ее повторного возбуждения необходимо убедиться в отсутствии горячей кратерной трещины; при наличии трещины кратер удалить механическим способом;
- сварщики, допущенные к сварке сталей с полностью аустенитной структурой, должны быть обучены приемам борьбы с горячими трещинами;
- при проектировании сварных конструкций сталей с полностью аустенитной структурой необходимо во всех возможных случаях заменять угловые и тавровые соединения стыковыми;
- применять комбинированный способ сварки соединений большой толщины, при котором внутренние и внешние не соприкасающиеся с агрессивной средой, слои шва выполняются электродами, обеспечивающими меньшую коррозионную стойкость, но повышенную стойкость металла шва против горячих трещин (в т.ч. и за счет наличия ферритной фазы); при этом толщина слоя, обращенного к коррозионной среде, равноценного по коррозионной стойкости основному металлу, должна быть не менее 3 мм.

5.1.12. При сварке легко деформируемых конструкций в незакрепленном состоянии следует принимать технологические меры для предотвращения значительных деформаций: обратноступенчатый порядок сварки, поочередное выполнение слоев сварного шва с разных сторон и т.п.

5.2. Ручная дуговая сварка

5.2.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264, ГОСТ 11634. для труб – ГОСТ 16037 или другой действующей нормативной документации и чертежам. Применение других типов сварных швов, удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 291, допускается по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10-115.

5.2.2. В зависимости от марок стали и требований, предъявляемых к изделиям, сварку и прихватку выполнять электродами, указанными в табл. 20.

Таблица 20. Электроды для сварки коррозионностойких сталей аустенитного и аустенитно-ферритного классов

Марка стали	Требования по стойкости против межкристаллитной коррозии					
	Нет			Есть		
	Тип электрода по ГОСТ 10052	Марка электрода	Температура стенки	Тип электрода по ГОСТ 10052 (марка, ТУ)	Марка электрода	Температура стенки
12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т 12Х18Н9ТЛ 08Х18Н12Б 12Х18Н12Т	Э-04Х20Н9	АНВ-32 ОЗЛ-36	До 450°С	Э-08Х20Н9Г2Б	ЦЛ-11 ЗИФ-9	До 450°С, при этом от 350°С до 450°С после стабилизирующего отжига
	Э-07Х20Н9	ОЗЛ-8 АНВ-29	До 610°С	Э-08Х19Н10Г2Б	ЦТ-15	До 610°С, свыше 350°С после стабилизирующего отжига

Продолжение таблицы 20

Марка стали	Требования по стойкости против межкристаллитной коррозии					
	Нет			Есть		
	Тип электрода по ГОСТ 10052	Марка электрода	Температура стенки	Тип электрода по ГОСТ 10052 (марка, ТУ)	Марка электрода	Температура стенки
08Х18Н10	Э-04Х20Н9 Э-07Х20Н9	АНВ-32 ОЗЛ-36 ОЗЛ-8 ОЗЛ-12	До 610°С	Э-04Х20Н9	АНВ-32 ОЗЛ-36	До 350°С с предварительным подтверждением стойкости против межкристаллитной коррозии
03Х18Н11 02Х18Н11	Э-02Х21Н10Г2	АНВ-34 ОЗЛ-22	До 450°С	Э-02Х21Н10Г2	АНВ-34 ОЗЛ-22	До 350°С
	Э-02Х19Н9Б	АНВ-13		Э-02Х19Н9Б	АНВ-13	До 450°С
03Х19АГ3Н10	Э-02Х19Н9Б	АНВ-13	До 450°С	Э-02Х19Н9Б	АНВ-13	До 350°С
10Х14Г14Н4Т	Э-03Х15Н9АГ4	АНВ-24	До 500°С	Э-08Х20Н9Г2Б	ЦЛ-11	До 350°С
	Э-10Х20Н9Г6С	ЗИФ-1				
	Э-04Х20Н9	АНВ-32 ОЗЛ-36				
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 12Х18Н12М3ТЛ 08Х17Н13М2Т	Э-07Х19Н11М3Г2Ф	ЭА-400/10У	До 450°С	Э-07Х19Н11М3Г2Ф	ЭА-400/10У	До 350°С
	Э-02Х20Н14Г2М2	ОЗЛ-20	До 450°С свыше 450°С до 700°С при условии содержания ферритной фазы не более 6%			
	Э-02Х19Н18Г5АМ3	АНВ-17		Э-09Х19Н10Г2М2Б	НЖ-13 АНВ-36	
	Э-09Х19Н11Г3М2Ф	КТИ-5				
08Х17Н15М3Т	-	-	-	Э-02Х19Н18Г5АМ3	АНВ-17	До 350°С
03Х17Н14М3	-	-	-	04Х23Н27М3Д3Г2Б ТУ 14-4-715	ОЗЛ-17У	До 350°С
				03Х24Н25М3АГ3Д ТУ ИЭС 375	АНВ-37	
03Х21Н21М4ГБ	-	-	-	03Х24Н25М3АГ3 ТУ ИЭС 376 04Х23Н27М3Д3Г2Б ТУ 14-4-715	АНВ-38 ОЗЛ-17У	До 350°С
20Х23Н18	Э-10Х25Н13Г2	ЗИО-8 ОЗЛ-6 ЦЛ-25	До 1000°С	-	-	-

Продолжение таблицы 20

Марка стали	Требования по стойкости против межкристаллитной коррозии					
	Нет			Есть		
	Тип электрода по ГОСТ 10052	Марка электрода	Температура стенки	Тип электрода по ГОСТ 10052 (марка, ТУ)	Марка электрода	Температура стенки
08Х22Н6Т 08Х18Г8Н2Т	Э-04Х20Н9	ОЗЛ-36 АНВ-32	До 300°С	Э-08Х20Н9Г2Б	ЦЛ-11 Л38М ЗИФ-9	До 300°С
				Э-08Х19Н10Г2Б	ЦТ-15	
	Э-07Х20Н9	ОЗЛ-8 ОЗЛ-14		08Х22Н7Г2Б ТУ 1273-088-00187197	ОЗЛ-40	
08Х21Н6М2Т	Э-02Х20Н14Г2М2	ОЗЛ-20	До 300°С	Э-09Х19Н10Г2М2Б	НЖ-13 АНВ-36	До 300°С
	Э-07Х20Н9	ОЗЛ-8 ОЗЛ-14		Э-07Х19Н11М3Г2Ф	ЭА-400/10У ЭА-400/10Т	
				10Х20Н7М2Г2Б ТУ 1273-088-00187197	ОЗЛ-41	
15Х18Н12С4ТЮ	-	-	-	Э-10Х17Н13С4	ОЗЛ-3	До 200°С
02Х8Н22С6	-	-	-	03Х17Н14С5 ТУ 14-4-579	ОЗЛ-24	До 120°С

ПРИМЕЧАНИЯ. 1 Без индекса «Э» указаны типы электродов, не предусмотренные ГОСТ 10052.
2. По разрешению главного сварщика предприятия допускается применять электроды, предназначенные для сварки соединений, обладающих стойкостью против межкристаллитной коррозии, для сварки соединений, к которым не предъявляются требования по стойкости против межкристаллитной коррозии.

5.2.3. Режим сварки рекомендуется выбирать с учетом данных табл. 21 и паспортных данных электродов.

5.2.4. При отсутствии таких данных рекомендуется установить режим пробной сваркой по характеристикам плавления электрода и формирования шва (ГОСТ 9466).

Таблица 21. Режимы сварки

Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А, при положении шва		
	нижнем	вертикальном	потолочном
3	70-100	70-80	70-80
4	120-150	100-120	100-100
5	150-180	130-150	-

5.2.5. Диаметр сварочного электрода принимают согласно указаниям табл. 22.

Таблица 22. Диаметры электродов

Толщина металла, мм	Разделка кромок	Порядковый номер слоя шва (прохода)	Диаметр электрода, мм
2	Без разделки	1	3
3			
3-20	Односторонняя	1 2,3 4 и последующие	3 3-4 4-5
14 и более	Двусторонняя	1	3-4
20 и более	Односторонняя с криволинейным скосом кромок	2 и последующие	4-5
ПРИМЕЧАНИЕ:	При толщине металла менее 3 мм, а также для обеспечения полного проплавления в первом слое односторонних швов большой толщины ручную дуговую сварку рекомендуется заменять аргонодуговой сваркой		

5.2.6. Сварку высоколегированных коррозионностойких сталей выполняют на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

5.3. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем флюса

5.3.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 8713, ГОСТ 11533 или другой действующей нормативной документации и чертежам. Применение других типов сварных швов, удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 291, допускается по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10-115.

При выборе типов швов сварных соединений корпусных элементов сосудов и аппаратов рекомендуется пользоваться указаниями табл. 22.

5.3.2. В зависимости от требований, предъявляемых к сварным соединениям, применяют сварочные проволоки и флюсы, указанные в табл. 23.

5.3.3. С целью предотвращения охрупчивания металла шва сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений, эксплуатирующихся при температуре выше 350°С, должны обеспечивать в металле шва или наплавки содержание ферритной фазы согласно табл. 24.

При заказе сварочной проволоки для указанных целей необходимо регламентировать содержание в ней ферритной фазы в соответствии с указаниями ГОСТ 2246.

Таблица 23. Марки сварочной проволоки и флюсов для автоматической и полуавтоматической сварки коррозионностойких сталей.

Марка стали	Наличие требований по стойкости против межкристаллитной коррозии					
	Нет			Есть		
	Марка проволоки, обозначение стандарта или технических условий	Марка флюса, обозначение стандарта или технических условий	Условия применения	Марка проволоки, обозначение стандарта или технических условий	Марка флюса, обозначение стандарта или технических условий	Условия применения
12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т	Св-06Х19Н9Т Св-04Х19Н9 Св-01Х19Н9 ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087	До 610°С	Св-07Х18Н9ТЮ, Св-05Х20Н9ФБС ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087	До 610°С, при этом от 350°С до 610°С после стабилизирующего отжига
				Св-08Х20Н9С2БТЮ ТУ 14-1-4981		До 350°С
08Х18Н12Б	Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС	АН-26С ГОСТ 9087	До 610°С	Св-05Х20Н9ФБС ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087	До 350°С Свыше 350°С до 610°С после стабилизирующего отжига
03Х18Н11 02Х18Н11	-	-	-	Св-01Х18Н10 ГУ 14-1-2795 Св-01Х19Н9 ГОСТ 2246	АН-18 ГОСТ 9087	До 450°С
10Х14Г14Н4Т	Св-05Х15Н9Г6АМ ТУ 14-1-1595	АН-26С ГОСТ 9087	До 500°С	-	-	-
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н13М2Т	Св-06Х19Н10М3Т Св-04Х19Н11М3 ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	-	Св-06Х20Н11М3ТБ Св-08Х19Н10М3Б ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087. 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	До 350°С
08Х17Н15М3Т	Св-06Х19Н10М3Т Св-04Х19Н11М3 Св-01Х19Н18Г10АМ4 ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087; 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	-	Св-06Х20Н11М3ТБ Св-08Х19Н10М3Б ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087: 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	
03Х17Н14М3	-	-	-	Св-01Х17Н14М2 ТУ 14-1-2795; Св-01Х19Н18Г10АМ4 ТУ 14-1-4981	АН-18 ГОСТ 9087	До 350°С
03Х21Н21М4ГБ	-	-	-	Св-01Х23Н28М3Д3Т ГОСТ 2246		

Продолжение таблицы 23

Марка стали	Наличие требований по стойкости против межкристаллитной коррозии					
	Нет			Есть		
	Марка проволоки, обозначение стандарта или технических условий	Марка флюса, обозначение стандарта или технических условий	Условия применения	Марка проволоки, обозначение стандарта или технических условий	Марка флюса, обозначение стандарта или технических условий	Условия применения
08Х22Н6Т 08Х18Г8Н2Т	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087	До 300°С	Св-06Х21Н7БТ (ЭП-500) ТУ 14-1-4981, Св-07Х18Н9ТЮ. Св-05Х20Н9ФБС ГОСТ 2246 Св-08Х20Н9С2БТЮ ТУ 14-1-4981	АН-26С ГОСТ 9087, 48-ОФ-6 ОСТ 5 9206	До 300°С
08Х21Н6М2Т	Св-04Х19Н11М3 Св-06Х19Н10М3Т ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087 48-ОФ-6 ОСТ 5 9206		Св-08Х19Н10М3Б. Св-06Х20Н11М3ТБ ГОСТ 2246. Св-03Х24Н6АМ3 ТУ 14-1-4372		

ПРИМЕЧАНИЯ:
1 Применение сварных соединений из сталей марок 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н13М2Т при температуре выше +600°С должно быть согласовано со специализированной научно-исследовательской организацией.
2. Для сварки металла толщиной более 30 мм с требованиями стойкости против межкристаллитной коррозии срединные слои выполнять проволокой, предназначенной для сварки без требований стойкости против межкристаллитной коррозии, из-за возможности получения горячих трещин в процессе сварки высоколегированными проволоками

Таблица 24. Допускаемое содержание ферритной фазы в металле шва или наплавленном металле

Марка сварочной проволоки	Температура эксплуатации соединения, °С	Содержание ферритной фазы, %, не более
Св-07Х18Н9ТЮ Св-07Х19Н10Б Св-07Х25Н13 Св-07Х25Н12ТЮ Св-04Х19Н11М3 Св-06Х19Н10М3Б Св-08Х19Н10М3Б Св-06Х19Н10М3Т Св-06Х19Н10М3ТБ	до 350	не ограничивается
	свыше 350 до 450	10
	свыше 500 до 550	8
	свыше 550	6
Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х20Н9С2БТЮ	до 350	не ограничивается
	свыше 350 до 450	10
	свыше 450 до 550	6
	свыше 550	4

ПРИМЕЧАНИЯ:
1 Контроль ферритной фазы сварочных проволок рекомендуемых настоящим разделом стандарта и не перечисленных в таблице, следует определять при наличии указаний в проекте или технических условиях на сосуд (сборочную единицу).
2. В зависимости от ответственности конструкций, температурных условий эксплуатации и предусмотренных мер по предотвращению последствий охрупчивания сварных соединений (проявляющегося в основном при снижении температуры) и технически обоснованных случаях допускается более высокое содержание ферритной фазы, в частности для сварных швов ненагруженных внутренних устройств.

5.3.4. Для прихватки деталей при сборке применять электроды, указанные в табл. 19. Допускается выполнение прихватки аргонодуговой сваркой сварочными материалами, указанными в табл. 27.

5.3.5. Перед началом сварки необходимо удалить конец окисленной сварочной проволоки.

5.3.6. Режимы автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюса приведены в табл. 25 и 26.

Примечание.

Приведенные режимы сварки можно скорректировать в зависимости от типа соединения, наличия разделки кромок, качества сборки, наличия или отсутствия подкладки, положения шва в пространстве и т.д.

Таблица 25. Режимы автоматической сварки под флюсом коррозионностойких сталей

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	Величина вылета проволоки, мм
5-8	4	520-550	32-34	35	49,5	40-50
10	4-5	560-600	34-36	35	55,5	40-50
12	4-5	625-650	34-38	31	60,0	40-50
14	4-5	650-675	36-38	31	64,0	40-50
16	4-5	700-725	36-38	25	70,0	40-50
18	5	725-750	38-40	25	75,0	40-50
20	5	725-750	38-40	25	75,0	40-50
22-50	5	750-775	38-42	25	81,0-95,0	40-50

Таблица 26. Режимы полуавтоматической сварки под флюсом коррозионностойких сталей

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	Величина вылета проволоки, мм
4-6	2	170-220	30-32	18-30	79-101	25
8		230-300	32-34		126-152	
10		300-360	34-36		191-250	
12		370-420	36-38		306-378	
14-20		430-460	38-40		472	
22-30		470-500	40-42		600	

5.4. Сварка в среде защитных газов

5.4.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры швов должны соответствовать ГОСТ 14771, ГОСТ 23518, для труб – ГОСТ 16037 или другой действующей нормативной документации и чертежам. Применение других типов сварных швов, удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 291, допускается по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10-115.

5.4.2. В качестве защитных газов следует применять аргон, гелий и их смеси, а также аргон или гелий с примесью кислорода (до 3%) или углекислого газа (до 5%) для улучшения стабильности дуги и формирования шва, повышения производительности сварки и др. технических целей.

Применение углекислого газа допускается для выполнения сварных соединений, работающих преимущественно в слабо коррозионных средах., в соответствии с указаниями настоящего раздела стандарта и документации на изделие.

Другие решения по применению защитных газов и их смесей могут быть предусмотрены соответствующей нормативной документацией, согласованной в установленном порядке.

5.4.3. В качестве присадочного материала применять сварочную проволоку, указанную в табл. 27.

Во всех целесообразных случаях (выполнение первого прохода с полным проплавлением, сварка тонкого металла и др.) рекомендуется применять сварку без присадочного металла. Сварные соединения, выполненные без присадочного металла, допускаются для эксплуатации в условиях, указанных в табл. 27, для сварных соединений данной марки стали, выполненных с применением любой из рекомендуемых марок сварочной проволоки.

5.4.4. В зависимости от конструктивных особенностей изделий, протяженности и конфигурации швов, а также оснащенности сварочным оборудованием и технологической оснасткой применяют следующие способы сварки:

- ручная дуговая сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродам (в аргоне, гелии или их смеси), с присадочным металлом или без него;
- автоматическая сварка неплавящимся электродом (в аргоне, гелии или их смеси) с присадочным металлом или без него;
- полуавтоматическая и автоматическая сварка плавящимся электродом (в аргоне, гелии или их смеси, а также в углекислом газе в случаях, указанных в п.5.4.2. и табл. 27.

5.4.5. При выборе метода сварки в среде защитных газов следует учитывать, что сварку неплавящимся электродом (ручную и полуавтоматическую) рационально применять при толщине металла 0,5-3,0 мм, а сварку плавящимся электродом при толщине от 2,5 мм и более.

Во всех возможных случаях следует отдавать предпочтение автоматической сварке, обеспечивающей наилучшее качество швов при высокой производительности.

5.4.6. Сварку неплавящимся вольфрамовым электродом (ручную и автоматическую) выполняют на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде) или на переменном токе с наложением тока высокой частоты от осцилляторов (ОС-1, ОСП-3-1 или др.). Угол наклона вольфрамового электрода к свариваемому изделию должен составлять: при автоматической сварке - 75-80°, при ручной – 60-80°, а угол между электродом и присадочной проволокой - 90°.

5.4.7. Сварку плавящимся электродом (автоматическую и полуавтоматическую) выполняют на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

5.4.8. В качестве неплавящегося электрода следует применять прутки вольфрамовые лантанированные по ТУ 48-19-27, ГОСТ 23949.

Рабочий конец электрода должен быть заточен на конус на длине 10-15 мм. Электрод следует осматривать перед выполнением каждого прохода сварного шва и заменять (производить заточку) при обнаружении разрушения или загрязнений.

Таблица 27. Сварочные материалы для сварки в среде защитных газов коррозионностойких сталей

Марка стали	Марка проволоки, обозначение стандарта или технические условия	Защитный газ и обозначение стандарта	Условия применения, температура эксплуатации сварных соединений	
			Без требований стойкости против межкристаллитной коррозии	При наличии требований стойкости против межкристаллитной коррозии
08Х18Н10	Св-04Х19Н9 Св-01Х19Н9 ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157 или смесь аргона с углекислым газом ГОСТ 8050	До 610°С	Не допускается
12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т	Св-01Х19Н9 Св-04Х19Н9 ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157 или смесь аргона с углекислым газом ГОСТ 8050	До 610°С	Не допускается
	Св-06Х19Н9Т Св-07Х19Н10Б Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС ГОСТ 2246		До 610°С	До 350°С Свыше 350°С до 610°С после стабилизирующего отжига
	Св-08Х20Н9С2БТЮ ТУ 14-1-4981	Углекислый газ ГОСТ 8050	-	До 350°С
08Х18Н12Б	Св-06Х19Н9Т Св-07Х19Н10Б Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157	До 610°С	До 350°С
03Х18Н11, 02Х18Н11	Св-01Х18Н10 ТУ 14-1-2795		До 450°С	До 450°С
03Х19АГ3Н10	Св-01Х18Н10 ТУ 14-1-2795	Аргон ГОСТ 10157	До 450°С	До 350°С без требования равнопрочности сварных соединений основному металлу
10Х14Г14Н4Т	Св-05Х15Н9Г6АМ ТУ 14-1-1595	Аргон ГОСТ 10157	До 500°С	До 350°С
03Х21Н21М4ГБ	Св-01Х23Н28М3Д3Т ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157	-	До 350°С
08Х17Н15М3Т	Св-01Х17Н14М2 ТУ 14-1-2795			
03Х17Н14М3	Св-01Х19Н18Г10АМ4 ТУ 14-1-4981			

Продолжение таблицы 27

Марка стали	Марка проволоки обозначение стандарта или технические условия	Защитный газ и обозначение стандарта	Условия применения температура эксплуатации сварных соединений	
			Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	При наличии требования против межкристаллитной коррозии
08Х21Н6М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н13М2Т	Св 06Х19Н10М3Т Св 06Х20Н11М3ТБ Св 08Х19Н10М3Б *ГОСТ 2246* Св 01Х19Н18Г10АМ4 ТУ 14 1-4981	Аргон ГОСТ 10157 или смесь аргона с углекислым газом ГОСТ 8050	До 700°С	До 350°С
15Х18Н12С4ТЮ	Св 15Х18Н12С4ТЮ ТУ 14 1 2795	Аргон ГОСТ 10157		До 200°С
02Х8Н22С6	Св 02Х8Н22С6 ТУ 14 1 3233 Св 01Х12Н10С6Ц ТУ 14 1 3952			
01Х14Н19С6Б	Св 01Х12Н10С6Ц (ЭК 76) ТУ 14 1 3952	Аргон ГОСТ 10157		До 200°С
02Х25Н22АМ2	Св 01Х23Н23М3Т	Аргон ГОСТ 10157		До 350°С
08Х22Н6Т 08Х18Г8Н2Т	Св 06Х21Н7БТ ТУ 14 1-4981 *Св 07Х19Н10Б* Св 07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157	До 600 С	До 300°С
	Св 04Х19Н9 Св 06Х19Н9Т ГОСТ 2246			
	Св 08Х20Н9С2БТЮ ТУ 14 1-4981	Углекислый газ ГОСТ 8050		
08Х21Н6М2Т	Св 04Х19Н11М3 Св 06Х19Н10М3Т	Аргон ГОСТ 10157 Гелий по ТУ 51 940 (высокой чистоты)	До 600°С	До 300°С
	Св 06Х19Н10М3Б Св 08Х19Н10М3Б Св 06Х20Н11М3ТБ			
10Х23Н18 20Х23Н18	Св 07Х25Н13 ГОСТ 2246 Св 08Х25Н20С2Р1 ТУ 14 1-4981	Аргон ГОСТ 10157 Гелий по ТУ 51 940	До 1000°С	

5.4.9 Для уменьшения степени окисления металла и получения качественного сварного шва процесс сварки в среде защитных газов следует вести с максимально возможной скоростью при минимальной поверхности сварочной ванны

5.4.10 *Перемещение электрода и присадочной проволоки в процессе сварки* должно быть равномерно поступательным. При ручной сварке допускаются возвратно поступательные перемещения присадочной проволоки без вывода ее из зоны защитного газа. Поперечные колебания не рекомендуются.

5.4.11 Сварку следует вести без перерывов. В случае вынужденного перерыва перекрывать ранее наложенный шов на 10–20 мм.

5.4.12 После обрыва дуги по окончании сварки подачу защитного газа прекратить после некоторого остывания металла и электрода (через 5–10 с) для предупреждения *недопустимого окисления*.

5 4 13 Рабочее давление защитного газа рекомендуется в пределах 0 01 0 03 МПа

5 4 14 При автоматической сварке неплавящимся электродом дугу возбуждать замыканием дугового промежутка графитовым или угольным стержнем При ручной сварке предварительно разогревать электрод на графитовой или медной пластине после чего дуга легко возбуждается на изделии без соприкосновения с металлом Допускается не разогревать электрод при ручной сварке на постоянном токе а возбуждать дугу легким прикосновением к изделию и последующим отводом электрода

5 4 15 Режимы сварки в среде аргона приведены в табл 28

Примечание Приведенные режимы сварки могут быть скорректированы в зависимости от типа соединения наличия разделки кромок качества сборки наличия или отсутствия подкладки положения шва в пространстве и т д

5 4 16 При изготовлении тонкостенных изделий (до 2 2 5 мм) рекомендуется производить сборку и сварку в специальных приспособлениях уменьшающих коробление Прихватку тонкостенных изделий следует выполнять преимущественно со стороны противоположной основному шву Шаг прихваток должен составлять при толщине металла до 3 мм 30 70 мм при толщине более 3 мм 50 200 мм

Таблица 28 Режимы сварки в среде аргона коррозионностойких сталей

Способ сварки	Толщина свариваемого металла мм	Число проходов	Диаметр проволоки мм	Сварочный ток А	Напряжение дуги В	Скорость сварки м ч	Расход аргона в горелку л мин
Ручная дуговая неплавящимся электродом	2 6 6 12 12 20	1 2 2 6 6 16	1 6 2 0 2 0 3 0 3 0-4 0	50 80 80 120 120 200	10 11 10 11 10 11	-	6 8 8 10 10 12
Полуавтоматическая дуговая плавящимся электродом	2 5 3 0 4 0 6 0 8 0 10 0	1 1 1 1 2 2 2	1 0 1 1 6 1 1 6 1 6 2 0 1 6 2 0 2 0	140 180 0 260 160 300 270 320 320 360 290 380	20 25		6 8 6 8 7 9 9 12 11 15 12 17
Автоматическая дуговая плавящимся электродом	2 5 3 0 4 0 6 0 8 0 10 0	1 1 1 1 2 2 2	1 6 2 0 1 6 2 0 2 0 2 5 2 0 2 5 2 0 3 0 2 0 0	160 240 200 280 220 320 280 360 300 380 320-440	20 30	20-40 20-40 20-40 15 30 15 0 15 30	6 8 6 8 7 9 9 12 11 15 12 17

ПРИМЕЧАНИЕ Режимы приведены для стыковых соединений со стандартной подготовкой кромок

5 5 Автоматическая сварка под слоем флюса с гранулированной присадкой

5 5 1 Настоящие рекомендации распространяются на сварку сталей 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10 12Х18Н9 03Х21Н21М4ГБ Допускается использование настоящих рекомендаций для разработки технологии сварки других сталей

5 5 2 Автоматическую сварку под слоем флюса с гранулированной металлической присадкой засыпаемой в разделку кромок и зазор между кромками рекомендуется применять с целью увеличения производительности процесса, а также как средство способствующее повышению стойкости сварных соединений против горячих трещин

5 5 3 Гранулированную присадку (крошку) изготовлять из сварочной проволоки диаметром 1 6 2 0 мм на металлорежущих (фрезерных и др) станках с помощью соответствующих приспособлений и подающих механизмов Длина гранул рекомендуется в пределах 1 5 2 5 мм

5 5 4 В качестве материала для гранулированной металлической присадки применять сварочную проволоку марок соответствующих маркам основного металла

В качестве сварочных материалов применять сварочную проволоку и флюсы указанные в табл 23

5 5 5 Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать табл 29 Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 291 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

5 5 6 Прихватку свариваемых кромок производить ручной дуговой или аргонодуговой сваркой с применением электродов или сварочных проволок указанных в табл 20 и 27 Для стали 03Х21Н21М4ГБ предпочтительнее выполнять прихватку аргонодуговой сваркой В случае необходимости дуговой прихватки применять электроды АНВ 28 ОЗЛ 17У П без ниобия в покрытии а для стали 03Х21Н21М4ГБ также электрод АНВ 17

5 5 7 Сварку производить на постоянном токе обратной полярности Режимы сварки принимают по табл 30 с корректировкой применительно к конкретным производственным условиям путем пробной сварки и контроля качества соединений

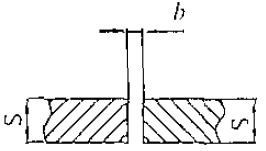
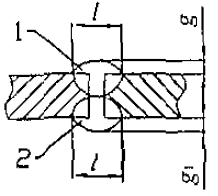
5 5 8 Вылет электрода при сварке устанавливать в пределах 30 40 мм

5 5 9 Дозировку и засыпку металлической крошки производить специальными дозаторами укрепленными на сварочном автомате Допускается засыпать крошку вручную

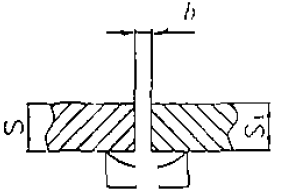
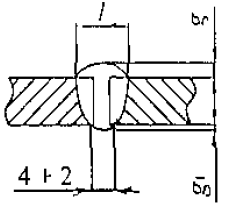
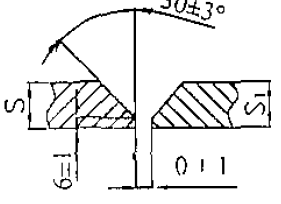
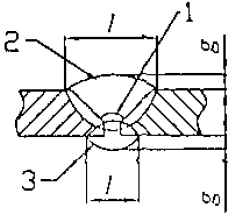
5 5 10 Первые проходы при автоматической сварке выполнять на флюсовой подушке остающейся подкладке по расплавляемой вставке или ручной подварке

5 5 11 Для предотвращения снижения стойкости металла шва против межкристаллитной коррозии вследствие повторных нагревов предпочитать технологию сварки с минимальным числом проходов

Таблица 28 Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов, выполняемых автоматической сваркой с гранулированной присадкой (крошкой) коррозионностойких сталей

Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполняемого шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм			
		подготовки кромок	выполняемого шва	S – S	b	l – l	g – g
Ск 1Л	Стыковой двусторонний шов без скоса кромок на флюсовой подушке 1 первый слой с крошкой 2 второй слой без добавления крошки			12	3±1	22±4	2,5±1
				14			
				16	4±1	25±5	
				18			
				20	5±1	26±6	2,5
				24			
				30	6±1,5		
				36	7±1,5	30±8	
				40	8±1,5		
				45	9±2	36±10	
				50	10±2		

Продолжение табл. 28

Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм			
		подготовки кромок	выполненного шва	S – S	b	$l - l$	$g - g$
Ск 2Л	Стыковой односторонний шов *без скоса кромок на флюсовой* подкладке			8	3±1	20±4	1 0±1
				10			
				12	4±1	22±4	2 5±1
Ск 3Л	Стыковой двусторонний шов со скосом двух кромок с предварительной ручной подваркой 1 - ручная подварка 2 - второй слой с крошкой 3 - третий слой без крошки			12	2±1	16±3	2 5±1
				14		16±4	
				16	3^{+1}_{-2}	22±5	$2\,5^{+2}_{-1}$
				18			
				20			
				22		24±5	
				24			

Продолжение таблицы 28

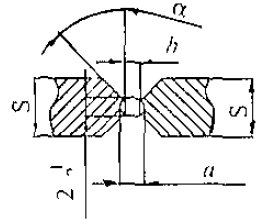
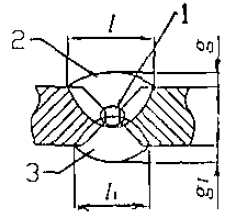
Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы		Размеры, мм			
		подготовки кромок	выполненного шва	$S = S$	b	$l = l$	$g = g$
С4 4Л	Стыковой двусторонний шов со скосом двух кромок с предварительной ручной подваркой 1 - ручная подварка с заплетом проволоки в узор, 2 - второй слой с крошкой 3 - третий слой с крошкой			16	3±1	18±1	$2{,}5^{+2}_{-1}$
				18		20±1	
				20	4±1		
				22		22±1	
				24			
				26			
				28			
				30		25±5	
				36			
				40		30±6	
				45			
				50		36±8	

Таблица 30 Режимы автоматической сварки под флюсом аустенитных сталей с применением гранулированной присадки (крошки)

Условное обозначение шва по табл 29	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Номер слоя в шве	Относительное количество крошки $G_{кр}/G_{пр}$	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки м/ч
Ск1	12	4	1 2	0 1 0	510 550	34 36	24 26
	14			0 1 0	530, 590	34 36	24 26
	16			0 2 0	590 650	36 38	22 24
	18	5	1 2	0 2 0	700 750	37 39	32, 34
	20			0 25 0	750, 800	38-40	30 32
	25			0 2 0	800 850	39-41	28 30
	30			0 0	850 900	40-42	24 26
	36			0 3 0	900 950	41-43	24 26
	40			0 4 0	950 1000	42-44	22 24
	45				1050 1100	44-46	22 24
	50				1150 1200	46 48	20 22
Ск2	8	3	1	0 1	480	30 34	27
	10	4	1	0 15	630	32 34	22
	12			0 2	650	32 34	20
Ск3	12	4	2 3	0 8 0	530 580	34 36	28 30
	14			1 0 0	570 630	36 38	25 32
	16			1 2 0	600 680	36 38	24, 32
	18	5	2 3	0 8 0	700 750	38-40	28 32
	20			1 0 0	750 800	38-40	28, 32
	22			1 1 0	780 850	38-40	26 30
	24			1 2 0	800 850	38-40	26 30
Ск4	16	4	2 3	0 8 1 0	500 550		28 30
	18			0 6 0 8	550 600	36 38	28 30
	20			0 4 0 6	550 600		24 28
	22			0 8 1 0	600 650	38-40	24 26
	24			0 6 0 8	650 700	40-42	22 24
	26			1 0 1 2	700 750	42 44	22 24
	28			0 4 0 6	650 700	40-42	18 20
	30			0 6 0 8	700 750		18 20
	35	5	2 3	0 6 0 8	900 950	42 44	24 26
	40			0 8 1 0	900 950		22 24
	45			0 6 0 8	1000 1050	44-46	22 24
	50			0 8 1 0	1050 1000	46-48	20 22

ПРИМЕЧАНИЕ $G_{кр}$ – количество засыпаемой крошки
$G_{пр}$ количество расплавляемой проволоки

5 6 Электрошлаковая сварка

5 6 1 Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 15164 или другой действующей нормативной документации и чертежам Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 291 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

5 6 2 Собранные под сварку детали и сборочные единицы следует прихватывать электродами которые применяют для ручной дуговой сварки данной стали

5 6 3 При электрошлаковой сварке коррозионностойких сталей следует применять сварочные материалы указанные в табл 31

5 6 4 Рекомендуемые режимы сварки коррозионностойких сталей указаны в табл 32

Таблица 31 Сварочные материалы при электрошлаковой сварке коррозионностойких сталей

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246	Марка флюса	Условия применения
08Х18Н10Т 12Х18Н9Т 12Х18Н10Т	Св 04Х19Н9 Св 01Х19Н9	АН 26с по ГОСТ 9087- 48 ОФ 6 по ОСТ 5 9206 или им равноценные ФЦ 21 по ОСТ 24 948 02	До 610°С при отсутствии требовании по стойкости металла шва против межкристаллитной коррозии
	Св 07Х19Н10Б Св 05Х2СН9ФБС Св 06Х19Н9Т Св 08Х19Н9Ф2С2	АН 45 по ГОСТ 9087- АН 9 (АН 9У) ТУ ИЭС 201 ФЦ 18 по ОСТ 108 948 02 ФЦ 21 по ОСТ 24 948 02	До 350°С при наличии требовании против межкристаллитной коррозии До 700°С при отсутствии требовании стойкости против межкристаллитной коррозии
08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Св 01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП 690) по ТУ 14 1-4981 Св 03Х19Н15Г6М2АВ2 ТУ 14 1 1595 Св 06Х20Н11М3ТБ		
ПРИМЕЧАНИЕ	Стойкость сварных соединении против межкристаллитной коррозии обеспечивается в состоянии после сварки		

Таблица 32 Режимы электрошлаковой сварки коррозионностойких сталей

Толщина свариваемого металла мм	Сварочный ток А на 1 электрод	Напряжение В	Глубина шлаковой ванны мм	Сухой вылет электрода	Скорость поперечных колебаний м/ч	Время выдержки в позиции с	Скорость подачи проволоки м/ч	Количество электродов
36 40	480 520	42–44	40 50	50 60			240 280	1
41 100	500 580	42 44	50 55	60	40	2 3	220 240	1(2)
102 200	550-420	44–46	55	60 65	30-40	3 4	200 270	2(3)
ПРИМЕЧАНИЕ	В скобках указано допускаемое количество электродов Рекомендуемый диаметр электрода – 3 мм							

6 СВАРКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ ФЕРРИТНОГО И МАРТЕНСИТО ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ

6 1 При проектировании сварных конструкций и разработке технологического процесса сварки следует учитывать отличительные особенности стандартных марок (по ГОСТ 5632) хромистых сталей (особенно марок 08Х17Т и 15Х25Т) по табл 33

высокий порог хладноломкости стали *находящийся обычно в области* положительных температур,

- склонность к значительному охрупчиванию (дополнительному повышению порога хладноломкости) в околошовной зоне,
- низкая пластичность и вязкость металла шва, выполненного сварочными материалами аналогичного со сталью химического состава

невозможность устранения охрупчивания термической обработкой

6 2 При назначении сталей для сварных конструкций в проектах должны быть учтены допускаемые условия по применению по ОСТ 26 291

6 3 Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов должны соответствовать для ручной дуговой сварки – ГОСТ 5264 и ГОСТ 11534 для автоматической дуговой сварки под флюсом – ГОСТ 8713 и ГОСТ 11533 для аргонодуговой сварки – ГОСТ 14771 и другой действующей нормативной документации и чертежам *Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям* ОСТ 26 291, допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10-115

6 4 Материалы для сварки (электроды флюс сварочную проволоку) следует выбирать в зависимости от марки свариваемой стали условий эксплуатации изделия и требований предъявляемых к сварным соединениям (табл 33)

6 5 Во избежание образования в сварных соединениях трещин сварку, гибку *правку и все операции связанные с приложением ударных нагрузок, следует выполнять с* подогревом до 150 - 250°С

6 6 Шлак в швах ферритных сталей обивают при температуре 100 - 150°С во избежание растрескивания в зоне термического влияния

6 7 Ручную сварку ферритных сталей выполняют короткой дугой без поперечных колебаний электрода в разделке

6 8 При ручной аргонодуговой сварке стали 07Х16Н6 неплавящимся электродом в *качестве присадочного металла использовать проволоку Св-03Х12Н9М2С-ВИ по* ТУ 14-1-3013 для сварных соединений без последующей (после сварки) термической обработки и проволоку Св 07Х16Н6 по ТУ 14-1-997 для сварных соединений с последующей термической обработкой

6 9 Сварные соединения стали 07Х16Н6 для предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии и повышения прочности обязательно подвергают термической обработке закалке при 1000 1050°С в воде обработка холодом при минус 70°С в течение 2 ч и старению при 300 400°С в течение 1 ч

Таблица 33 Материалы применяемые для сварки хромистых сталей ферритного и мартенсито ферритного классов

Марка свариваемой стали	Свойства сварных соединений	Материалы для сварки			
		ручной дуговой	аргонодуговой	автоматической	под флюсом
		Тип электрода по ГОСТ 10052 и марка электрода	Проволока сварочная по ГОСТ 2246	Проволока сварочная по ГОСТ 2246	Флюс
08Х13	Равнопрочность (в том числе длительная прочность при температурах до 350°С) без требования стойкости против межкристаллитной коррозии (в состоянии после сварки) пониженная пластичность и вязкость металла шва и сварных соединений	Э-12Х13 (ЛМЗ-1 УОНИ-13/НЖ, 12Х13 АНВ-1 и др.)	Св-12Х13 Св-08Х14ГНТ	Св-12Х13 Св-08Х14ГНТ	АН-18 ГОСТ 9087 АН-26с ГОСТ 9087 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206
08Х13 08Х17Т 14Х17Н2 15Х25Т	Пластичность металла шва, без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6, ЦТ-25 и др.)	Св-07Х25Н13 Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ	Св-07Х25Н13 Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ	АН-26с 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206 АН-18 ГОСТ 9087
08Х17Т	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии в состоянии после сварки низкая пластичность и вязкость шва и сварных соединений жаростойкость до 800°С	Э-10Х17Т (УОНИ-10Х17Т)	Св-10Х17Т	Св-10Х17Т	48-ОФ-6 ОСТ 5.9206
08Х17Т 12Х17Т	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии пластичность металла шва низкая и вязкость околошовной зоны	Э-10Х25Н13Г2Б (ЦЛ-9-ЗНО ЭА-48М/22 и др.) 10Х20Н15ФБ (АНВ-9) 10Х20Н15Б (АНВ-10) Э-08Х20Н9Г2Б (ЦЛ-11) Э-10Х (ЦЛ-Г5Ь (ЦЛ-9, АНВ-35)	Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ	Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ	АН-26с ГОСТ 9087 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206
14Х17Н2	Равнопрочность (в том числе длительная прочность) без требования стойкости против межкристаллитной коррозии и жаростойкость до температуры 800°С при соблюдении требований пластичности без термической обработки	10Х18Н2 (АНВ-2)	Св-08Х14ГНТ	Св-08Х14ГНТ	АН-26с ГОСТ 9087 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206

ПРИМЕЧАНИЕ Без индекса Э указаны нестандартные типы электродов

7 СВАРКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

7 1 Специальные требования

7 1 1 Сварные соединения сплавов 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ и ХН30МДБ должны отвечать требованиям по стойкости против межкристаллитной коррозии и испытаны по методу В и ВУ ГОСТ 6032

7 1 2 Сплавы марок 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ и ХН30МДБ обладают склонностью к образованию горячих трещин в металле сварного шва, поэтому при отработке технологического процесса сварки сплавов металл сварного шва должен быть *испытан на стойкость против горячих трещин в соответствии с ГОСТ 26389*

7 1 3 В соответствии с п 3 11 3 ОСТ 26 291 в металле сварных швов сплавов 06Н28МДТ и 03ХН28МДТ допускаются микронадрывы протяженностью не более 2 мм (по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией)

7 1 4 Основными мерами и технологическими приемами предотвращения горячих трещин сплавов являются

- усовершенствование конструкций сварных соединений в т ч поиск возможности замены угловых и тавровых соединений на стыковые с разделкой

возможное уменьшение толщины свариваемых деталей общей толщины шва и количества проходов

выполнение сварки специально подготовленными сварщиками

- сварку следует выполнять многослойно узкими валиками ограниченного компактного сечения без поперечных колебаний электрода с возможно большей скоростью

- при возможности применять композитные швы с переменным хи составом по сечению шва

- для предотвращения дефектов сварочную проволоку непосредственно перед сваркой необходимо зачистить шкуркой до металлического блеска и промыть ацетоном или другими растворителями

- при многослойной сварке каждый проход выполняют после охлаждения предыдущего до температуры ниже 100°С,

- поверхность каждого наплавленного валика перед наложением последующего слоя зачищать механическим способом (рекомендуется абразивным кругом или щетками из нержавеющей стали) и обезжирить,

швы обращенные к агрессивной среде, для повышения их коррозионной стойкости во всех возможных случаях, рекомендуется выполнять в последнюю очередь или за один проход

- тщательная заварка кратеров швов и прихватка швов до образования выпуклой поверхности Выводить кратеры на основной металл запрещается

- угловые и тавровые швы предпочтительно выполнять с разделкой и полным проплавлением без конструктивного зазора что исключает возможность образования сквозных горячих трещин

- для исключения трещин в кратерах необходимо обеспечить их полное заполнение с образованием выпуклой поверхности

7 1 5 Для предотвращения горячих трещин следует

- ручную дуговую и аргонодуговую сварку как плавящимся так и неплавящимся электродом рекомендуется выполнять при минимальной длине дуги, без поперечных колебаний

автоматическую сварку под флюсом производят на пониженной скорости с минимальным числом проходов

в случае вынужденного обрыва дуги до ее повторного возбуждения необходимо убедиться в отсутствии горячей кратерной трещины, при наличии такой трещины кратер удалить механическим способом

7 2 Ручная дуговая и автоматическая сварка

7 2 1 Конструктивные элементы подготавливаемых кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264 и ГОСТ 11534 для труб – ГОСТ 16037 или другой действующей нормативной документации и чертежам Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 291 допускается по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

7 2 2 Сварку и прихватку выполнять электродами, указанными в табл 34

7 2 3 Режим сварки должен соответствовать указаниям паспортов, технических условий или этикеток на электроды При отсутствии таких данных рекомендуется установить режим пробной сварки по характеристикам плавления электрода и формирования по ГОСТ 9466 принимая силу сварочного тока в пределах, указанных в табл 3

Таблица 34 Сварочные материалы для сварки коррозионностойких сплавов на железоникелевой основе

Марка свариваемых сплавов	Тип электродов по ГОСТ 10052 (марка электрода)	Марка сварочной проволоки технические условия	Допускаемая температура эксплуатации °С
06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	03Х24Н27М3АГ3Д (АНВ 37) ТУ НЭС 375 04Х23Н27М3Д3Г2Б (ОЗЛ 173) ТУ 14-4 715 04Х25Н26М3Д3Г2Б (ОЗЛ 37 2) ТУ 14 4 1276	Св 01Х23Н28М3Д3Т (ЭП516) ГОСТ 2246 Св 03Х25МДГБ (ЭП 978) ТУ 14 1 2671	До 350°С
ХН30МДБ		Св ХН30МДБ ВИ (ЭК 77 ВИ) ТУ 14 1-4998	До 750 С
ХН32Т	Э27Х15Н35В3Г2Т2 (КТИ 7А)	Св 30Х15Н35В3Б3Т ГОСТ 2246	До 900°С

Таблица 35 Режим сварки

Диаметр электродов мм	Сварочный ток, А при положении шва		
	нижнем	вертикальном	потолочном
3 4 5	70 100 120 150 150 180	70 80 100 120 130 150	70 80 100 100

7 2 4 Диаметр сварочного электрода применяют согласно указаниям табл 36

Таблица 36 Диаметры электродов

Толщина металла мм	Разделка кромок	Порядковый номер слоя шва (прохода)	Диаметр электрода мм
2 3	Без разделки	1	3
3 20	Односторонняя	1 2 3 4 и последующие	3 3-4 4 5
14 и более	Двусторонняя	1	3-4
20 и более	Односторонняя с криволинейным скосом кромок	2 и последующие	4 5
ПРИМЕЧАНИЕ	При толщине металла менее 3 мм а также для обеспечения полного проплавления в первом слое односторонних швов большой толщины ручную дуговую сварку рекомендуется заменять аргонодуговой сваркой		

7 2 5 Сварку сплавов выполняют на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде)

7 2 6 Автоматическую сварку выполняют по конструктивным элементам подготовленных кромок и размерам сварных швов в соответствии с ГОСТ 8713 ГОСТ 11533 или другой действующей нормативной документацией и чертежами

7 2 7 Марки сварочной проволоки для автоматической сварки сплавов марок 03ХН28МДТ и 06ХН28МДТ принимают согласно табл 37

Таблица 37 Сварочные материалы для автоматической сварки коррозионностойких сплавов на железоникелевой основе

Марка свариваемой стали	Марка проволоки По ГОСТ 2246	Марка флюса	Допускаемая температура эксплуатации и условия применения	
			Без требований стойкости против межкристаллитной коррозии	При наличии требований стойкости против межкристаллитной коррозии
03ХН28МДТ (ЭП 516) 06ХН28МДТ (ЭИ 943)	Св 01Х24Н2[illegible]ГТАМ5Д (ЭК 7[illegible]) ТУ 14 1 3959 Св 03ХН2[illegible]МДГБ (ЭП 978) ТУ 14 1 2[illegible]71 Св 01Х23Н28М3Д3Т	АН-18 ГОСТ 9087	-	До 350°С

7 2 8 Автоматическую сварку сплавов 06ХН28МДТ и 03ХН28МДТ под слоем флюса с гранулированной присадкой следует выполнять в соответствии с указанием и рекомендациями изложенными в разделе 5 5 настоящего отраслевого стандарта

7 2 9 Для прихватки деталей при сборке применять электроды указанные в табл 33 Допускается выполнение прихватки ручной аргонодуговой сваркой с применением сварочной проволоки приведенной в табл 34 Перед началом сварки необходимо удалить конец окисленной сварочной проволоки

7 2 10 Режимы автоматической сварки под слоем флюса приведены в табл 38

Таблица 38 Режимы автоматической сварки под флюсом высоколегированных коррозионностойких сталей на железоникелевой основе

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Сварочный ток А	Напряжение на дуге В	Скорость сварки м ч	Скорость подачи сварочной проволоки ч	Величина вылета проволоки мм
5 8	4	520 550	32 34	30	49 5	40 50
10	4 5	560 600	34 36	35	55 5	40 50
12	4 5	625 650	34 38	31	60 0	40 50
14	4 5	650 675	36 38	31	64 0	40 50
16	4 6	700 725	36 38	25	70 0	40 50
18	5	725 750	38-40	25	75 0	40 50
20	5	725 750	38-40	25	75 0	40 50
22 30	5	750 775	38-42	25	81 0	40 50

7 3 Аргонодуговая сварка

7 1 Ручную аргонодуговую сварку следует выполнять неплавящимся вольфрамовым электродом на постоянном токе прямой полярности

7 3 2 В качестве неплавящегося электрода применять вольфрамовые прутки лантанированные по ТУ 48 19 27 ГОСТ 23949 диаметром 2 3 4 мм

7 3 3 Вольфрамовые электроды должны быть заточены на острый конус на длине 10 15 мм (при диаметре 3 4 мм) Перед каждым проходом следует осматривать заточку и при обнаружении разрушения или загрязнения конца вольфрамового электрода заменять его или производить восстановление заточки

При сварке угол наклона вольфрамового электрода по отношению к изделию должен составлять 60 70° а угол присадочной проволоки 90°

7 4 В качестве защитных газов применять аргон высшего или первого сорта по ГОСТ 10157

7 3 5 *Сварочную проволоку использовать для сварки согласно табл 34*

6 Кромки под сварку после резки на ножницах и кромки заготовок в штампах механически обработать на глубину не менее для толщины листа S 1-3 мм - 1S, 3 8 мм – 0 8S 6 10 мм 0 6S 10 20 мм 0 5S а после плазменной резки на глубину не менее 2 мм от максимальной впадины

7 3 7 При выполнении первого (корневого) прохода необходимо обеспечить полное проплавление кромок с образованием обратного валика Рекомендуется первый *(корневой) шов выполнять без присадочного металла или с присадочной проволокой указанной в табл 34 с одним или двумя слоями проволокой диаметром 2 мм*

7 3 8 Для ограничения насыщения газами и формирования корня шва необходимо обеспечить отвод тепла и защиту обратной стороны шва медными подкладками и поддувом аргона

В случае недостаточной защиты корня шва обязательно его удаление (зачистка) с наложением подварочного шва

7 3 9 Режимы аргонодуговой сварки приведены в табл 39

Таблица 39 Режимы аргонодуговой сварки коррозионностойких сплавов на железоникелевой основе

Толщина свариваемого металла мм	Форма подготовки кромок и характер выполнения шва	Число проходов	Диаметр мм		Сварочный ток А	Расход аргона л/мин	
			вольфрамового электрода	сварочной проволоки		на горелку	на защиту оратной стороны шва
2–4	Без скоса кромок односторонний и двусторонний	1–2	2–3	1,6–2,0	60–80	6–8	2–3
4–8	Со скосом двух кромок односторонний и двусторонний	2–6	2,0–3,0	2,0–3,0	80–120	8–10	4–6
10–20	С двумя симметричными скосами двух кромок двусторонний	6–16	3,0–4,0	3,0–4,0	170–200	10–12	4–6

ПРИМЕЧАНИЕ Режимы приведены для стыковых соединений со стандартной подготовкой кромок для ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

8 СВАРКА ДВУХСЛОЙНЫХ СТАЛЕЙ

8.1 Рекомендуемые для химического машиностроения сочетания марок основного и плакирующего слоев двухслойной стали поставляемой по ГОСТ 10885 приведены в табл. 40.

8.2 Для изготовления аппаратов работающих в агрессивных средах с целью облегчения условий сварки и повышения коррозионной стойкости сварных соединений *двухслойные листы толщиной от 11 до 21 мм должны применяться с повышенной* толщиной плакирующего слоя (до 3,0 – 4,0 мм) в соответствии с условиями ГОСТ 10885. Данное требование в случае необходимости должно быть оговорено в документации на изделие и в заказе на двухслойную сталь.

8.3 При выборе класса сплошности сцепления слоев двухслойного листа по ГОСТ 10885 рекомендуется пользоваться табл. 41.

8.4 Типы и конструктивные элементы разделки кромок и швов сварных соединений *двухслойной стали должны удовлетворять требованиям* ГОСТ 16098 и РТМ 26-168. Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26-291 допускается по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10-115.

Таблица 40 Сочетания марок стали основного и плакирующего слоев двухслойных листов

Марки стали плакирующего слоя	Марки стали основного слоя металла						
	Ст3сп	20К	16ГС	09Г2	09Г2С	12Х	12ХМ
08Х22Н6Т	–	–					
08Х18Н10Т	+	–			–		+
12Х18Н10Т	+	+	+	+	+	–	
10Х17Н13М2Т	–	+			+		
10Х17Н13М3Т		+			–		
08Х17Н15М3Т	+	+	+				
06ХН28МДТ		+	–			–	
08Х13	–			+	–	–	–
08Х17Т		+					
15Х25Т		–					

ПРИМЕЧАНИЕ Знак «–» двухслойные листы поставляются без согласования потребителя с изготовителем

Знак «+» двухслойные листы поставляются по согласованию потребителя с изготовителем

8.5 Методы резки подготовки кромок под сварку и их зачистки перед сваркой должны отвечать тем же требованиям которые предъявляются к подобным методам применяемым при обработке коррозионностойких сталей аналогичных маркам плакирующего слоя

Технологический процесс термической и механической резки и обработки кромок двухслойной стали должен предусматривать меры предотвращающие отрыв (отделение) плакирующего слоя от основного

8.6 Подготовленные под сварку кромки должны быть осмотрены или проконтролированы ультразвуком на отсутствие расслоений Детали с обнаруженным расслоением могут быть забракованы допущены к сварке после исправления или оставлены без исправления по решению технической службы предприятия изготовителя в зависимости от размеров расслоения, рабочих условий изделия и требовании нормативной документации

Технология исправления расслоения должна быть согласована с технологическим институтом отрасли (ВНИИПТХИМНЕФТЕАППАРАТУРЫ) или другой специализированной научно исследовательской организацией указанной в приложении 2 ПБ 10 115

Схема разделки двухслойной стали под сварку в зависимости от его толщины представлены на рисунке 9

8.7 Сборка деталей под сварку должна производиться с соблюдением требовании ОСТ 26 291 Прихватка производится с применением электродов и режимов, установленных для сварки основных швов Прихватки рекомендуется выполнять со стороны основного слоя (низкоуглеродистой или низколегированной стали)

8.8 Если прихватки не являются несущими в период транспортирования и изготовления изделия они могут быть выполнены в один проход длиной 30 50 мм с расстоянием между ними 25 30 толщин свариваемых элементов Размеры прихваток воспринимающих внешние нагрузки должны быть определены расчетом Приварка усиливающих технологических планок допускается со стороны основного слоя

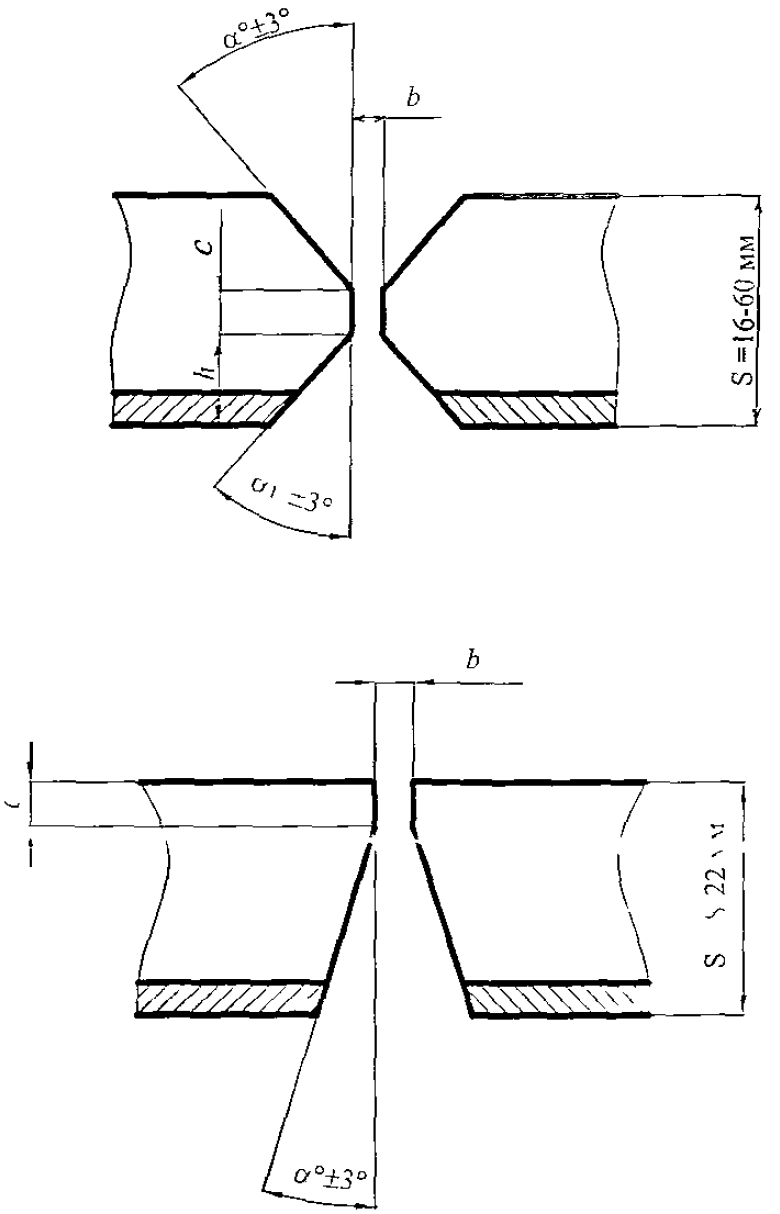
8.9 Сварка двухслойной стали может выполняться способами технологические схемы которых по группам приведены в табл 42

Группа I –двухсторонняя сварка перлитными и аустенитными сварочными материалами – рекомендуется в качестве наиболее распространенной группы исполнения при толщине металла 8 мм и более

Таблица 41 Рекомендации по применению (заказу) двухслойных сталей различных классов сплошности сцепления слоев по ГОСТ 10885

Класс сплошности сцепления слоев по ГОСТ 10885	Применение в химоборудовании по		
	условиям эксплуатации	технологии изготовления	условиям поставки
1	1 Детали подвергающиеся значительным нагрузкам направленным на отрыв плакирующего слоя (например трубные решетки днища и др детали к плакирующему слою которых привариваются нагруженные устройства) 2 Сосуды и аппараты работающие в циклическом температурном режиме при колебании температур во время эксплуатации более 50°С 3 Аппараты работающие при вакууме с остаточным давлением ниже 50 мм рт ст 4 Сосуды аппараты и их элементы в которых расслоения затрудняют теплоотдачу 5 В соответствии с требованиями п 2 2 5 ОСТ 26 291	Детали сосудов и аппаратов подвергающиеся в процессе изготовления нагрузкам вызывающим сдвиг разрыв или выпучивание плакирующего слоя (например штампованные днища корпуса подвергаемые отпуску и др)	1 Аппараты поставляемые на экспорт 2 В соответствии с требованиями технического проекта или другой нормативной документации
2 и 3	Сосуды и аппараты 2 3 4 и 5а групп по ОСТ 26 291 и их детали не вошедшие по условиям применения дву		
Любого класса и без контроля	Сосуды и аппараты 5б группы по ОСТ 26 291		

ПРИМЕЧАНИЕ В готовых изделиях допускаются расслоения более допустимых по I классу если они при выполнении технологических операций не приводят к перечисленным дефектам и не противоречат требованиям для условий эксплуатации и поставки оборудования из дв холоднокатаного проката I класса сплошности сцепления слоев



Размеры конструктивных элементов (b c h α α1) согласно ГОСТ 16098

Рисунок 9 Схема разделки кромок под сварку двухслойной стали в зависимости от ее толщины

Группа II – односторонняя сварка полностью аустенитными сварочными материалами рекомендуется в случае доступности сварки только со стороны основного слоя

Группа III двухсторонняя сварка полностью аустенитными сварочными материалами рекомендуется при толщине двухслойной стали 14 мм и менее (в особенности при толщине менее 8 мм) по маркам двухслойной стали применение этой группы способов ограничивается наличием сварочных материалов способных обеспечить требуемый комплекс механических технологических свойств и коррозионную стойкость

8.10 Определение возможной группы исполнения швов предусмотренных ГОСТ 16098 производить по табл. 43

8.11 Для сварки двухслойных сталей в зависимости от группы исполнения сварных швов должны применяться сварочные материалы указанные в табл. 44 и 45

8.12 В случаях когда в табл. 42 44 и 45 указано требование по ограничению проплавления в технологическом процессе сварки должны быть предусмотрены меры ограничивающие глубину проплавления и соответственно степень разбавления металла шва свариваемым металлом (в том числе металлом предыдущего слоя шва) пониженная сила сварочного тока, увеличенная скорость сварки специальные методы сварки (*ленточным электродом двумя электродами) и др*

8.13 Предусмотренные технологией режимы сварки и количество плакирующих слоев шва должны обеспечить необходимую стойкость против межкристаллитной коррозии по ГОСТ 6032 а также содержание в плакирующем слое шва основных легирующих элементов – хрома никеля молибдена и др. (в зависимости от марки стали) или сварочном материале допущенном к сварке в установленном порядке

Указанные выше требования по химическому составу относятся к плакирующему слою шва толщиной не менее чем меньшая из величин толщина плакирующего слоя двухслойной стали и прибавка толщины стенки на коррозию предусмотренная в проекте

8.14 Достаточность мер предусмотренных технологией для выполнения требований п.п. 8.11 и 8.12 определяется испытаниями при отработке технологического процесса

Основанием для допуска технологии в производство должны служить положительные результаты механических испытаний твердости макро микроструктурного и химического (и/или спектрального) анализа сварных соединений

8.15 Нормы механических свойств и твердости должны быть приняты по ОСТ 26 291 Твердость переходного шва не должна превышать 220НВ

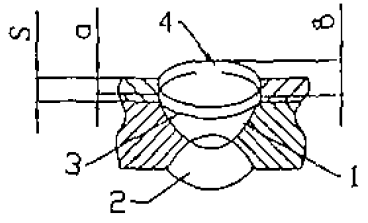
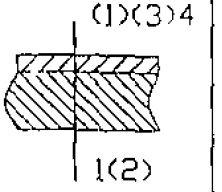
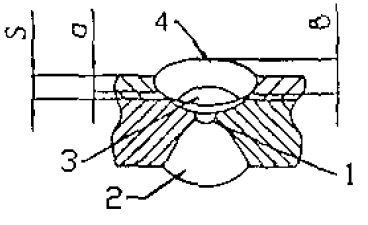
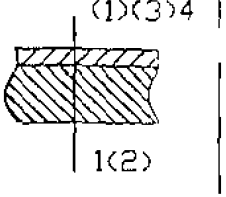
Твердость должна быть проверена на макрошлифах. В структуре всех слоев сварного шва независимо от группы исполнения не допускается наличие мартенсита (или ему подобных структур являющихся признаком хрупкости металла шва)

8.16 В применяемом способе сварки допускается комбинировать различные виды сварки ручную дуговую автоматическую и полуавтоматическую дуговую под флюсом и в защитных газах и электрошлаковую

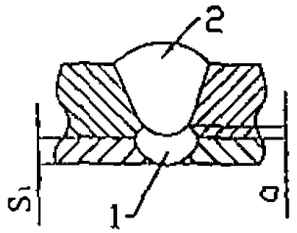
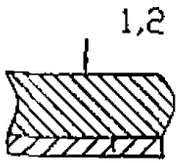
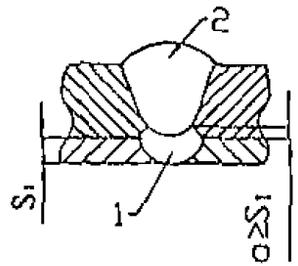
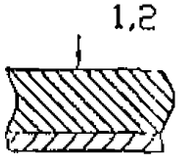
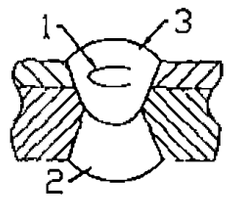
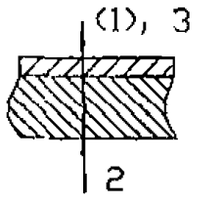
8.17 Для выбора оптимальных сварочных материалов из рекомендуемых табл. 44 и 45 для переходного слоя группы исполнения I основного слоя группы исполнения II и основного и плакирующего слоев группы III в соответствии с режимами и местными условиями сварки на предприятии изготовителе изделия рекомендуется пользоваться данными табл. 46 о допускаемой степени разбавления для различных марок сварочных материалов при которых обеспечивается необходимая пластичность металла

8.18 Сварку двухслойных сталей с основным слоем из стали 12ХМ 12МХ необходимо выполнять с предварительным и сопутствующим подогревом а также последующей термической обработкой в соответствии с нормативной документацией по сварке этих сталей (раздел 4)

Таблица 42 Группа способов исполнения сварных швов двухслойных сталей

Группа исполнения	Технологическая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	Расположение и последовательность выполнения слоев	Скорость с которой выполняются слои	Номер слоя	Название (назначение) слоя	Структурный класс металла	Рекомендуемое количество слоев	Особые условия выполнения
			1	Подслой или основной	Перлитный	Не нормируется	*Не допускается* проплавление плакирующего *слоя* двухслойной стали
			2	Основной или подварочный	Перлитный	Не нормируется	Не допускается проплавление плакирующего слоя двухслойной стали
			3	Переходной	Аустенитный		С ограниченным проплавлением $S1 > a \geq 2/3S1$
				Плакирующий	Аустенитный	Не менее 2	С ограниченным проплавлением $b < S1$

Продолжение таблицы 42

Группа исполнения	Технологическая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	Расположение и последовательность выполнения слоев	Сторона, с которой выполняются слои	Номер слоя	Название (назначение) слоя	Структурный класс металла	Рекомендуемое количество слоев	Особые условия выполнения
II			1	Плакирующий	Аустенитный	Не менее 2	1 и слои без проплавления основного слоя двухслойной стали, последующие слои - с ограниченным проплавлением
II			2	Основной	Аустенитный	Не нормируется	С ограниченным проплавлением
III			1 2 3	Подварочный Основной Плакирующий	Аустенитный Аустенитный	1 Не нормируется	С проплавлением, регламентируемым в зависимости от химсостава сварочных материалов

ПРИМЕЧАНИЯ

1 В скобках взяты номера слоев, которых в отдельных способах может не быть

2 Требование к размеру "а" действительно только для стыковых соединений

3 Под слоем шва понимается один или несколько параллельно наплавленных валиков, полностью закрывающих разделку кромок, толщина слоя соответствует толщине валика

Таблица 43 Группы способов исполнения сварных швов предусмотренных ГОСТ 16098

Вид сварного соединения	Группы исполнения		
	I	II	III
	Типы сварных швов по ГОСТ 16098		
Стыковое	С2 С3 С4 С5 С6* С7 С8 С13 С14 С1 С16 С17 С18 С19 С20 С21 С22	С9 С10 С11 С12	С1 С6*
Угловое	У2 У3* У4 У5 У6 У7 У8* У9 У 0 У11	У1*	У1* У * У8*
Тавровое	Т1* Т * Т Т5	Т3	Т1* Т3*
ПРИМЕЧАНИЕ Знако и * обозначены типы швов вы полнение которых возможно по двум группам			

Таблица 44 Электроды для двухслойных сталей

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Условия применения
	Номер	Название		Тип электрода по ГОСТ 10052	Марка электрода технические условия	
	1 2	Основн	Любая	По рекомендации для стали основного слоя		
I	3	Переходный	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х22Н6Т 08Х13	Э 10Х2 Н13Г2	ОЗЛ 6 и др	С ограниченным проплавлением основного слоя
				08Х24Н25М Г2	АНЖР 3У ТУ 14 168 23	С наплавкой толщиной не менее двух плакирующих слоев
				08Х24Н40М7Г2	АНЖР 2 ТУ 14-4 598	
I	3	Переходный	10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н13М3Т	11Х15Н25М6АГ2 08Х24Н25М3Г2 Э 10Х25Н13Г2 Э 02Х19Н18Г5АМ3	ЭА395/9 ОСТ 5 9244 ОЗЛ 6 АНЖР 3У ТУ 1 168 23	
I	3	Переходный	06ХН28МДТ	08Х24Н40М7Г2 03Х23Н27М3Д3Г2	АНЖР 2 ТУ 14-4 598 ОЗЛ 17уП	
				04Х23Н27М3Д3Г2Ф	АНВ 28	
I	4	Плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	Э 04Х20Н9 Э 07Х20Н9 Э 10Х25Н13Г2	ОЗЛ 36 ОЗЛ 8 АНВ 29 ОЗЛ 6	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
				Э 08Х20Н9Г2Б Э 08Х19Н10Г2Б Э 10Х25Н13Г2Б	ЦЛ 11 ОЗЛ 7 ЦТ 15 АНВ 23 ЦЛ 9	Для температуры более 350°С без требования стойкости против межкристаллитной коррозии

Продолжение таблицы 44

Группа способов сварки	Слои шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Условия применения
	Номер	Название		Тип электрода по ГОСТ 10052	Марка электрода, технические условия	
I	4	Плакирующий	08Х13	Э 10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
				Э 08Х24Н40М7Г2	АНЖР 2 ТУ 14-4-598	
			08Х17Т 15Х25Т	08Х20Н15ФБ 10Х20Н10Б Э 10Х20Н15Г2 Э 10Х25Н13Г2Б Проволока 08Х20Н15ФБЮ (ЭП-44)	АНВ 9 АНВ 10	Более 350°С без требования по межкристаллитной коррозии
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	07Х19Н11М3Г2Ф Э 09Х19Н10Г2М2Б	ЭА-400/10У ОСТ 5 9244 НЖ 13	Более 350°С без требования по межкристаллитной коррозии более 450°С с содержанием феррита не более 6%
I	4	Плакирующий	08Х17Н15М3Т	07Х19Н11М3Г2Ф Э 09Х19Н10Г2М2Б	ЭА-400 10У ОСТ 5 9244 НЖ 13	Если допускается ферритная фаза Не менее двух слоев при подтверждении стойкости против межкристаллитной коррозии предварительными испытаниями
			08Х17Н15М3Т	Э 07Х19Н18Г2АМ3 Э 02Х20Н14Г2М2	АНВ 17 ОЗЛ 20	
			06ХН28МДТ	03Х23Н27М3Д3Г2Б 03Х23Н26М3Д3Г2Ф 04Х23Н26М3Д3Г2Б	ОЗЛ 17У АНВ 28 АНВ 37 ОЗЛ 37 2	До 350°С Не менее двух слоев
II	1	Плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т 08Х17Т	Э 10Х25Н13Г2Б	ЦЛ 9	Не менее двух слоев более 350°С без требования по межкристаллитной коррозии
			08Х13	По рекомендациям для плакирующего слоя (4) группы I		
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Э 09Х19Н10Г2М2Б	НЖ 13	Те же что для плакирующего слоя 4 группы способов 1 не менее двух слоев
			08Х17Н15М3Т	Э 02Х19Н18Г2АМ3	АНВ 17	
			06ХН28МДТ	05Х23Н28М3Д3Б 03Х23Н26М3Д3Г2Ф 03Х25Н25М3Д3Г2Б	ОЗЛ 17 АНВ 28 ОЗЛ 37 2	

Продолжение таблицы 44

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Условия применения
	Номер	Название		Тип электрода по ГОСТ 10052	Марка электрода технические условия	
II	2	Основной	Любая	Те же что для первого слоя (3) группы I		С ограниченным проплавлением плакирующего слоя
III	2	Основной	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 10Х17Т 08Х17Т 08Х13Т	11Х15Н25М6АГ2	ЭА-395/9 ОСТ 5.9244	С ограниченным проплавлением
					НИАТ-5	
				Э-10Х20Н70Г2М2Б2В	ОЗЛ-25Б	
III	2	Основной	10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	08Х24Н40М7Г2 08Х25Н60М10Г2	АНЖР-2 ТУ 14-4-598	
					АНЖР-1 ТУ 14-4-568	
III	1-3	Подварочный и плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х17Т 15Х25Т 08Х13	Э-10Х25Н13Г2Б	ЦЛ-9	
				Э-10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6	Без требований стойкости против межкристаллитной коррозии
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	08Х24Н40М7Г2 08Х24Н60М10Г2	АНЖР-2 ТУ 14-4-598 АНЖР-1 ТУ 14-4-568	

ПРИМЕЧАНИЕ
1 Группы способов и слоя сварного шва по табл. 42
2 Типы электродов приведенные без индекса Э по ГОСТ 10052 не предусмотрены
3 Допускается применение других марок указанных типов электродов
4 Условия применения по температуре сварных соединений двухслойной стали в соответствии с приложением 3 ОСТ 26 291
5 При применении электродов стабилизированных ниобием при наличии требований стойкости против межкристаллитной коррозии температура применения не выше 350°С

Таблица 45 Сварочные материалы для автоматической сварки под флюсом и аргонодуговой сварки двухслойных сталей

Группа способов сварки	Слои шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Условия применения
	Номер	Название		Проволока сварочная по ГОСТ 2246	Защитная среда	
I	1-2	Основной	Любая	По рекомендации для стали основного слоя		
		Переходный	08Х18Н10Т	Св-0Х19Н9Т1	Флюс 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206 Флюс АН-90 ТУ ИЭС 455 Флюс АН-26с ГОСТ 9087 Аргон ГОСТ 10157	С ограниченным проплавлением основного слоя
			12Х18Н10Т	Св-08Х25Н13БТЮ Св-01Х23Н16Г7Т		
			15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Св-08Х25Н40М7 (ЭП-675) ТУ 14-1-4968		С наплавкой не менее двух плакирующих слоев

Продолжение таблицы 45

Группа способов сварки	Слои шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Условия применения
	Номер	Название		Проволока сварочная по ГОСТ 2246	Защитная среда	
I	3	Переходные	10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 06ХН28МДТ	Св 08Х25Н40М7 (ЭП 673) Св 08Х25Н60М10 (ЭП 606) ТУ 14-1-4968	Флюс 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206 Флюс АН-26с ГОСТ 9087 Аргон ГОСТ 10157	
				Св 07Х25Н13Г2Т Св 08Х25Н13БТЮ	Флюс 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	С наплавкой не менее двух плакирующих слоев
	4	Плакирующий	08Х18Н10Т	Св 06Х19Н9Т	Флюс АН-26с ГОСТ 9087 Флюс АН-18 ГОСТ 9087	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			12Х18Н10Т	Св 08Х25Н13БТЮ Св 08Х19Н10Г2Б	Флюс АН-90 ТУ ИЭС 453 Аргон ГОСТ 10157	Выше 350°С – без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			15Х25Т	Св 07Х25Н13БТЮ Св 06Х25Н12ТЮ	Флюс АН-26с ГОСТ 9087 Флюс АН-18 ГОСТ 9087 Флюс АН-90 ТУ ИЭС 453 Аргон ГОСТ 10157	
			08Х17Т 08Х21Т	Св 07Х25Н12Г2Т		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н13М2Т	Св 01Х17Н14М3 (ЭП 551) ТУ 14-1-2795		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
				Св 06Х20Н11М3ТБ Св 08Х19Н10М3Б		Выше 350°С – без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н13М3Т	Св 01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП-690) ТУ 14-1-4981 Св 06Х20Н11М3ТБ Св 08Х19Н10М3Б Св 01Х19Н18Г10АМ4	Флюс АН-18 ГОСТ 9087 Флюс АН-90 ТУ ИЭС 453 Флюс АНК-50 ТУ ИЭС 461 Аргон ГОСТ 10157	Выше 350 С без требования стойкости против межкристаллитной коррозии в случаях недостаточности ферритной фазы после предварительных испытаний на межкристаллитную коррозию. Наплавка валика не менее 2 х слоев
			[illegible]	Св 01Х23Н28М3Д3Т (ЭП 516) Св 08Х21Н10Г2Б (ЭП 978) ТУ 14-1-2571		Выше 350°С – без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
II	1	Плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	Св 08Х20Н9С2БТЮ Св 06Х20Н9ФБС Св 07Х25Н13БТЮ	Флюс 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206 Флюс АН-90 ТУ ИЭС 453 Флюс АНК-51 ТУ ИЭС 519 Аргон ГОСТ 10157	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Св 07Х25Н12Г2Т	Флюс АН-26с ГОСТ 9087 Флюс АН-18 ГОСТ 9087	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии

Продолжение таблицы 45

Группа способов сварки	Слои шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Условия применения
	Номер	Название		Проволока сварочная по ГОСТ 2246	Защитная среда	
II	1	Плакирующий	10Х17Н13М2Т	Св 06Х19Н11М3ТБ Св 08Х19Н10М3Б	Флюс АН 90 ТУ ИЭС 454 Флюс АНК 30 ТУ ИЭС 461	Выше 350 С – без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10Х17Н13М3Т	Св 08Х25Н40М7 (ЭП 673) ТУ 14 1-4968		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			08Х17Н15М3Т	Св 01Х17Н14М3 (ЭП 551) ТУ 1 1 1779 Св 04Х19Н11М3		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	Св 01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП 690) ТУ 14 1-4981 Св 05Х30Н40М6ТБ (ЭП 829) ТУ 14 1 914	Флюс АН 18 ГОСТ 9087 Флюс АНК 26с ГОСТ 9087	ЭП 690 после испытания на межкристаллитную коррозию Выше 350°С без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
	2	*Основной*	Часть	То же, что для сварочного слоя группы I		*С ограниченным* проплавлением плакирующего слоя
III	2	*Основной*	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	*Св 08Х25Н25М3* (ЭП 622) ТУ 14 1-4968	Флюс 48 ОФ 6 ОСТ 5 9206 Аргон ГОСТ 10157	С ограниченным проплавлением
			15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Св 08Х25Н24С2Т (ЭП 673) Св 08Х25Н60М10 (ЭП 606) ТУ 14 1 4968		
			08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т	Св 05Х20Н40М6ТБ (ЭП 829) ТУ 14 1 914	Флюс АН 26с ГОСТ 9087 Флюс 48 ОФ 6 ОСТ 5 9206 Флюс АН 18 ГОСТ 9087 Аргон ГОСТ 10157	
			08Х13 *08Х13*	Св 10Х16Н25АМ6		
			10Х17Н13М2Т *10Х17Н13М3Т*	Св 10Х16Н25АМ6 Св 08Х25Н25М3 (ЭП 622) ТУ 14 1-4968 Св 08Х25Н40М7 (ЭП 673) *СВ 08Х25Н60М10* (ЭП 606) ТУ 14 1 4968 *Св 05Х20Н40М6ТБ* (ЭП 829) ТУ 14 1 914		

Продолжение таблицы 45

Группа способов сварки	Слои шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Условия применения
	Номер	Название		Проволока сварочная по ГОСТ 2246	Защитная среда	
III	1 3	Подварочный и плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Св 07Х25Н13БТЮ	Флюс АН 26с ГОСТ 9087 Флюс 48 ОФ 6 ОСТ 5 9206 Флюс АН 18 ГОСТ 9087 Аргон ГОСТ 10157	С ограничением
				Св 05Х30Н40М6ТБ (ЭП 829) ТУ 14 1 914		
				Св 08Х25Н40М7 (ЭП-673) Св-08Х25Н60М10 (ЭП 606) ТУ 14 1-4968		То же о требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10Х1 Н13 12Т	Св 05Х30Н40М6ТБ (ЭП 829) ТУ 14 1 914		
			10Х1 Н13М3Т	Св 08Х25Н60М10 (ЭП-606) ТУ 14 1 4968		Без требований стойкости против межкристаллитной коррозии
			10Х1 Н13М3Т 10Х17Н13М2Т	Св 08Х25Н40М7 (ЭП 673) ТУ 14 1 4968		Без требований стойкости против межкристаллитной коррозии

ПРИМЕЧАНИЯ

1 Допускается комбинированная сварка сварка переходного слоя ручная дуговая электродами по табл 44 остальные слои – автоматической сваркой под флюсом

2 Условия применения по температуре сварных соединений двухслойной стали в соответствии с приложением 3 ОСТ 26 291

3 При применении сварочной проволоки стабилизированной титаном или ниобием при наличии требований стойкости против межкристаллитной коррозии температура применения не выше 350 С

Таблица 46 Допускаемое максимальное содержание низкоуглеродистой и *низколегированной конструкционной стали (степень разбавления)* и металла шва двухслойных сталей

Предельное содержание низкоуглеродистой стали в металле %	Сварочные материалы	
	Проволока	Электрод
30	Св 06Х25Н12ТЮ Св 07Х25Н13 Св 07Х25Н12Г2Т Св 08Х25Н13ВТЮ	Э 10Х25Н13Г2 Э 10Х25Н13Г2Б
	Св 10Х16Н25АМ6	Э 11Х15Н25М6АГ2 08Х24Н25М3Г2
60	Св 08Х25Н60М10 (ЭП 606) Св 08Х2Н40М7 (ЭП 673) Св05Х30Н40М6ТБ (ЭП 829)	08Х24Н60М10Г2 08Х24Н40М7Г2 08Х24Н60М10Г2

ПРИМЕЧАНИЯ

1 Контролируется при отработке технологического процесса

2 Без индекса Э даны условные обозначения электродов не предусмотренных ГОСТ 10052

8 19 Термическая обработка сварных соединений двухслойных сталей производится в случаях предусмотренных ОСТ 26 291 в соответствии с требованиями НД и учетом влияния нагрева на стойкость против межкристаллитной коррозии

8 20 Последовательность выполнения технологических операции при автоматической сварке следующая

ручная электродуговая сварка корневого шва со стороны плакирующего слоя

выборка корня шва абразивным кругом до чистого металла со стороны основного слоя

заварка корня шва ручной электродуговой сваркой со стороны основного слоя,

многослойная автоматическая сварка под слоем флюса основного слоя

ультразвуковая дефектоскопия

исправление дефектов (при обнаружении) с последующей ультразвуковой дефектоскопией исправленных мест

автоматическая дуговая сварка под флюсом плакирующего слоя

рентгеноконтроль всего сечения шва

исправление дефектов (при обнаружении)

рентгеноконтроль и цветная поверхностная дефектоскопия исправленных дефектных мест и прилегающих с двух сторон участков равных по длине исправленного дефекту Порядок наложения швов представлен на рисунке 10)

8 21 Технологический порядок ручной дуговой сварки двухслойных сталей следующий (по I варианту)

при сварке углеродистого слоя необходимо строго следить чтобы *углеродистый слой шва наложенный со стороны плакировки не касался плакирующего* слоя на 1 ÷ 2 мм (рисунок 11а)

при выполнении переходного слоя величина внедрения металла переходного шва в плакирующий слой не должна превышать 1/3 толщины плакировки (рисунок 11б)

при выполнении переходного и плакирующего слоев за несколько переходов после каждого перехода сварка прекращается до остывания металла до температуры 100°С во избежание перегрева плакирующего слоя и связанного с ним ухудшения коррозионной стойкости шва

общая толщина плакирующего слоя должна быть не менее 4 мм (рисунок 11в)

после выполнения каждого слоя необходимо зачистить поверхность от шлака щеткой из нагартованной стали или абразивным кругом до металлического блеска

8 22 При ручной дуговой сварке стыковых соединений по II варианту рекомендуется следующий порядок (рисунок 12)

а) заварка корня шва со стороны основного слоя

б) заполнение разделки со стороны основного слоя

в) расчистка корня шва со стороны плакировки до чистого металла абразивным кругом

г) выполнение корневого шва (и заполнение разделки основного слоя) со стороны плакировки не доходя до плакирующего слоя на 1 ÷ 2 мм

д) сварка переходного слоя

е) сварка коррозионностойкого слоя

2 ой вариант применяется при длинных стыковых соединениях и толщинах свыше 18 мм

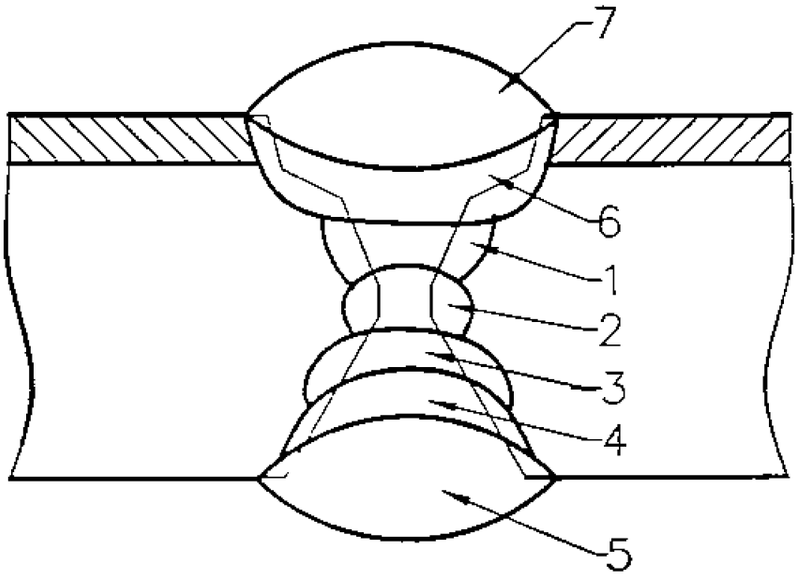
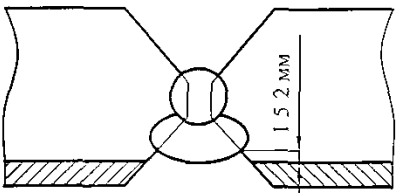
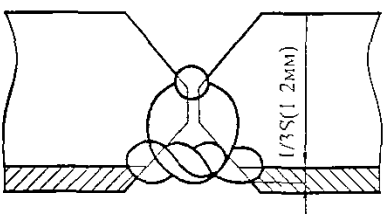


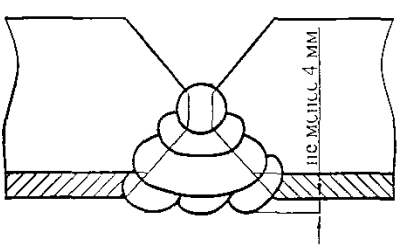
Рисунок 10 Порядок наложения швов при автоматической сварке под флюсом



а



о



в

Рисунок 11 Порядок выполнения ручной дуговой сварки (по I варианту)

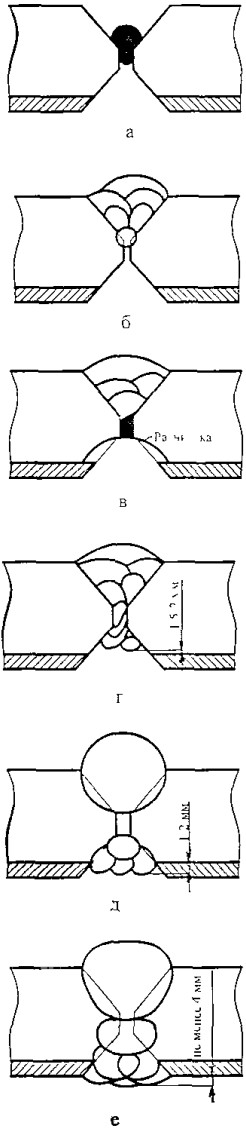


Рисунок 12 Порядок выполнения ручной дуговой сварки (по 2 вариантам)

9 СВАРКА РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ

9 1 К разнородным следует относить стали разных структурных классов а также одного структурного класса но требующие применения различных марок (типов) сварочных материалов

9 2 При разработке технологии сварки разнородных сталей необходимо учитывать

технологические особенности (свариваемость) обеих сталей составляющих сварное соединение (требования к подогреву при сварке термообработке и т п)

возможность образования дефектов особенно холодных и горячих трещин специфичных для каждой из свариваемой стали

- возможность развития структурной неоднородности в сварных соединениях стали значительно отличающихся степенью или системой легирования (особенно сталей разных структурных классов) в процессе термообработки или эксплуатации при высокой температуре

необходимость и достаточность обеспечения механических свойств сварного соединения и коррозионной стойкости в соединениях сталей разной толщины не ниже чем у стали обладающей меньшими показателями указанных свойств

9 3 Конструктивные размеры подготовки кромок и сварных швов могут быть приняты по стандартам рекомендуемым для сварки любой из сочетаемых сталей При выборе сварочных материалов следует руководствоваться табл 47 и 48

9 4 При сварке между собой сталей одного структурного класса разных марок следует применять один из сварочных материалов рекомендуемых настоящим стандартом для сварки каждой из этих марок стали

9 5 При сварке разнородных малолегированных и низколегированных сталей (перлитного класса) следует отдавать предпочтение более технологичным сварочным материалам которыми как правило являются менее легированные обеспечивающие более низкий предел прочности металла и более высокую пластичность и вязкость

9 6 При сварке разнородных высоколегированных коррозионностойких сталей аустенитного аустенитно ферритного и ферритного классов следует предпочитать менее легированные сварочные материалы но обеспечивающие аустенитную структуру металла шва с некоторым количеством ферритной фазы Исключение составляет выбор сварочных материалов для сварки стали разной толщины (п 9 7)

9 7 При сварке разнородных коррозионностойких сталей существенно отличающихся по толщине (например соединение труб с трубной решеткой) необходимо применять сварочные материалы обеспечивающие коррозионную стойкость металла шва не ниже чем стойкость стали меньшей толщины

9 8 Режимы предварительного и сопутствующего подогрева при сварке режимы сварки а также термической обработки должны приниматься с учетом свариваемости менее технологичной стали входящей в данное соединение

Например

1 При сварке стали Ст2сп со сталью 12ХМ особые условия сварки (режим подогрева, термообработки и т п) должны быть приняты по рекомендациям для стали 12ХМ В случае если термическая обработка, необходимая для сварных соединений с закаливаемыми сталями (12ХМ 12МХ и др) большой толщины (более 36 мм) вызывает снижение коррозионной стойкости высоколегированной стали конструкцией должна быть предусмотрена возможность термической обработки части изделия с приваренной переходной частью коррозионностойкой стали

2 При сварке стали 10Х18Н10Т со сталью 03Х21Н21М4ГБ должны быть приняты режимы сварки рекомендуемые для стали 03Х21Н21М4ГБ (для предотвращения горячих трещин)

Необходимость термообработки сварных соединений сталей 12МХ 12ХМ 15ХМ с аустенитными аустенитно ферритными и ферритными сталями (табл 47 48) должна быть

установлена на стадии проектирования сварных узлов аппаратов и трубопроводов из этих сталей

9 9 Максимальная температура эксплуатации комбинированных сварных соединений должна быть не выше чем меньшая из допускаемых для обеих сталей но не выше 550°С предельная минимальная температура не должна быть ниже чем большая из допускаемых для каждой из сталей но не ниже минус 40°С

9 10 Сварку сталей перлитного и мартенситного классов аустенитными сварочными материалами в т ч со сталями других структурных классов следует проводить с учетом допускаемой степени проплавления приведенной в табл 49

ПРИМЕЧАНИЕ Степень проплавления определяется в лабораторных условиях при подборе режима сварки в процессе изготовления сварных конструкций контролируется по твердости шва (которая не должна превышать 220 НВ) или металлографически (в металле шва, за исключением узких кристаллизационных прослоек в области сплавления не должно быть мартенсита)

Допускается измерение твердости проводить после термообработки если она предусмотрена

Таблица 47 Сварочные материалы для сварки разнородных сталей в среде защитных газов и автоматической сварки под флюсом

Сочетание марок стали в сварном соединении (А Б)		Марка проволоки	ГОСТ или ТУ	Марка флюса	Примечание допускаемая рабочая температура условия сварки
А	Б				
Ст3кп Ст3пс Ст3сп Ст3Гпс 10 15 20 15К 16К 18К 20К 22К	16ГС 09Г2С 10Г2 10Г2С1 17ГС 17Г1С 10ХСНД 15ХСНД	Св 08 Св 08А Св 08ГА	ГОСТ 2246	АН 348А ОСЦ-45	Подогрев 200 300 С
16ГС 09Г2С 10Г2 10Г2С1 17ГС 17Г1С 10ХСНД 15ХСНД	12МХ 12ХМ 15ХМ	Св 08ГА Св 08ГС Св 08Г2С Св 10НМО	ТУ 14 1 2219	АН 348А ОСЦ-45 АН 22	
Ст3кп Ст3пс Ст3сп Ст3Гпс 10 15 20 15К 18К 20К 22К 16ГС 09Г2С 10Г2 10Г2С1, 17ГС 17Г1С, 10ХСНД 15ХСНД	08Х13 08Х17Т 15Х25Т	Св 07Х25Н13 Св 07Х25Н13Г2Т	ГОСТ 2246	48 ОФ 6 АН 26С АН 18	Возможен подогрев в зависимости от толщины для ненагруженных конструкции
	08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10, 08Х18Н12Б 08Х18Г8Н2Т 03Х18Н11 02Х18Н11 08Х17Н15М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	Св 07Х25Н13 Св 07Х25Н12Г2Т	ГОСТ 2246	48 ОФ 6 АН 26С АН 18	
		Св 10Х16Н25АМ6			До 435°С
		Св 08Х25Н25М3	ТУ 14 1-4968		До 470°С
		Св 08Х25Н40М7			До 550°С
	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН30МДТ	Св 08Х25Н60М10			До 550°С
		Св 08Х25Н25М3			До 550°С
		Св 10Х16Н25АМ6	ГОСТ 2246		Приемы против горячих трещин

Продолжение таблицы 47

Сочетание марок стали в сварном соединении (А+Б)		Марка проволоки	ГОСТ или ТУ	Марка флюса	Примечание допускаемая рабочая температура условия сварки
А	Б				
12МХ 12ХМ 15ХМ	08Х13 08Х17Т 15Х25Т 08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Г8Н2Т *03Х18Н11 02Х18Н11* 08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	Св Х25Н13М2Т Св 08Х25Н60М10	ТУ 14 1-4968	АН 18	**Подогрев 200 300°С термообработка Соединения со сталями 08Х13 08Х17Т и 15Х25Т для ненагруженных конструкции**
	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН30МДБ				То же и приемы против горячих трещин
08Х13 08Х17Т 15Х25Т	08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т *08Х18Н10* 08Х18Н12Б 08Х18Г8Н2Г 03Х18Н11 02Х18Н11 08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	Св 08Х25Н25М3 Св 10Х16Н25АМ6 Св 07Х25Н13Г2Т Св 07Х19Н10Б *Св 06Х25Н12ТЮ*	ТУ 14 1-4968 ГОСТ 2246	48 ОФ 6 АН 26С АН 18	Возможен подогрев до 150 200°С При наличии требовании по межкристаллитной коррозии только Св 07Х19Н10Б Св 06Х25Н12ТЮ для ненагруженных конструкции
	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН30МДБ				Приемы против *горячих трещин* для ненагруженных конструкции
12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Н12Б 08Х22Н6Т 08Х18Г8Н2Т *03Х18Н11*	08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	Св 04Х19Н9 Св 06Х19Н9Т *Св 07Х20Н9ФБС* Св 08Х20Н9С2БТЮ Св 07Х18Н9ТЮ	ГОСТ 2246	АН 26С 48 ОФ 6	
08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН30МДБ	Св 1Х19Н18Г10АМ4 Св 01Х23Н28М3Д3Т	ТУ 14 1-4981 ГОСТ 2246		Приемы против горячих трещин Проверка стойкости против межкристаллитной коррозии

ПРИМЕЧАНИЯ 1 *Приведены сварочные материалы которые изготавливаются по ГОСТ 9087 флюсы* марки АН 26С АН 348А ОСЦ-45 АН 22 АН 18 Флюс 48 0 Ф6 по ОСТ 5 9206

2 Для сочетании включающих коррозионностойкие стали аустенитно ферритного класса допускается рабочая температура не выше 300°С

3 В качестве защитных газов следует применять аргон гелии и их смеси аргон или гелии с примесью кислорода (до 5%) или углекислого газа (до 5%)

Применение углекислого газа допускается для выполнения сварных соединении *работающих преимущественно в слабо коррозионных средах*

Таблица 48 Электроды для ручной электродуговой сварки разнородных сталей

Сочетание марок в сварном соединении (А Б)		Электрод			Примечание допускаемая рабочая температура условия сварки
А	Б	ГОСТ или ТУ	Тип*	Марка	
Ст3кп Ст пс Ст3сп Ст3Гпс 10 15 20 15К 16К 18К 20К 22К	16ГС 09Г2С 10Г2С1 10Г2 17ГС 17Г1С 10ХСНД 15ХСНД	ГОСТ 9466 ГОСТ 9467	Э-42 Э-42А Э-46 Э-46А	АНО 5 УОНИ 13/45 АНО 4 АНО 8 и им равноценные	Э-42 Э-46 не ниже минус 15°С
	12МХ 12ХМ 15ХМ				Подогр в до 200 300 С термообработка
	15Х5М				Подогрев до 300 350°С термообработка непосредственно после сварки
16ГС 09Г2С 10Г2 10Г2С1 17ГС 17Г1С 10ХСНД 15ХСНД	12МХ 12ХМ 15ХМ	ГОСТ 9466 ГОСТ 9467	Э 50А	УОНИ 13/55 и им равноценные	Подогрев до 200 300°С термообработка
					Подогрев до 300 350 С термообработка непосредственно после сварки
Ст3кп Ст3пс Ст3сп Ст3Гпс 10 15 20 15К 16К 18К 20К 22К	08Х13 08Х17Т 15Х25Т	ГОСТ 9466 ГОСТ 10052	Э 10Х25Н13Г2 и им равноценные	ЗИО 8 ОЗЛ 6 и им равноценные	Подогрев в зависимости от толщины и марки стали
	08Х22Н6Т 08Х18Г8Н2Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Н12Б 03Х18Н11 07Х18Н11 08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3				До 400°С
			Э 11Х15Н25М6АГ2	НИАТ 5 и им равноценные	До 450 С
16ГС 09Г2С 10Г2 10Г2С1 17ГС 10ХСНД 15ХСНД		ГОСТ 9466 ТУ 14 168 23	10Х25Н25М3Г2	АНЖР 3У	До 400 С
		ГОСТ 9466 ТУ 14-4 398	08Х24Н40М7Г2	АНЖР 2	До 550°С
		ГОСТ 9466 ТУ 14 4 368	08Х24Н60М10Г2	АНЖР 1	До 550°С
	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН30МДБ	ГОСТ 9466 ГОСТ10052	Э 11Х15Н25М6АГ2	НИАТ 5	Приемы против горячих трещин
		ГОСТ 9466 ТУ 14 168 23	10Х25 Н25 М3 Г2	АНЖР 3У	
12МХ 12ХМ 15ХМ	15Х5М	ГОСТ 9466 ГОСТ 9467	Э 09МХ Э 09Х1М	ОЗС 11 ЦЛ 20 63 и им равноценные	Подогр в до 300 350 С термообработка непосредственно после сварки

Продолжение таблицы 48

Сочетание марок в сварном соединении (А–Б)		Электрод			Примечание допускаемая рабочая температура условия сварки
А	Б	ГОСТ или ТУ	Тип*	Марка	
12МХ 12ХМ 15ХМ 12Х1МФ 15Х5М	08Х13, 08Х17Т 15Х25Т	ГОСТ 9466	Э 10Х25Н13Г2	ОЗЛ 6 ИМ равноценные	Подогрев сталей 12МХ, 15МХ, 15ХМ до 200–300°С, 15Х5М до 300–350°С термообработка 08Х13, 08Х17Т, 15Х25Т – для ненагруженных конструкций
	08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Н12Б 08Х18Г8Н2Т 03Х18Н11 07Х18Н 08Х17Н13М2Т 10ХН13М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	ГОСТ 9466 ГОСТ 10052 ТУ 14-4-598 ТУ 14-4-568	08Х24Н40М7Г2 08Х24Н60М10Г2 Э 11Х15Н25М6АГ2	АНЖР-2 АНЖР-1 ЭА 395/9	
	05Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 05ХН28МПОТ ХН50МДБ				То же и приемы против горячих трещин
08Х13 08Х17Т 15Х25Т	08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н12Б 08Х18Г8Н2Г 03Х18Н11 02Х18Н11 08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 05Х17Н14М3 03Х21Н2М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН50МДБ	ГОСТ 9466 ГОСТ 10052	Э 11Х15Н25М6АГ2 Э 10Х25Н13Г2 Э 10Х25Н13Г2Б	НИАТ-5 ОЗЛ 6 ЦЛ 9 и им равноценные	Подогрев до 150–250°С – для ненагруженных конструкций

Продолжение таблицы 48

Сочетание марок в сварном соединении (А–Б)		Электроды			Примечание, допускаемая рабочая температура, условия сварки
А	Б	ГОСТ или ТУ	Тип*	Марка	
12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Н12Б 08Х22Н6Т 08Х18Г8Н2Т 03Х18Н11 02Х18Н11	08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	ГОСТ 9466 ГОСТ 10052	Э 07Х20Н9 Э 04Х20Н9 Э 08Х20Н9Г2Б	ОЗЛ 8 ОЗЛ 14А ЦЛ 11	Без требований по межкристаллитной коррозии То же до 550°С При требовании по межкристаллитной коррозии до 350°С
	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ, ХН30МДБ	ГОСТ 9466 ТУ 14-4-715	03Х23Н27М3Д3Г2Б	ОЗЛ 17У и им равноценные	Приемы против горячих трещин
08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 08Х17Н14М3		ГОСТ 9466 ГОСТ 10052	Э 02Х19Н18Г3АМ3	АНВ 17 и им равноценные	Без требований по межкристаллитной коррозии приемы против горячих трещин
ПРИМЕЧАНИЕ Для сочетаний включающих коррозионностойкие стали аустенитно ферритного класса допускаемая рабочая температура не выше 300°С					

Таблица 49 Допускаемое максимальное содержание низкоуглеродистой или низколегированной конструкционной стали (степень проплавления) в металле шва

Предельное содержание конструкционной стали в металле шва, %	Марка проволоки	Тип электрода
30	Св 07Х25Н13 Св 07Х25Н12Г2Т Св 06Х25Н12ТЮ	Э 10Х25Н13Г2
45	Св 10Х16Н25АМ6 Св 08Х25Н25М3 (ЭП 629)	Э 11Х15Н25М6АГ2 10Х25Н25М3Г2
60	Св 08Х25Н60М10 (ЭП 606) Св 05Х30Н40М6ТБ (ЭП 829) Св Х25Н40М7 (ЭП 673)	08Х24Н60М10Г2 08Х24Н40М7Г2
ПРИМЕЧАНИЕ 1 Контролируется при отработке технологического режима. 2 Без индекса «Э» даны условные обозначения типов электродов не предусмотренных ГОСТ 10052		

10 СВАРКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

10 1 Специальные требования

10 1 1 Сварка должна производиться на специальных изолированных участках На участке недопустимы сквозняки местные потоки воздуха

Изменение скорости потоков воздуха следует производить анемометром по ГОСТ 6376 допускается скорость воздуха не более 0 3 м/с

Участок должен быть оборудован периодически работающей приточно вытяжной вентиляцией обеспечивающей санитарные нормы чистоты воздуха и исключающей подачу пыли извне

Двери и ворота участка должны быть защищены тамбурами и занавесями предохраняющими рабочие места от образующихся при открывании ворот и дверей сквозняков а также должна быть установлена звуковая сигнализация предупреждающая сварщиков при открывании ворот или включения вентиляции При срабатывании сигнализации сварочные работы необходимо остановить

На участке не допускается выполнение работ связанных с обильным выделением пыли и дыма (газовая резка, электродуговая сварка и др) не допускается также одновременное производство работ на одном и том же оборудовании по сварке стали и титана

Облицовка пола и стен должна позволять производить многократную в течение смены влажную уборку

Общая освещенность участка должна быть около 50 люк м^2 Температура воздуха при сварке должна быть не ниже 5°С

10 1 2 Все работы по сборке должны производиться в условиях исключающих попадание влаги жировых веществ и др загрязнении на детали и узлы подготовленные под сварку

10 1 3 Подготовка кромок под сварку должна выполняться только механическим способом Шероховатость поверхности кромок должна быть не более R_z 40 по ГОСТ 2789

Поверхности деталей прилегающие к кромкам с обеих сторон на ширину не менее 20 мм зачищаются шабером или электрокорундовыми кругами (марки ПП80 125х2 5 10 0х20 32 22А 25А 25-40П СМ1 СМ27В) по ГОСТ 2424 вращающимися металлическими щетками мелкой наждачной шкуркой 9Б 8 9Б 9 по ГОСТ 5009 зернистостью не более № 12 или вулканитовым кругом

10 1 4 Вращающиеся щетки (п 10 1 3) изготовлять из нагартованной нержавеющей проволоки по ГОСТ 18143

10 1 5 При зачистке абразивными кругами не допускается перегрев металла вызывающий появление на поверхности цветов побежалости

10 1 6 Непосредственно перед прихваткой свариваемые кромки и прилегающие к ним поверхности с наружной и внутренней сторон а также сварочную проволоку обезжирить удалить влагу чистым бязевыми салфетками смоченными ацетоном или спиртом этиловым техническим по ГОСТ 17299

В случае, если собранные под сварку соединения подлежат сварке в срок превышающий рабочую смену то их допускается защищать от загрязнения путем обклеивания с двух сторон изоляционной лентой ПХВ по ГОСТ 16214 После удаления ленты кромки должны быть дополнительно протерты ацетоном или спиртом

10 1 7 Прихватку деталей можно производить ручной и автоматической сваркой с присадочным материалом и без него Поверхность прихваток зачищать металлической щеткой

Прихватки в кратере не должны иметь трещин пор выходящих наружу и цветов побежалости

10 1 8 Прихватку и сварку производить при обязательной всесторонней защите от воздействия воздуха зоны сварного соединения подвергаемой нагреву до температуры 400°С Сварку выполнять в камере с контролируемой атмосферой или с местной защитой

10 1 9 Для обеспечения защиты лицевой стороны шва от окружающей атмосферы на мундштук горелки следует надевать защитный козырек

Форма защитного козырька должна соответствовать форме свариваемого изделия

10 1 10 Защита обратной стороны шва в зависимости от конструкции изделия может осуществляться местным поддувом инертным газом внутреннего объема свариваемого изделия применением специальных подкладок (медных) с канавкой, в которую подается инертный газ Для прихватки и сварки узлов с кольцевыми швами рекомендуется применять секторные разжимные приспособления

10 1 11 Все детали идущие на сборку не должны иметь загрязнений, окалины

10 1 12 При изготовлении деталей с применением горячей гибки штамповки и других операций требующих последующей термической обработки цвета побежалости соломенного темно-желтого, зеленого и голубого с поверхности изделия допускается не удалять

Газонасыщенный слой с другими цветами побежалости (темно синий серый) подлежит удалению

10 1 13 Кольцевые и круговые швы сваривать с перекрытием на 15 20 мм начала шва

Процесс сварки желательно вести без перерывов При возбновлении сварки после случайного или вынужденного обрыва дуги окончание шва следует перекрывать на 15-20 мм Поверхность перекрываемого участка шва следует зачистить металлической щеткой и тщательно вытереть бязевыми салфетками смоченными в гидролизном спирте

10 2 Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

10 2 1 Форма подготовки кромок, размеры сварных швов должны соответствовать требованиям ОСТ 26-1 Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26-11-06, допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10-115

Наиболее широко используемые конструктивные элементы приведены в табл 50 52

10 2 2 В качестве неплавящегося электрода должны применяться прутки из итрированного или лантанированного вольфрама по ТУ 48-09 221 и ГОСТ 23949

10 2 3 В качестве присадочного металла применять сварочную проволоку согласно табл 53

10 2 4 В качестве защитного газа применять аргон высшего и 1-го сорта по ГОСТ 10157 и гелий высокой чистоты по ТУ 51-940 с проверкой на технологической пробе

10 2 5 Проволоку перед сваркой зачистить шкуркой и обезжирить ацетоном а затем протереть бязевыми салфетками смоченными в гидролизном спирте Допускается подготовка поверхности сварочной проволоки травлением с обеспечением отсутствия следов окалины

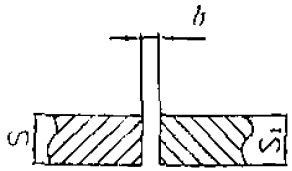
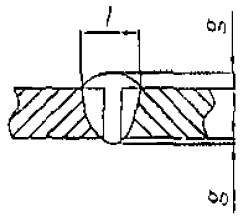
10 2 6 Сварку вести на постоянном токе прямой полярности

10 2 7 При сварке ось вольфрамового электрода располагать под углом 60 80° к изделию

10 2 8 Присадочный материал подавать непрерывно под углом 20° к изделию

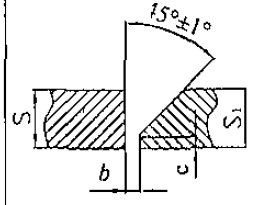
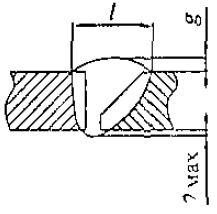
10 2 9 Вылет вольфрамового электрода из мундштука горелки должен составлять 10-15 мм При сварке в глубокую разделку вылет допускается увеличивать до 20 мм При использовании специальных горелок вылет устанавливается исходя из конструктивных особенностей последних

Таблица 50 Основные типы, конструкционные элементы и размеры сварных стыковых соединений титановых сплавов

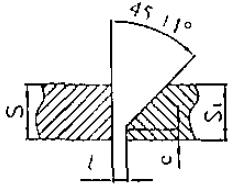
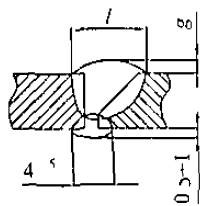
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26-1	Размеры, мм								
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S = S	l		l		g		g	
					номин	пред. отк.	номин	пред. откл.	номин	пред. откл.	номин	пред. откл.
С1			ИН АиИН ИНп ИП	От 0,5 до 1,0	0	0,2	4	±1	0	±0,3	0	0,3
				Св 1,0 до 3,0		0,5	8	±3		0,5		0,5
				Св 3,0 до 5,0			10					
				Св 5,0 до 8,0		±1,0	14					
				Св 8,0 до 10,0			16					

ПРИМЕЧАНИЕ Выполнение сварного шва ИН, ИНп и ИП рекомендуется производить на съемной подкладке, обеспечивающей полное проплавление с формированием обратного валика. При импульсной сварке проплавление достигается на весу.

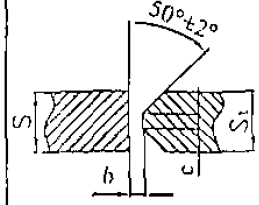
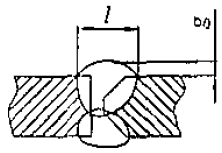
Продолжение таблицы 50

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26-1	Размеры, мм								
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		$S = S_1$	b		l		g		c	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
С2			ШИп ИП	От 3 до 4	1	0,5	8	±2	0,5	±0,5	0	±0,5
				Св. 4 до 6	1,5	±0,5	10	±3			0,5	
				Св. 6 до 8			12	±4,5				
				Св. 8 до 10	2,0	±1,0	14	±2	1,0			
				Св. 10 до 12			16					
				Св. 12 до 14			18	±5			1,0	
				Св. 14 до 16			20	±3				
				Св. 16 до 18	3,5		26	±4	1,5		1,5	
				Св. 18 до 20			28	±2				
				Св. 20 до 22		±1,0	30			±1,0		
				Св. 22 до 24			32					
				Св. 24 до 26	4,0		36	±5			2,0	±1,0
				Св. 26 до 28			38	±2				±0,5
				Св. 28 до 30								

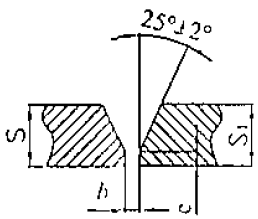
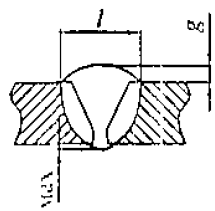
Продолжение таблицы 50

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры, мм									
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S = S1	b		l		g		c	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
			ИПи ИП	От 3 до 4	0 5	+0 5	6	2	0 5	+0 5	0	0 5
				Св 4 до 6	1 0	1 0	9		0 5	+1 0 0 5	1 0	1 0
				Св 6 до 8			12					
				Св 8 до 10			14					
				Св 10 до 12	2 0		16	3	1 0	+1 0	2 0	1 0
				Св 12 до 14			18					
				Св 14 до 16			20					
				Св 16 до 18			22					
				Св 18 до 20	3 0		25	5	1 5	+1 0	2 0	+1 0 1 0
				Св 20 до 22			28					
				Св 22 до 24			30					
				Св 24 до 26	4 0		32					
				Св 26 до 28			34					
				Св 28 до 30			38					

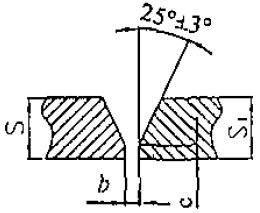
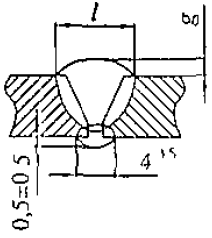
Продолжение таблицы 50

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры, мм									
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S = S	b		l				g	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
С4			ИПн ИП	От 4 до 6	1,0	+1,0	0,5	10,5	9	13 2	0,5	10,5
				Св. 6 до 9					10			+1,0 0,5
				Св. 9 до 10	2,0	+1,0		+1,0 0,5	12		1,0	1,0
				Св. 10 до 12					14			
				Св. 12 до 14			1,0	+1,0 0,5	16			
				Св. 14 до 16					18			
				Св. 16 до 18	3,0	+1,0			20			
				Св. 18 до 20					22			
				Св. 20 до 22					23		1,5	+1,0
				Св. 22 до 24					24			
				Св. 24 до 26	4,0	+1,0			25			
				Св. 26 до 28					26			
				Св. 28 до 30					27			

Продолжение таблицы 50

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26-1	Размеры, мм								
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		$S = S_1$	b		c		l		g	
					номин	пред. откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред. откл
С5			ИНп ИН	От 3 до 4	1,5	±0,5	0,5	±0,5	8	+3 -2	0,5	±0,5
				Св 4 до 6					10			
				Св 6 до 8	2,0	±0,5			12	+4 -2		
				Св 8 до 10					14			
				Св 10 до 12	2,5	+1,0 -0,5		+1,0 -0,5	16	+5 -2		
				Св 12 до 14					18		1,0	+1,0
				Св 14 до 16	3,0	+1,0 -0,5			20			
				Св 16 до 18					22	+6 -3		
				Св 18 до 20					24			

Продолжение таблицы 50

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры мм									
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		$S = S_1$	b		c		l		g	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
С6			ТТТп ТТТ	От 3 до 4	1,0	+1,0	0,5	+1,0 0,5	8	+3 -2	0,5	±0,5
				Св 4 до 6	1,5	+1,0			10			
				Св 6 до 8			1,0	±1,0	12	+4 -2		
				Св 8 до 10	2,0	+1,0			14			
				Св 10 до 12					16	+5 -2		
				Св 12 до 14					18		1,0	±1,0
				Св 14 до 16	3,0				20			
				Св 16 до 18			1,5		22	+6 -3		
				Св 18 до 20					24			
				Св 20 до 22	1,0				26			
				Св 22 до 24			2,0	±1,0 1,5	30		1,5	
				Св 24 до 26					32			
				Св 26 до 28					34			

Продолжение таблицы 50

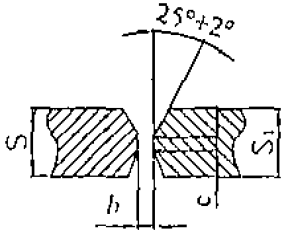
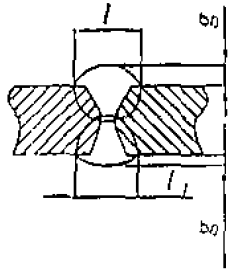
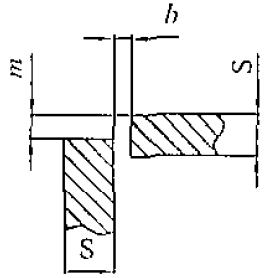
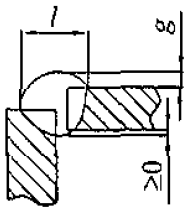
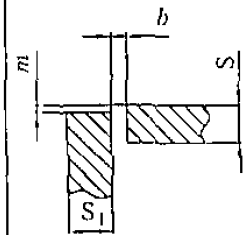
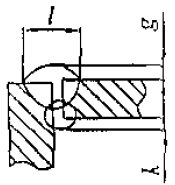
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры, мм									
	подготовленных кромок свариваемых деталей	вида сварного соединения		$S = S_1$	b		c		$l - l_1$		$g - g_1$	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
			ШНп ШН	От 6 до 8	1,0	+1,0	1,0	+1,0	10	+3 -2	0,5	+1,0
				Св. 8 до 10	2,0				12			
				Св. 10 до 12					13	+4 -2		
				Св. 12 до 14					14			
				Св. 14 до 16								
				Св. 16 до 18	3,0	+1,0			15			
				Св. 18 до 20					16	+5 -2		
				Св. 20 до 22			2,0	+1,0 -2,0	17			
				Св. 22 до 24	4,0				18			
				Св. 24 до 26					20			
				Св. 26 до 28					21	+6 -2		

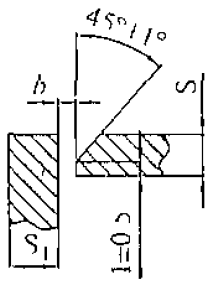
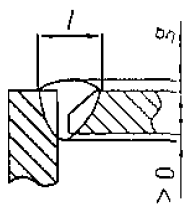
Таблица 51 Основные типы конструктивные элементы и размеры сварных угловых соединений типовых сплавов

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры мм								
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	m		b		l		g	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
У1	 $S_1 \geq S$		ШИ ШИп ШП	От 0 8 до 1 5	0	+0 5	0	+0 5	3	+2 -1	0	+0 5
				Св 1 5 до 2 0					4			
				Св 2 0 до 4 0					6	+2		
				Св 4 0 до 6 0	0 5	+1 0		+1 0	8			+1 0
										+3		

Продолжение таблицы 51

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы сварного соединения	Способ сварки по ОСТ 26	Размеры, мм										
				S	m		b		l		g		l	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
У2			ИП ИПп ИПл	От 2,0 до 4,0	0	+1,0	0	+1,0	6	+2	0	+1,0	2	+1,0 -0,5
	$S_1 \geq S$			Св 4,0 до 6,0	0,5				8	+3			4	
				Св 6,0 до 8,0	1,0	1,0			10				6	12,0

Продолжение таблицы 51

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26-1	Размеры, мм							
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	b		l		s	
					номин	пред. откл	номин	пред. откл	номин	пред. откл
У3	 $S_1 \geq S$		111 111	От 3 до 6	1,5	+1,0 0,5	8	+4 2	0,5	1,0,5
				Св. 6 до 10	2,5	+1,0 0,5	12	5 2		
				Св. 10 до 14	4,0	1,0 0,5	16			
				Св. 14 до 18			20	15 3	1,0	+1,0
				Св. 18 до 22			25			
				Св. 22 до 26			30	+6	1,5	+1,5

Продолжение таблицы 51

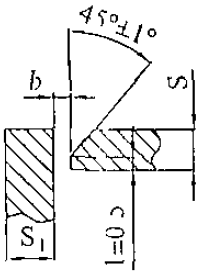
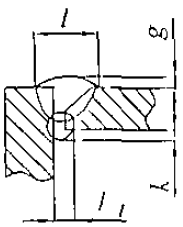
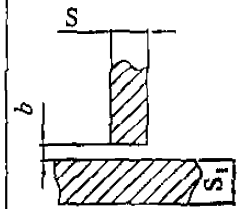
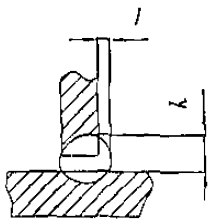
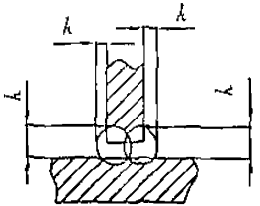
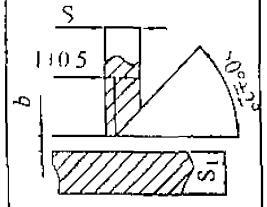
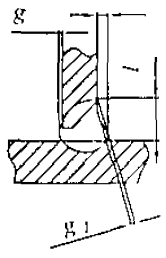
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26-1	Размеры, мм									
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	l		l		g		k, k_1	
					номин	пред. откл.	номин	пред. откл.	номин	пред. откл.	номин	пред. откл.
У4	 $S_1 \geq S$		ИПп ПП	От 3 до 6	1,5	+1,0 −0,5	8	+4 −2	0,5	±0,5	3	±1
				Св. 6 до 10	2,5		10	5			5	1,2
				Св. 10 до 11	4,0		16					
				Св. 11 до 18			20	+5 −3	1,0	±1,0	6	
				Св. 18 до 22		+1,0 −0,5	24					
				Св. 22 до 26			28	+6 −3	1,5	±1,5		
				От 26 до 30			32					

Таблица 52 Основные типы конструктивные элементы и размеры сварных стыковых соединений титановых сплавов

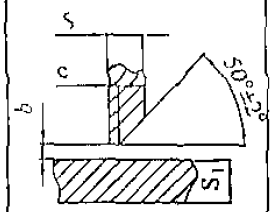
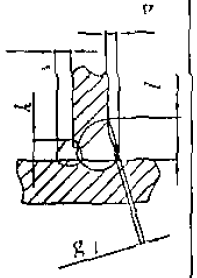
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26-1	Размеры мм		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	b	
					номин	пред откл
Т1	 $S_1 > S$		ШН ШНи ШП	От 1 до 2	1 0	0 5 1 0
				Св 2 до 3	2 0	
				От 1 до 2	1 0	0 5 1 0
				Св 2 до 3	2 0	
				Св 3 до 4		1 0
				Св 4 до 6	3 0	

ПРИМЕЧАНИЕ Величина зазора k принимается по расчету или из конструктивных соображений с учетом условий эксплуатации и указывается в обозначении шва на чертежах

Продолжение таблицы 52

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры, мм											
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	b		l		g		g_1		g	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
Т2	  $S_1 \geq S$		ИНи ИП	От 3 до 4	1,5	+1,0 -0,5	6	+3 -2	1	±1	-		0	1
				Св. 4 до 6	2,5	+1,0 -0,5	10	+4 -2	2					+2
				Св. 6 до 8			12							
				Св. 8 до 10			15		3					
				Св. 10 до 12	4,0		18	+5 -2		+2				
				Св. 12 до 14			20		4		0	±1,0		
				Св. 14 до 16			22							
				Св. 16 до 18			24		5					
				Св. 18 до 20			26							
				Св. 20 до 22			28		6					
				Св. 22 до 24			31							
				Св. 24 до 26			33		7					
				Св. 26 до 28			36							

Продолжение таблицы 52

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26-1	Размеры, мм													
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	b		c		l		q		g_1		k	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
Т3	 $S_1 \geq S$		ШПп ШП	От 3 до 4	1,5	+1,0 0,5	1,0	1,05	6	+3 -2	1	1,1	-	-	2	1,1
				Св. 4 до 6	2,5	+1,0 0,5			10	+4 -2	2		-	-		
				Св. 6 до 8					12				-	-		
				Св. 8 до 10					15		3		-	-	3	
				Св. 10 до 12	4,0	+1,0 0,5	1,5	1,10	18	+5 -2		1,2				
				Св. 12 до 14					20		4		0	+1,0		
				Св. 14 до 16					22							
				Св. 16 до 18					24		5					
				Св. 18 до 20					26							
				Св. 20 до 22					28		6				4	+2
				Св. 22 до 24					31							
				Св. 24 до 26					33		7					
				Св. 26 до 28					36							

Продолжение таблицы 52

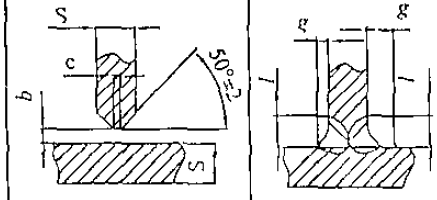
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры, мм								
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	b		c		l		g	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл
14	 $S_1 \geq S$		ИНи ИП	От 5 до 6	1,0	+1,0	1,0	+1,0	6	+5 2	2	±1,0
				Св 6 до 8					7			
				Св 8 до 10					8			
				Св 10 до 12	2,0				9			
				Св 12 до 14					10			
				Св 14 до 16					12		3	
				Св 16 до 18					13			
				Св 18 до 20	3,0		2,0		16			
				Св 20 до 22					17		4	
				Св 22 до 24					18			
				Св 24 до 26					19			
				Св 26 до 28					21			
				Св 28 до 30					22			

Таблица 5 Сварочные материалы

Марка свариваемого сплава	Марка проволоки	Стандарт
ВТ1 00 ВТ1 0 ГОСТ 1980	ВТ1 00 ВТ1 00С	ОСТ 1 90015 ТУ 1 9 1056 ТУ 1 9 9??
ОТ4 0 ГОСТ 1980	ОТ4 1	ОСТ 190015 ТУ 1 9 1056

10 2 10 Конец вольфрамового электрода затачивать на конус с углом при вершине 15 40°

10 2 11 При сварке необходимо обеспечивать плавное сопряжение шва с поверхностью свариваемого металла

Разрешается доводить размеры швов до требуемых норм механической обработкой

10 2 12 Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки приведены в таблице 54

Таблица 54 Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки титановых сплавов

Толщина свариваемого металла мм	Диаметр вольфрамового электрода мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Сварочный ток А	Напряжение на дуге В	Расход аргона л/мин		Диаметр сопла горелки мм	Кол во проходов
					Для защиты дуги	Для защиты обратной стороны шва		
0 5 1 0	1 5 2 0	1 0 1 5	25 60	8 10	15 20	10 15	14 16	1
1 6	1 5 2 0	1 5 2 0	60 80	10 12	15 20	10 15	14 16	1
2 0	2 0 2 5	1 5 2 0	80 100	10 14	15 20	10 15	14 16	1
5 0	2 5 3 0	1 5 5 0	120 160	10 14	15 20	10 15	16 18	1
4 0	2 5 5 0	1 5 5 0	120 160	10 16	15 20	10 15	18 20	2
6 0	2 5 5 0	1 5 5 0	140 180	10 16	15 20	10 15	18 20	3-4
8 0 10 0	2 5 5 0	2 0 3 0	160 180	10 16	16 20	10 15	18 20	8 10
12 0	5 0-4 0	2 0-4 0	180 220	10 16	16 20	10 15	18 20	12
14 0	5 0-4 0	3 0-4 0	200 220	10 16	20 30	8 12	18 20	14
16 0	5 0-4 0	5 0-4 0	200 240	10 16	20 30	8 12	18 20	16
18 20	4 0 5 0	3 0-4 0	200 300	1016	20 30	8 12	18 20	20
20 26	4 0 5 0	4 0 5 0	250 00	10 16	20 50	8 12	18 20	24
26 50	4 0 5 0	4 0 5 0	250 500	10 16	20 50	8 12	18 20	26

10 3 Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

10 3 1 Для автоматической сварки стыковых швов кромки принимать согласно ОСТ 26 1

Размеры швов должны соответствовать требованиям ОСТ 26 1

10 3 2 Сварку неплавящимся электродом производить на постоянном токе прямой полярности

10 ɔ ɔ Ориентировочные режимы автоматической сварки титана неплавящимся электродом приведены в табл ɔ

Таблица ɔɔ Ориентировочные режимы автоматической сварки стыковых швов титана неплавящимся электродом

Толщина свариваемого металла мм	Диаметр вольфрамового электрода мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Сварочный ток А	Напряжение на дуге В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки м/ч	Расход аргона, л/мин	
							для защиты дуги	для защиты оратно стороны шва
Без присадочного металла								
0 5	1 5		ɔ0-4ɔ	8 10	4ɔ ɔ0		8 10	?-4
0 8	1 5		60 80	8 10	ɔ0 ɔ		8 10	?-4
1 0	1 ɔ		80 100	8 10	?ɔ ɔ5		10 12	? 4
1	1 5 ? 0		120 140	8 10	?5 ɔ?		10 12	4 6
? 0	? 0 2 5		160 ?00	9 11	?ɔ ɔ?		12 14	4 6
?	? 0 ? 5		180 ?40	10 12	?5 ɔ?		12 14	4 6
ɔ 0	2 5 ɔ 0		?60 ɔ00	10 12	?5 ɔ0		14 16	4 6
С присадочным металлом								
ɔ	?5 ɔ0	1 ɔ 0	?00 ?60	8 10	?0 ?	?0 50	14 16	4 6
4	?5 ɔ0	1 ɔ ?0	?00 ?60	8 10	1 0	1ɔ 50	14 16	4 6
6	25 30	1 ɔ ?0	?00 ?60	8 10	1 0	?ɔ 70	20 ɔ0	5 8
10 20	2 5 ɔ 0	1 ɔ ?0	?00 ?60	8 10	1 0	?5 70	?0 ɔ0	5 8

ПРИМЕЧАНИЕ Превышение кромок должно быть 10% от толщины металла

поверхности детали

10 3 ɔ Отклонение оси электрода от стыка свариваемых деталей не должно превышать 0 ɔ 1 0 мм по всей длине шва Присадочную проволоку подавать непрерывно под углом 7ɔ 9ɔ° к оси вольфрамового электрода

10 ɔ 6 Присадочную проволоку применять в зависимости от марки сплава согласно табл ɔ2

10 3 7 Сварку производить на автоматах типа АРК сварочных установках с тракторами типа АДВС и головками типа АГВ и др

10 4 Автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом

10 4 1 Кромки стыковых швов под сварку применять согласно ОСТ 26 1 Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 11 06 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

10 4 2 Для сварки следует применять постоянный ток обратной полярности (плюс на электроде)

10 4 3 Вылет электродной проволоки из токопроводящего мундштука устанавливается 20 40 мм в зависимости от толщины свариваемого металла.

10 4 4 Расстояние от сопла горелки до поверхности свариваемых деталей должно быть 10 12 мм

10 4 5 Ориентировочные режимы автоматической аргонодуговой сварки плавящимся электродом стыковых швов представлены в табл 56

10 4 6 В качестве присадочного металла использовать сварочную проволоку согласно табл 55 Проволоку перед сваркой обезжирить

10 4 7 Для автоматической сварки плавящимся электродом использовать автоматы АРК установки типа АДСП и головки типа АГП и другие

Таблица 56 Ориентировочные режимы автоматической аргонодуговой сварки стыковых швов титана плавящимся электродом

Толщина свариваемого металла мм	Характер выполненного шва	Диаметр сварочной проволоки мм	Сварочный ток А	Скорость сварки м ч	Скорость подачи сварочной проволоки м ч	Расход газа для защиты л мин		
						сварочной ванны и шва	обратной стороны шва	инертный газ (в горелку)
8 10	Односторонний со скосом двух кромок на съемной подкладке	1 6	360-400	15 20	60 90	12 14 30-40	3 6	гелий аргон
8 10	Двусторонний с двумя симметричными скосами двух кромок	1 6	340 360	25	65 70	14 16 30-40	5 6	гелий аргон
12 14	Односторонний со скосом двух кромок на съемной подкладке	1 6	580 600	17	145	14 16 30-40	8 10	гелий аргон
12 14	Двусторонний с двумя симметричными скосами двух кромок	1 6	360-400	20 25	100 120	14 16 30-40	8 10	гелий аргон
16 20	Двусторонний с двумя симметричными скосами двух кромок	1 6	440-480	20 22	130 135	14 16 30-40	8 10	гелий аргон

10 5 Автоматическая сварка неплавящимся электродом «погруженной дугой»

10 5 1 Данный способ сварки позволяет производить сварку листов толщиной до 36 мм без разделки кромок

10 5 2 Сварку погруженной дугой производить на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде)

10 5 3 Для сварки могут быть использованы автоматы АДС 1000 2В АСНГ 626 3 «Нептун» «Аргон» и др С принудительной системой регулирования напряжения на дуге

10 5 4 Смещение кромок стыкуемых деталей допускается не более 0 1 от толщины детали но не более 1 мм

Расстояние вольфрамового электрода до свариваемой поверхности 1 2 5 мм

10 5 5 Сварной шов с каждой стороны листа выполнять в два прохода без применения присадочной проволоки первый для получения требуемой глубины

проплавления при погруженном конце вольфрамового электрода второй – для придания сварному шву требуемых геометрических размеров и сглаживания первого прохода поверхностной дугой

10 5 6 В качестве защитного газа применять аргон или гелий

10 5 7 Кромки и прилегающие к ним поверхности с двух сторон на ширину 50 70 мм должны быть защищены и промыты растворителем и осушены спиртом

10 5 8 Прихватка подготовленных под сварку деталей имеющих отклонения по зазору и смещению кромок больше указанных не разрешается

10 5 9 После прихватки собранный стык и выводные планки по всей длине с двух сторон подвариваются ручной аргонодуговой сваркой

10 5 10 Допускается местный зазор длиной не более 100 мм на 1 пог м шва если величина его не превышает значений указанных в табл 57

Таблица 57 Величина зазора в зависимости от толщины

Толщина свариваемого металла мм	6 9	10 12	13 16	17 20	21 36
Зазор мм	0 6	0 7	0 8	1 0	1

10 5 11 Ориентировочные режимы автоматической двусторонней сварки стыковых швов неплавящимся электродом в защитном газе погруженной дугой даны в табл 58

Таблица 58 Ориентировочные режимы автоматической двусторонней сварки стыковых швов титана неплавящимся электродом в защитном газе

Толщина свариваемого металла мм	Проходы	Инертный газ (в горелку)	Сварочный ток А	Напряжение на дуге В	Скорость сварки м/ч	Расход газа л/мин	
						в горелку	в приставку аргон
10	На провар сглаживание	гелий аргон гелий	350-400 340 380 150 200	20 22 15 15 20 22	12 14 15 15 10 12	40 50 20 25	30 40
20	На провар сглаживание	гелий гелий	550 600 200 250	22 24 25 25	7 8 9 10	60 70 40 50	35-45
30	На провар сглаживание	Гелий гелий	960 980 350-400	17 18 27 28	12 14 9 10	60 70 45 55	40 50 35 45
4 36	На провар сглаживание	гелий гелий	970 1000 400-450	15 16 26 28	10 12 9 10	60 70 50 70	35-45

10 5 12 При выполнении прямолинейных швов необходимо начинать и заканчивать сварку на заходных планках Размеры заходных планок 80х100хS выводных 80х100хS на 1 продольный шов

10 5 13 При сварке кольцевых швов начало каждого прохода необходимо перекрывать на 80 100 мм

10 6. Аргонодуговая сварка по «щелевому зазору»

10 6 1 Сварку по «щелевому зазору» выполнять с присадочным материалом в узком зазоре на соединениях без скоса кромок с целью уменьшения объема наплавленного металла и улучшения качества сварных соединений

10 6 2 Конструктивные элементы раздела кромок под сварку по «щелевому зазору» выбирать в соответствии с ОСТ 26-1 Применение других типов сварных швов, удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 11-06, допускается по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

10 6 3 Перед сваркой к торцам свариваемых кромок необходимо приварить катетом 3-4 мм (рисунок 13) технологические планки толщиной 5 8 мм, длиной 40-50 мм Ширина (высота) планки выбирается равной толщине свариваемых деталей

10 6 4 Допускается выбирать толщину планок равной толщине свариваемых деталей

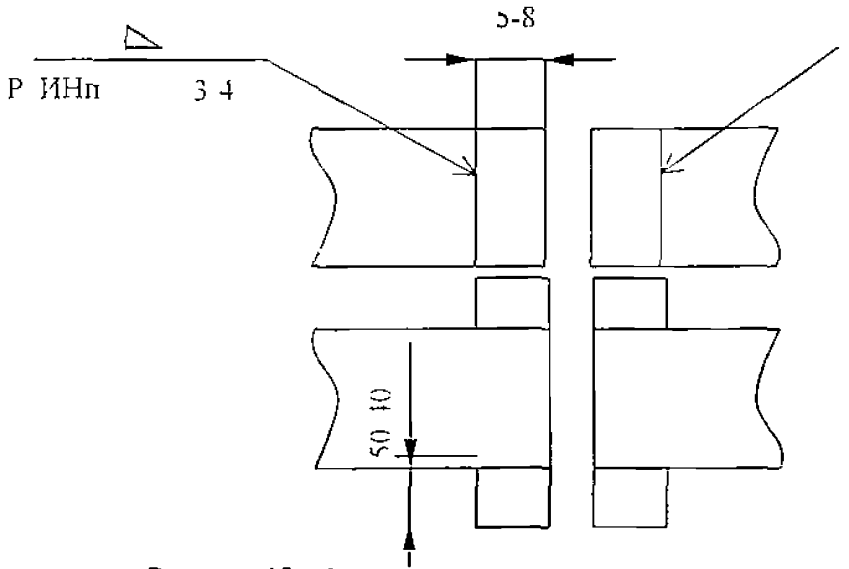


Рисунок 13 Формы и размеры технологических планок

10 6 4 Если соединения со «щелевым зазором» выполняются с наплавкой валиков то последние следует наплавлять одновременно и на технологические планки, применяя ту же марку присадочной проволоки что и для сварки соединения

10 6 5 Наплавку валиков рекомендуется выполнять в 3 слоя первый слой – проволокой диаметром 3 мм на сварочном токе 250 300 А второй – проволокой диаметром 4 мм, 160-180 А третий – проволокой диаметра от 3 мм, 140-160 А

Наплавленные валики должны плавно сопрягаться между собой и свариваемыми кромками (рисунок 14)

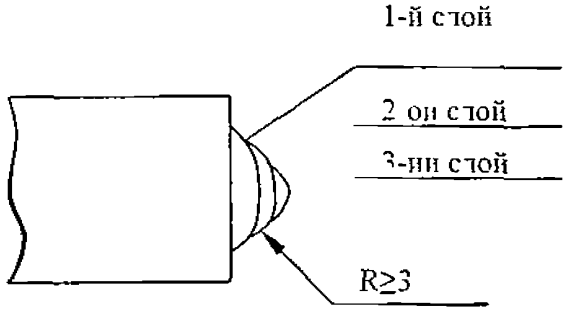


Рисунок 14 Взаимное расположение валиков при сварке

10 6 6 Перед сборкой сварного соединения наплавку след ет предъявить ОТК

10 6 7 Сборку стыков след ет производить на прихватках выполненных ручной аргонодуговой сваркой с защитой оратной стороны прихваток местным продувом инертным газом

0 6 8 Сварной шов выполнять в несколько проходов При выполнении корневого прохода вольфрамовый электрод располагать в осевой плоскости зазора а присадочную проволоку прижимать к одной из свариваемых кромок (рисунок 15)

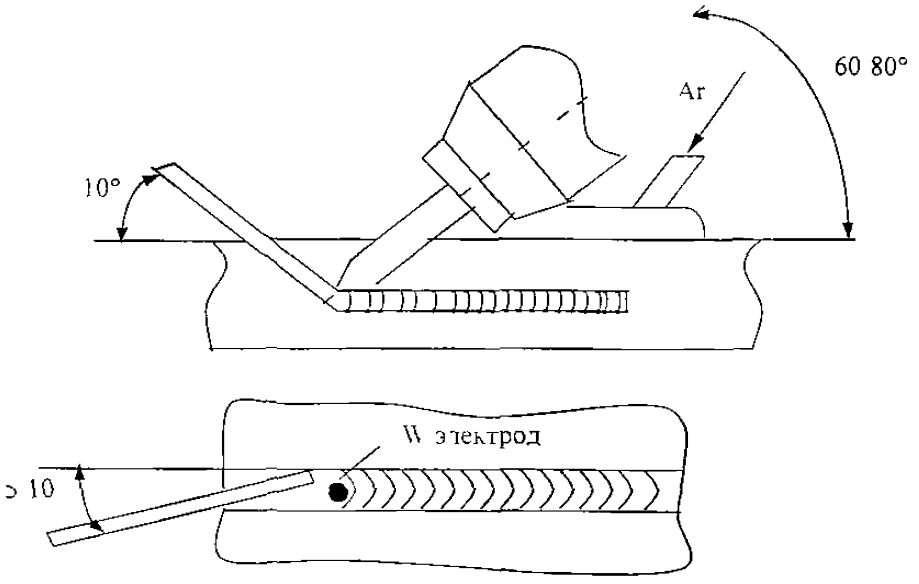


Рисунок 15 Расположение вольфрамового электрода и присадочной проволоки

10 6 9 Порядок заполнения щелевого зазора должен быть следующим 1 й слой шва выполняется проволокой диаметром 3 мм на токе *150 180 А 2* ой слои – проволокой 3 м на токе 300 320 А последующие слои (кроме 5 го) проволокой диаметром 6 мм на токе 400 40 А 5 ый слой выравнивающий – без применения присадочной проволоки на токе 160 180 А (рисунок 16)

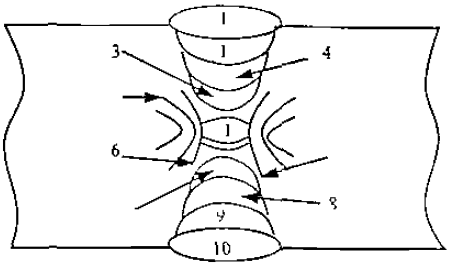


Рисунок 16 Порядок заполнения щелевого зазора

10 6 10 При выполнении сварки следует стремиться чтобы поверхность каждого слоя в том числе корневого прохода и прихваток (с лицевой и тыльной стороны) имела вогнутую форму (рисунок 17)

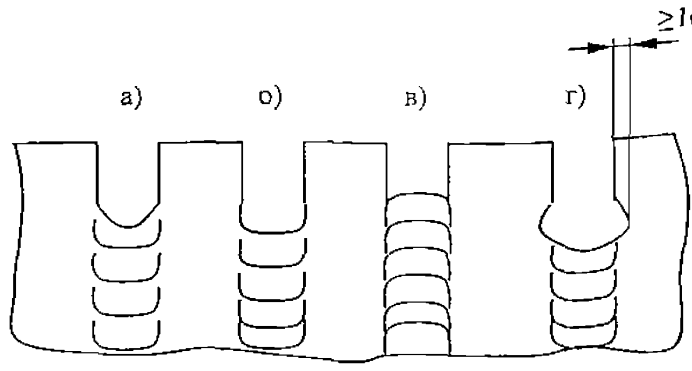


Рисунок 17 Виды формирования шва при сварке по щелевому зазору
а хорошее формирование
б в г – неудовлетворительное формирование

10 6 11 Верхние слои сварного шва выполняются горелкой с фартуком для предупреждения окисления поверхности шва

10 6 12 В процессе сварки по «щелевому зазору» рекомендуется применять сопла глубокой ламинарности обеспечивающие качественную защиту шва от окисления при вылете вольфрамового электрода за обрез сопла до 60 80 мм

10 7 Автоматическая сварка под флюсом

10 7 1 Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов принимать по ОСТ 26 1 Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 11 06 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с *приложением 2 ПБ 10 115*

10 7 2 Сварку под флюсом производить на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде)

10 7 3 Для сварки применять сварочные автоматы ТС 17М АДС 1000 2 АБС и др

10 7 4 В качестве присадочного металла применять проволоку согласно табл 32

10 7 5 Для сварки применять бескислородные фторидно хлоридные флюсы типа АН Т разработанные институтом электросварки им Е О Патона

10 7 6 Зажигание дуги производить замыканием дугового пространства стальной стружкой

10 7 7 Сварку выполнять при малых вылетах электродной проволоки при диаметре электрода 3 4 мм вылет не более 20 25 мм при диаметре 5 мм – 27 30 мм

10 7 8 Не допускается прорыв дуги сквозь флюс Оставшийся после окончания нерасплавленный флюс собирается для дальнейшего использования Шлаковую корку с поверхности шва необходимо сбивать только после охлаждения его до температуры не *выше 400°С*

10 7 9 При многослойной сварке второй и последующий швы выполнять после остывания предыдущих до температуры 60 80°С

10 7 10 Режимы автоматической дуговой сварки под флюсом приведены в табл 39

Таблица 59 Режимы автоматической дуговой сварки титановых сплавов под флюсом

Толщина свариваемого металла мм	Метод сварки	Диаметр сварочной проволоки мм	Режим сварки			
			Сварочный ток А	Напряжение дуги В	Скорость подачи сварочной проволоки м/ч	Скорость сварки м/ч
3	На остающейся подкладке	2 0	190 210	28 30	162	50
3	То же	2 5	240 260	30 32	162	50
4	То же	2 5	270 290	30 32	189	50
4	На медной подкладке	3 0	340 360	30 32	150	50
5	На остающейся подкладке	3 0	340 360	30 32	150	50
5	На медной подкладке	3 0	370 390	30 32	150	50
6	На остающейся подкладке	3 0	380–400	30 32	162	50
6	На медной подкладке	3 0	390-420	28 30	175	50
6	Двусторонняя	2 5	240 260	28 32	162	50
8	На медной подкладке	4 0	590 600	30 32	95	45
8	Двусторонняя	0	310 300	28 30	189	50
10	На медной подкладке	4 0	600 610	32 34	9	45
10	Двусторонняя	3 0	340 360	30 32	150	50
12	То же	3 0	350-400	28 30	162	50
15	То же	0	390 420	30 32	175	50

10 8 Электрошлаковая сварка

10 8 1 Электрошлаковую сварку производить на переменном токе промышленной частоты

10 8 2 Для электрошлаковой сварки титана и его сплавов применять флюс АН Т?

10 8 3 Электрошлаковую сварку выполнять с применением следующего оборудования и приспособлений

аппараты типа А 550 – для сварки изделий сечением до 250х250 мм пластинчатым электродом типа А 680 для сварки изделий сечением до 500х500 мм тремя пластинчатыми электродами типа А 977 – для сварки плавящимся мундштуком (пластинчато проволочным электродом) изделий сечением до 500х1200 мм

сварочные трансформаторы типа ТШС 300 1 или ТШС 300 3 или другого типа обеспечивающие рабочее напряжение процесса 15 25 В и необходимый сварочный ток,

универсальные (типа Р 918) или специализированные охлаждаемые кокили

10 8 4 Профиль кокиля должен соответствовать профилю свариваемых деталей Местные зазоры не должны превышать 0 5 мм

10 8 5 Поверхность пластинчатых электродов применяемых для сварки должна быть травленой Ширина пластинчатых электродов равна толщине свариваемых деталей Электрод может быть изготовлен из листа указанной толщины или набран пакетом из листов меньшей толщины которые соединяются между собой точечной или аргонодуговой сваркой

10 8 6 Для возбуждения электрошлакового процесса электрод закорачивается на деталь через титановую губку или стружку

10 8 7 Засыпку флюса в шлаковую ванну в процессе сварки производить небольшими порциями через промежутки времени достаточные для полного расплавления предыдущей порции

10 8 8 Рекомендуемые режимы электрошлаковой сварки пластинчатым электродом приведены в табл 60

Таблица 60 Режимы электрошлаковой сварки титановых сплавов пластинчатым электродом

Толщина свариваемого металла мм	Толщина пластинчатого электрода мм	Плотность тока А/мм	Напряжение В	Масса засыпаемого флюса г
30-40 40 60 60 90 90 120	8 10 10 12 10 12 10 12	1 0 1 4 1 4 1 7 1 6 2 2 2 2 2 4	16 18	80 100 100 140 140 200 180 250

11 СВАРКА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

11 1 Специальные требования

11 1 1 Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры швов должны соответствовать ГОСТ 14806 или другой действующей нормативной документации и чертежам Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 01 1183 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

11 1 2 В зависимости от марки алюминия и способа сварки применять сварочные материалы приведенные в табл 61

11 1 3 При сварке разнородных сплавов алюминия применять сварочную проволоку указанную в табл 62

11 1 4 Временное сопротивление разрыву $\sigma_в$ сварных соединений алюминиевых сплавов должно быть не ниже $\sigma_в$ основного металла

Ударная вязкость (KCU) и угол изгиба сварных соединений отдельных сплавов приведены в табл 63

11 1 5 *Швы обращенные к агрессивной среде для повышения их коррозионной* стойкости во всех случаях следует выполнять в первую очередь и за один проход

11 1 6 В зависимости от толщины и конфигурации изделия сварка может быть выполнена способами приведенными в табл 64

Таблица 61 Сварочные материалы для алюминия и его сплавов

Марка алюминия и алюминиевых сплавов	Ручная дуговая сварка		Сварка в защитных газах (аргон гелий смесь)	Автоматическая дуговая сварка по флюсу		Плазменная сварка
	марка электродов или покрытия	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871	марка флюса	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871
А99 А85 А8 А7 А6	АФ4а ОЗА 1[2] ЗАТ 1 (АФ1)	А99 Св А97 Св А85Т	Св А97 Св А85Т	Св А97 Св А8 Т	АН А1 УФОК А1	Св А85Т
АД00 АД0 А5 АД1		Св А85Т Св А5	Св А85Т Св А5	Св А8 Т Св А5		
АМц АМцС			Св АМц	Св АМц	АН А1 УФОК А1	
АМг1			Св АМг	Св АМг3		
АМг3			Св АМг3 Св АМг5[1]	Св АМг3 Св АМг5		
АМг5			Св АМг5 Св АМг6	Св АМг Св АМг6	АН А4	
АМг6			Св АМг6 по ГОСТ 7871	Св АМг6	АН А4	

ПРИМЕЧАНИЯ 1) Применение проволоки Св АМг5 для сварки сплава АМг5 допускается в случае отсутствия требований к сварным соединениям по стойкости к межкристаллитной коррозии

2) Электроды марки ОЗА 1 по ТУ 14-4 614

Таблица 67 Сварочная проволока для сварки в защитных газах разнородных сплавов на алюминиевой основе[1]

Марка свариваемых материалов	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871
А85 А8 АД0 АМц АМцС	Св АМц
А85 А8 АД0 – АМг3	Св АМг3 Св АМг6
А85 А8 АД0 – АМг5	Св АМг6
А85 А8 АД0 АМг6	Св АМг6
АМц АМцС АМг3	Св АМг5 Св АМг6
АМг2 + АМг3	Св 1557, Св АМг3 Св АМг6
АМг2 + АМг5	Св 1557, Св АМг6
АМг3 АМг6	Св 1557 Св АМг6
АМг3 – АМг5	Св АМг6
АМг3 + АМг6	Св АМг6

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Прочность сварных соединений из разнородных марок должна быть не ниже прочности менее прочного материала а пластичность не ниже пластичности менее пластичного материала

Таблица 68 Значения ударной вязкости и угла изгиба сварных соединений алюминиевых сплавов

Марка сплава	А99 А85 А8 А7 А6 А5 АД0 АД1 АМц АМцС АМг1	АМг3	АМг5	АМг6
Угол изгиба не менее град	180	60	45	45
Ударная вязкость Дж/см^2, (кгсм см^2) не менее От 0° до плюс 150°С От минус 70° до 0°С		–	59 (5 9) 58 (5 8)	32 (5 2) 28 (2 8)

Таблица 64 Типы сварных соединений для ручной, автоматической и полуавтоматической сварки алюминия и его сплавов

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение сварного соединения по ГОСТ 14806	Способ сварки		
				Ручная	Автоматическая	Полуавтоматическая
Стыковое	С отбортовкой кромок	Односторонний	С1	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1=(0 8 2)мм[1]	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (0 8 3)мм	
Стыковое	Без скоса кромок	Двусторонний	С7	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (3–4)мм Ручная дуговая покрытыми электродами [1] S S_1–(4 25)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (4 20)мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S_1=(4 20)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S_1 (4 8)мм
Стыковое	Без скоса кромок	Двусторонний	С7	Покрытыми электродами S–S_1 (6 25)мм	Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) S S_1 (12 20)мм Сварка под слоем флюса S–S_1=(8 30)м	
Стыковое	Без скоса кромок	Односторонний на остающейся подкладке	С5	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S=S_1–(0 8 12)мм Ручная дуговая сварка S S (6 10)мм [2]	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1–(0 8 12)мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S_1 (4 12)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S=S_1=(4 8)мм
Стыковое	Со скосом кромок	Односторонний на съемной подкладке	С18	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (5 30)мм [3]	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (3 20)мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S=S_1–(12 30)мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) S S_1 (30-60)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S –(12 30)мм

Продолжение таблицы 64

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение сварного соединения по ГОСТ 14806	Способ сварки		
				Ручная	Автоматическая	Полуавтоматическая
Стыковое	Со скосом кромок	Двухсторонний	С21	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S =(5 30)мм Ручная дуговая сварка S S (5 60)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S–S =(5–40)мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S =(6 30)мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) S S (30 60)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S=S=(5 30)мм
Стыковое	С двумя симметричными скосами кромок	Двухсторонний	С25	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S=(12 30)мм Ручная дуговая сварка S=S =(35 60)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S (12 30)мм Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S–S =(30–40)мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) S S=(30-60)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S (12 30)мм
Стыковое	С двумя симметричными криволинейными кромок	Двухсторонний	С26	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S =(30-40)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S (30 60)мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S–S (30 60)мм S S =(100 120)мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) S=S =(30 60)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S=(30 60)мм S S=(100 120)мм

Продолжение таблицы 64

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение сварного соединения по ГОСТ 14806	Способ сварки		
				Ручная	Автоматическая	Полуавтоматическая
Угловое	Без скоса кромок	Двусторонний	У5	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (1 5 12)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (1 5 12)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1$=(10 12)мм
Угловое	Со скосом одной кромки	Двусторонний	У7	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (5 20)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом $S=S_1$=(5 20)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S (5 20)мм
Угловое	Со скосом кромок	Двусторонний	У10	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (12 30)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1$=(12 30)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S_1=(12 30)мм
Тавровое	Без скоса кромок	Двусторонний	Т3	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (1 5 20)мм Ручная дуговая сварка S S_1 (15 20)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S-S_1$ (1 5 20)мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S_1-(4 20)мм
Тавровое	Без скоса кромок	Односторонний	Т1	То же	То же	То же
Тавровое	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний	Т8 Т9 (S>30)	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S$ =(12 60)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1$-(12 60)мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом S S_1 (12 60)мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S-S_1$-(50-60)мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S-S_1$-(12 60)мм

Продолжение таблицы 64

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение сварного соединения по ГОСТ 14806	Способ сварки		
				Ручная	Автоматическая	Полуавтоматическая
Нахлесточное	Без скоса кромок	Односторонний Двусторонний	Н1 Н2	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1 (1 5 20) мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом S S_1=(1 5 20)мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом S S_1=(1 5 36)мм

1) S S_1 – толщина свариваемых деталей мм

2) Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов при ручной дуговой сварке штучными электродами принимаются по НД предприятия

3) При сварке с подогревом для сварных соединений С18 и С21 толщиной свыше 20 мм конструктивные элементы подготовки кромок и размеры швов принимаются по НД предприятия

ПРИМЕЧАНИЕ Сварка вышеуказанных алюминиевых сплавов в зависимости от толщины и марки сплава осуществляются с подогревом от 150 до 350°С

11 2 Подготовка под сварку

11 2 1 Подготовка кромок производится механическим способом

11 2 2 Перед сваркой кромки и прилегающие к ним поверхности с двух сторон должны быть зачищены с целью удаления окисной пленки на ширине равной 1 толщины свариваемого металла, но не менее 20 мм механическим способом (щетками из нержавеющей проволоки и т п) с обязательным последующим обезжириванием или химическим способом состоящим из следующих операций

обезжиривание в 5% ном водном растворе едкого натра при 60 80°С в течение 2 мин

промывка в теплой воде (температура не ниже 45°С) а затем в холодной проточной воде

- осветление в 15% ном водном растворе азотной кислоты при температуре 60 65°С в течение 2 5 мин

промывка в теплой (не ниже 45°С)и холодной воде

- сушка при температуре 60°С до окончательного удаления влаги

11 2 3 Непосредственно перед сваркой кромки должны быть обезжирены ацетоном или другим растворителем

Время между зачисткой свариваемых поверхностей и сваркой не должно быть более 24 ч

11 2 4 Проволока должна поставляться для ручной сварки в отожженном или нагартованном состоянии для автоматической и полуавтоматической сварки – только в нагартованном состоянии

11 2 5 Перед началом сварочных работ проволока должна подвергаться наружному осмотру При этом состояние поверхности сварочной проволоки должно удовлетворять требованиям ГОСТ 7871

11 2 6 Сварочные материалы предназначенные для выполнения сварных соединений к которым предъявляются требования по стойкости к межкристаллитной коррозии перед использованием должны подвергаться испытаниям (контрольные образцы) на отсутствие склонности к межкристаллитной коррозии по ГОСТ 6032

11 2 7 Сварочную проволоку следует подвергать химической очистке по технологии указанной в п 11 2 2 или электрохимической полировке по инструкции завода изготовителя аппарата

11 2 8 Срок хранения сварочных материалов после химической очистки не более 12 ч на воздухе или не более 36 ч при хранении в герметично закрытой таре

11 3 Ручная дуговая сварка алюминия марок А99, А85, А8, А7, А6, А5 АД00, АД0, АД1

11 3 1 Сварку рекомендуется производить электродами на проволоке Св А97 Св А85Т и Св А5 по ГОСТ 7871 с покрытием АФ4А с криолитом (65% флюса АФ4А и 35% криолита)

11 3 2 Допускается использовать также электроды с покрытиями УОНИ 1 и ЭАл 1 (АФ1)

11 3 3 При толщине 12 мм и более прихватку и сварку производить с подогревом до 250 350°С

11 3 4 *Собранные под сварку узлы прихватывают теми же электродами, которыми* будет производиться сварка

11 3 5 Прихватку и сварку производят на постоянном токе обратной полярности

11 3 6 Зазор при сборке устанавливается в зависимости от толщины металла в пределах до 3 мм

11 3 7 При многослойной сварке каждый последующий слой накладывается после тщательной зачистки предыдущего

11 3 8 После сварки производится зачистка швов (если она требуется по техническим условиям)

11 3 9 Режимы сварки приведены в табл 65

Таблица 65 Режимы ручной дуговой сварки алюминия марок А99, А85, А8, А7, А6, А5, АД00, АД0, АД1

Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Толщина свариваемого материала, мм	Диаметр электрода мм	Сварочный ток А
Без скоса кромок	Двусторонний	6	5	280 300
		8	6	300 320
		10	6	350 380
		12	8	350-450
		16		400 450
		20		450 500
		25		500 550
Без скоса кромок	Односторонний на остающейся подкладке	6	5	280 300
		8	6	300 320
		10	6	320 380
Со скосом кромок	Двусторонний	26 28	8	500 550
		30 32		550 600
		34 60		600 700
С двумя симметричными скосами кромок	Двусторонний	35	8	550 600
		40		
		45		600 700
		50		
		60		

11 3 10 При длине шва более 500 мм рекомендуется применять обратно ступенчатый способ сварки

11 4 Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

11 4 1 Сварочные материалы принимают согласно табл 61 62

11 4 2 В качестве неплавящегося электрода применяют лантанированные вольфрамовые прутки по ТУ 48 19 27 ГОСТ 23949

11 4 3 Для защиты дуги применяют аргон по ГОСТ 10157 и гелий по ТУ 51-940

11 4 4 Для формирования корня шва применять подкладки с канавкой по линии стыка, глубиной от 0 8 до 2 0 мм и шириной от 4 до 20 мм

11 4 5 Сварку ведут на переменном токе с наложением высокой частоты

11 4 6 Изделия перед сваркой необходимо подогревать до 150 350°С в зависимости от толщины и марок сплава в соответствии с табл 66

Таблица 66 Максимальная температура подогрева алюминия и его сплавов перед сваркой

Сплав	Толщина металла мм	Температура подогрева °С	Продолжительность нагрева мин
А99 А85 АД0 АД1	Любая	250	60
АМц	Любая	250	60
АМг1 АМг3	< 12	100	50
АМг5 АМг6	> 1	150	10

11 4 7 Вылет вольфрамового электрода должен составлять 8 12 мм

11 4 8 Ориентировочные режимы сварки приведены в табл 67

Таблица 67 Режимы ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом алюминия и его сплавов

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806	Толщина свариваемого металла мм	Диаметр вольфрамового электрода мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Расход аргона л/мин	Сварочный ток А	Кол во слоев	Примечание
С1	1 5 2 0	1 0 3 0	1 0 2 0	5 6 5 6	60 90 80 110	1 1	
С7	3 0	4 0	3 0	7 8	100 1 0	2	

Продолжение таблицы 67

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Расход аргона л/мин	Сварочный ток А	Кол во слоев	Примечание
С5	2 0 3 0-4 0 5 0 12 0	3 0-4 0 4 0 4 0 5 0	2 0 2 5 3 0 3 0	5 6 7 8 7 8	80 100 150 170 180 200	1 1 1-4	
С21	5 0 12 0 12 0 30 0	5 0 6 0 8 0	4 0 5 0 6 0 8 0	10 12 12 14 12 14	180 220 240 260 400 450	2 10 2 5	Количество слоев изменяется в зависимости от толщины изделия
С25	5 0 12 0	5 0 6 0	4 0 5 0	10 12 12 14	180 220 240 260	2 10	То же
	12 0 30 0	8 0	6 0 8 0	12 14	400-450	2 5	
Т5 Т1	1 5 20 0	5 0 6 0	4 0	8 10	180 260	1 5	Количество слоев изменяется в зависимости от толщины изделия и катета шва
Н1 Н2	1 5 20 0	4 0 5 0 6 0	3 0 5 0	8 10 10 12 12 14	140 150 180 220 220 260	1 5	То же

11 5 Автоматическая сварка под флюсом

11 5 1 Автоматической сваркой целесообразно сваривать

продольные стыки при диаметре обечайки свыше 1200 мм и длине более 1000 мм

кольцевые стыки при диаметре обечаек свыше 1600 мм

11 5 2 Марки присадочных проволок принимают по табл 61 62 Проволока должна поставляться в нагартованном состоянии

11 5 3 Состав флюсов АН *Al* и УФОК *Al* приведены в табл 68

Таблица 68 Состав флюсов %

Компоненты	Марка флюса	
	АН *Al*	УФОК *Al* по TV 48-4 347
Калий хлористый по ГОСТ 4234	50	40
Натрий хлористый по ГОСТ 4233	20	30
Криолит К-1 по ГОСТ 10561	30	30

11 5 4 Технологический процесс изготовления флюса состоит из следующих операций

- просушки компонентов при температуре 200 250°С в течение 1,5-2 ч,
- измельчения их до размера 1 5 2 0 мм в поперечнике,
- просев через сито с 16 отв/см^2,
- взвешивания согласно рецептуре (см табл 68)
- перемешивания
- расплавления (в тигле из окалиностойкой стали или графита) при 750 800°С с выдержкой при этой температуре в течение 10 мин

разлива флюса для остывания на противень высотой слоя не более 10 15 мм,

измельчения флюса до размеров 0 2-1 0 мм

просушки флюса при температуре 200 250°С

11 5 5 Допускается использование механической смеси компонентов флюсов или керамических флюсов

11 5 6 Сборку выполнять с минимальными зазорами (0 0 5 мм)

11 5 7 Рихтовку и подготовку выполняют деревянными или дюралюминиевыми молотками

11 5 8 Собранные под сварку детали и узлы прихватывают ручной аргонодуговой или дуговой сваркой с подогревом до 220-250°С

Длина прихватки 50 60 мм расстояние между ними – 300 500 мм

11 5 9 Во избежание прилипания брызг при сварке поверхность листов по обе стороны шва покрывают листовым асбестом или раствором мела в воде

11 5 10 Во избежание прожогов сварку необходимо вести на плотно поджатой подкладке из меди или стали

11 5 11 Сварку вести без предварительного подогрева При сварке кольцевых швов начальный участок шва длиной 150-200 мм при окончании сварки перекрывается вторым слоем

11 5 12 Начало и конец шва необходимо выводить на заходные планки

11 5 13 Размеры флюсового слоя следует выбирать с таким расчетом чтобы дуга только наполовину погружалась в слой флюса При больших количествах флюса уменьшается глубина проплавления

11 5 14 Сварку выполнять на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде) Металл толщиной до 35 мм сваривается в один слой без разделки кромок с одной или двух сторон Возможна сварка одной или двумя электродными проволоками

11 5 15 Режимы сварки приведены в табл 69

Таблица 69 Рекомендуемые режимы автоматической дуговой сварки по флюсу стыковых двусторонних швов алюминия и его сплавов (С7 по ГОСТ 14806)

Толщина свариваемого металла мм	Количество сварочных проволок	Диаметр сварочной проволоки	Сварочный ток А	Напряжение на дуге В	Скорость сварки м/час	Ширина слоя флюса мм	Толщина слоя флюса, мм
6	1	12 14	170 180	28 30	25 26	24 26	6 10
8	1	14 16	190 210	30 32	20 22	24 26	8 10
10	1	16 20	220 280	2 36	18 22	26 28	8 12
	2	16	300 320	32 34	16 18	26 30	8 10
12	1	25 27	350 370	38-40	16 18	32 34	10 12
	2	16 18	320 340	32 4	16 18	30 32	10 12
16	1	28 0	400-450	38-42	14 16	40-44	12 14
	2	20 22	400-450	36 38	16 18	38-40	10 12
18	1	30 32	450-480	38-42	14 16	40-44	12 14
20	2	25 25	470 500	36-40	14 16	46 50	12 14
25	1	30 32	450-480	38 42	12 14	46 50	12 14
35	1	50 52	1000 1200	46-48	10 12	50 54	14 16

11 6 Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в защитных газах

11 6 1 Присадочные проволоки принимаются согласно табл 61 62

11 6 2 Для сварки применяют аргон по ГОСТ 10157 газовые смеси приведенные табл 70

Таблица 70 Рекомендуемые защитные газовые смеси и режимы сварки в зависимости от толщины материала (полуавтоматическая сварка плавящимся электродом)

Толщина мм	Рекомендуемая смесь	Диаметр сварочной проволоки мм	Скорость сварки мм мин	Сварочный ток А	Напряжение на дуге В	Скорость подачи проволоки м мин	Расход газа л мин
1 6	НН 1	1 0	450 600	70 100	17 18	4 0 6 0	14
3 0	НН 1	1 2	500 700	105 120	17 20	5 0 7 0	14
6 0	НН 1	1 2	450 600	120 140	20 24	6 5 8 5	14
6 0	НН 2	1 2	550 800	160 200	27 30	8 0 10 0	14
10 0	НН 2	1 2	450 600	120 140	20 24	6 5 8 5	16
10 0	НН 2	1 6	500 700	240 300	29 32	7 0 9 0	16
> 10 0	НН 2	1 2 1,6	400 500	150 200	20 26	6 5 8 0	18
> 10 0	НН 3	1 6 2 4	450 700	300 500	32-40	9 0 14 0	18

ПРИМЕЧАНИЯ
газовая смесь НН 1 состоит из 30% гелия и 70% аргона
газовая смесь НН 2 состоит из 50% гелия и 50% аргона
газовая смесь НН 3 состоит из 70% гелия и 30% аргона
Смесь НН 1 дает более эффективный нагрев чем аргон Увеличивается проплавление и скорость сварки
Смесь НН 2 наиболее универсальная газовая смесь
Смесь НН 3 при сварке тонких листов снижает пористость увеличивает скорость сварки

11 6 3 Проволоку и свариваемый металл очищают способами указанными в п 11 2 2

11 6 4 Прихватки выполняют ручной аргонодуговой сваркой

11 6 5 Сварку производят на постоянном токе обратной полярности

11 6 6 Начало и конец шва выводят на заходные планки

11 6 7 Вылет сварочной проволоки следует устанавливать 12-20 мм

11 6 8 В зависимости от толщины металла и марки сплава сварку выполняют с подогревом от 150 до 350°С

11 6 9 При сварке кольцевых швов начало шва перекрывать на участки длиной до 300 мм (в зависимости от габаритов изделия)

11 6 10 При перекрытии шва обеспечивать полное расплавление кратера

11 6 11 Рекомендуемые режимы автоматической сварки приведены в табл 71

11 6 12 Режимы полуавтоматической сварки приведены в табл 72 и табл 70

11 7 Автоматическая двухэлектродная сварка под флюсу

11 7 1 Для двухэлектродной сварки алюминия применяют неплавленный флюс АН *II* следующего состава массовая доля компонентов в смеси %

калий хлористый ГОСТ 4234	- 50
натрий хлористый ГОСТ 4233	- 20
криолит ГОСТ 10561	- 30

11 7 2 Поступление флюса в зону сварки регулируют специальным дозирующим устройством

11 7 3 Сборку под сварку выполняют с минимальным зазором (0 1 5 мм)

11 7 4 Смещение кромок в продольных и кольцевых стыковых соединениях должно составлять не более 10% толщины стенки аппарата

11 7 5 Собранные под сварку детали и сборочные единицы прихватывают ручной электродуговой сваркой электродами марок АФ4А с криолитом СЗА 1 или *А*1Ф1 Прихватки производить с внутренней стороны аппарата Длина прихваток – 80 120 мм расстояние между ними – 400-500 мм

11 7 6 Сварку ведут без подогрева

11 7 7 При сварке продольных стыков начало и конец шва необходимо выводить на заходные планки

11 7 8 Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде) полуоткрытой дугой

11 7 9 Двухдуговая сварка аппарата выполняется в следующей последовательности

- сварка продольных стыков обечаек с внутренней стороны с пневматическим флюсоподжимом (для флюсовых подушек применяют флюс АН 348А средней грануляции)

сварка кольцевых стыковых соединений с внутренней стороны с применением флюсовой подушки или асбестового бандажа

- сварка кольцевых и продольных стыков с внешней стороны

Таблица 71 Рекомендуемые режимы автоматической сварки в защитных газах плавящимся электродом алюминия и его сплавов

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Сварочный ток А	Скорость сварки м/ч	Напряжение на дуге В	Расход аргона, л/мин	Скорость подачи проволоки м/ч	Количество слоев	Примечание
С7	10 14 20	2 0 2 0 2 0 2 5	320 340 340 360 360 380	20 26 16 20 14 16	27 28 27 28 29 30	24 28 24 28 28 35	290 310 310 330 330 360	2	Сварку первого слоя выполняют на подкладке во избежание прожогов
С9	4 6 10 12	1 2 1 4 1 4 1 6 2 0 2 0	150 170 260 300 360 380 380-420	30 35 18 25 18 22 14 16	16 20 23 25 26 28 28 29	14 18 20 24 24 28 28 35	170 190 240 260 330 360 360 390	1	
С18	15	2 0	1 и слой 240 280 2 и слои 320 340	20 25	23 25	24 28	220 250 290 310	2	
С18	20	2 0	1 и слои 360 380 2 и слои 400–420	16 18	28 30	28 35	350 360 370 390	2	
С25	20	2 0	1 и слои 360 380 2 и слои 400–420	16 18	28 30	28 35	350 360 370 390	2	Первый слои выполнять на подкладке Корень шва перед сваркой с обратной стороны подрубить
	25	2 0	1 и слои 360 380 2 и слои 400-430	14 16	28 30	28 35	330 360 370 390	2	
С25	30	2 0	1 и слои 360 380 Последующие слои 400 430	14 16	28 30	28 35	330 360 370 390	4	Первый слои выполнять на подкладке Корень шва перед сваркой с обратной стороны подрубить
С26	36	2 0	1 и слои 360 380 Последующие слои 400-430	14 16	28 30	28 35	350 360 370 390	6	Первый слои выполнять на подкладке

Таблица 72 Рекомендуемые режимы полуавтоматической сварки в защитных газах *плавящимся электродом алюминия и его сплавов*

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Сварочный ток А	Скорость подачи проволоки м/ч	Напряжение на дуге В	Расход аргона л/мин	Кол-во слоев	Примечание
С7	10	2,0	280-320	260-290	28-29	12-14	2	Сварку первого слоя выполняют на подкладке во избежание прожогов Перед сваркой зачистить шов с обратной стороны
С9	4 6	1,2-1,4 1,4-1,6	120-160 220-260	150-170 200-220	25 25	10 12 12 14	1 1	
С18	10 15 20	2,0	300-320	260-290	28-29	12 14	1 3 4 (подварка с обратной стороны)	
С25	15 20	2,0 2,0	300-320 300-320	260-290 260-290	28-29 28-29	12 14 12 14	4 4	Первый слой выполнять на подкладке Корень шва перед сваркой с обратной стороны зачистить
С 6	30 36	2,0 2,0	300-320 300-320	260-290 260-290	28-29 28-29	14 16 14 16	10 12	Первый слой выполнять на подкладке Сварка рекомендуется с подогревом
Т3	10	2,0	300-320	260-290	28-29	12-14	1 с каждой стороны	Δ = 6 мм (катет шва)
Т8	20	2,0	300-320	260-290	28-29	14 16	6-7 с каждой стороны	Δ = 8-15 мм (катет шва)
	30						12-15 с каждой стороны	Δ = 10-20 мм (катет шва) рекомендуется подогрев
	36	2,0	300-320	260-290	28-29	14 16	18-22 с каждой стороны	Δ = 15-30 мм (катет шва) рекомендуется подогрев
Н1-Н7	10	2,0	300-320	260-290	28-29	12 14	1	Для толщины 30-36 мм рекомендуется подогрев
	20 30 36					14 16	6 12-15 18-20	

11 7 10 Сварку кольцевых стыковых швов с наружной стороны следует выполнять в зените или с незначительным отклонением от него в сторону спуска Сварка «на подъем» недопустима так как ведет к прожогам

11 7 11 Шлаковую корку с внутренних швов удаляют после окончания сварки с внешней стороны

11 8 Ручная и автоматическая плазменная сварка алюминия марок АД0 и АД00 толщиной до 20 мм

11 8 1 Типы сварных швов выполненных плазменной сваркой допускается *принимать рекомендуемые ГОСТ 14806 для аргонодуговой сварки неплавящимся* электродом Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов для толщин не указанных в ГОСТ 14806 выполняются по нормативной документации предприятия изготовителя Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 01 1183 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

11 8 2 Для выполнения прихваток и плазменной сварки применяют проволоку Св А85Т согласно табл 61 62

11 8 3 В качестве защитного газа применяют аргон по ГОСТ 10157

11 8 4 Проволоку и свариваемый металл очищают способами указанными в пп 11 2 2 11 2 3 и 11 2 4

11 8 5 Прихватки при сборке выполняются ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом с применением присадочной проволоки марки Св А85Т Допускается выполнять прихватки плазменной дугой с применением той же присадочной проволоки

11 8 6 Размеры прихваток и расстояние между ними выбираются в зависимости от *конструкции изделия согласно* табл 7

Таблица 7 Размеры прихваток при сборке под плазменную сварку алюминия мм

Толщина свариваемого металла	Шаг прихваток	Длина прихваток
4 6	100 200	10 20
8	200 300	30 35
10 16	300 350	40 50
16 20	350-400	60 70

11 8 7 При сборке соединений с толщиной металла более 6 мм места прихваток в стыках аргонодуговой сварки необходимо подогревать газовым пламенем до температуры 200 250°С Контроль температуры подогрева осуществляется термопарами ОПИР 09 или термокарандашами

11 8 8 Прихватки перед сваркой зачищаются

11 8 9 Плазменная сварка осуществляется дугой обратной полярности горящей между электродом (анодом) и изделием (катодом)

11 8 10 Глубина погружения вольфрамового электрода внутрь формирующего сопла относительно среза должна быть 2 2 5 мм с углом заточки рабочего конца электрода 90°

11 8 11 Режимы ручной и автоматической плазменной сварки *приведены в* табл 74 и 75

Таблица 74 *Режимы ручной плазменной сварки алюминия*

Толщина металла мм	Диаметр присадочной проволоки мм	Режимы сварки				
		Сварочный ток А	Напряжение на дуге В	Диаметр формирующего сопла мм	Расход аргона л/мин	Обозначение сварного соединения
6						
8	4	180 200	28 ...	6	6 8	С5
10	5	... 240	...	7	7 9	С...
12	5	230 ...	...	7	8 10	С...
14	6	240 270	...	7	8 9	С17
16	6	... 300	... 7	8	... 9	С17
18	6	320 350	...	8	8 11	С21
20	6	...40 380	... 40	8	9 12	С21
	6	...70-410	8 4	8	10 14	С21

Таблица 75 Режимы автоматической плазменной сварки

Свариваемая толщина мм	Сварочный ток А	Скорость		Расход аргона л/мин		Диаметр формирующего сопла, мм
		сварки м/ч	подачи проволоки диаметра ... мм/ч	для защиты	плазмообразующего	
6	...40 ...0	16 0 18 0	60 6...	14 16	1 1 0	4
8	...0 ...6...	12 0 14 0	60 6...	16 18	1 1 4	4
10	...70 ...90	8 0 10 0	80 90	18 20	1 1 8	...
12	400-41...	7 0 8 0	9... 100	20 22	1 2 0	5
14	420-43...	6 5 7 0	9... 10...	22 24	1 2 0	6
16	4 0 -...	... 8 6 ...	100 110	24 26	1 2 0	8
18	4...0-46...	... ... 6 0	110 1?0	26 28	1 2 0	8
20	4 /0-480	... 0 5 5	1?0 1...	26 28	1 2 0	10

ПРИМЕЧАНИЕ Расстояние от торца плазмотрона до изделия должно устанавливаться в пределах 12 2? мм

12 СВАРКА МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ

12 1 Специальные требования

12 1 1 Сварочные материалы предназначенные для выполнения сварных соединений из меди и медных сплавов должны подвергаться обязательной очистке в связи с большой чувствительностью меди и медных сплавов к водороду (осушка газов прокалка флюсов и т д)

12 1 2 При наличии на сварочной проволоке масла смазки и других загрязнений необходимо перед сваркой произвести очистку проволоки механическим путем или травлением Травление производится в растворе содержащем 10 12% серной кислоты и 20% хромового ангидрида с последующей промывкой в теплой проточной воде

12 1 3 Подготовка кромок под сварку должна производиться механическим способом на ножницах и металлорежущих станках с последующей зачисткой с помощью стальной щетки и других инструментов Наличие заусенцев после механической обработки не допускается

12 1 4 Сосуды и аппараты в зависимости от конструкции и размеров могут быть изготовлены всеми видами промышленной сварки меди Применение газовой сварки и сварки угольным электродом допускается только в технически обоснованных случаях оговоренных чертежом или техническими условиями на изделие

12 1 5 Сварку необходимо вести в жестком закреплении или по прихваткам

Прихватка должна обеспечивать провар корня стыкового и углового соединения Расстояние между прихватками должно быть в пределах 150 500 мм

Ширина и высота прихваток должна быть минимальной а длина их не менее 20 мм

Качественные прихватки во время сварки не вырубаются и полностью подлежат перекрытию сварным швом Начинать сварку на прихватке не допускается

12 1 6 Сварку сосудов и аппаратов из меди с толщиной стенки более 3 мм (для латуни более 12 мм) производить с предварительным подогревом до температуры от 200 до 500°С в зависимости от толщины свариваемого изделия и способа сварки

12 1 7 При сварке элементов изделий существенно отличающихся по толщине более толстый металл необходимо подогревать до более высокой температуры

12 1 8 При сварке многослойных швов выполнение каждого последующего прохода следует производить после тщательной зачистки от шлака брызг окисных пленок предыдущего прохода После зачистки пыль и крошки следует тщательно удалить с последующим обезжириванием сварного соединения Применение абразивных инструментов для зачистки не допускается Во избежание появления пор в швах сварное соединение должно быть выполнено с наименьшим числом проходов

12 1 9 Сварку производить по возможности без перерыва перекрывать ранее наложенный шов на 20 30 мм в зависимости от толщины материала.

При перекрытии шва обеспечивать расплавление кромок

12 1 10 Полуавтоматическая сварка стыковых и угловых соединений толщиной до 6 мм производится без поперечных колебаний а при большой толщине – с небольшими поперечными колебаниями горелки При сварке деталей разной толщины угол наклона горелки выбирается так чтобы большая часть дуги переходила на более толстую деталь

12 1 11 Сварные швы должны быть по возможности стыковыми двусторонними

12 1 12 Во избежание прожогов при сварке стыковых соединений рекомендуется применять съемные подкладки

12 1 13 Сварной шов должен иметь плавный переход к основному металлу Резкие переходы в сварных швах не допускаются

12 1 14 Для снятия внутренних напряжений после сварки изделие целесообразно подвергать низкотемпературному отжигу

12 2 Ручная дуговая сварка

12 2 1 Для ручной дуговой сварки применяются сварочные материалы приведенные в табл 76

12 2 2 Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку типы и размеры швов сварных соединений рекомендуется принимать по ГОСТ 16038 (типы С4 С5 С18 С19 У17) или другой действующей нормативной документации и чертежам Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 01 900 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

Таблица 76 Сварочные материалы применяемые для ручной дуговой сварки меди

Марка свариваемого материала	Проволока	Марка электрода	Технические условия
М1Р М2Р М3Р	МТ (ТУ 16 К71 087) М1 (ГОСТ 859)	«Комсомолец 100 АНЦ 03М 3 АНЦ 03М-4	ТУ 14-4 644 ТУ 14 4 1270 ТУ 14-4 1270

12 2 3 Прихватки и сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности

12 2 4 Величину сварочного тока подбирать в зависимости от диаметра электрода согласно табл 77 Сварку следует вести быстро без возвратных движений

Таблица 77 Величина сварочного тока в зависимости от диаметра электрода

Толщина свариваемого металла мм	Диаметр электрода мм	Сварочный ток А
До 3	3	150 200
До 5	4	250 300
Свыше 5	5	350-450
	6	500 600

12 3 Дуговая сварка угольным электродом

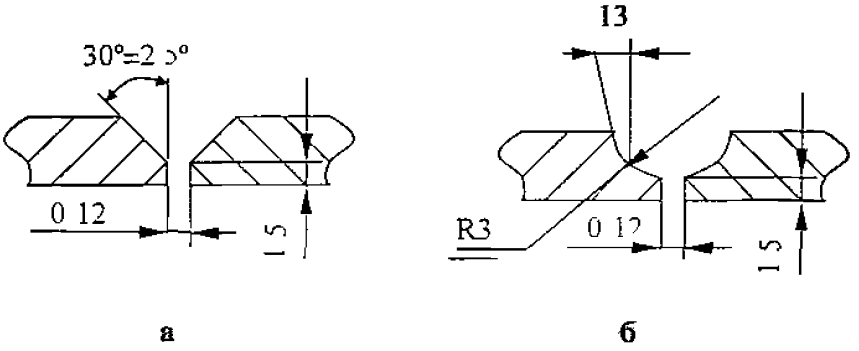
12 3 1 Кромки подготавливаются к сварке механическим способом При толщине свариваемого металла до 10 мм разделка со скосом двух кромок, свыше 10 мм с криволинейным скосом двух кромок (рисунок 18)

12 3 2 В качестве электродов используют графитовые или угольные пеосфитированные электроды длиной 80 120 мм в зависимости от диаметра и плотности тока

12 3 3 Рабочая часть электрода на длину 30 35 мм должна быть заточена на конус

12 3 4 В качестве присадочного металла используют стержни из сплава ЛК80 3

12 3 5 Во избежание появления трещин в швах в присадочном металле не допускается следующее количество вредных примесей (%) Fe > 0 6 Sb ≥ 0 1 Pb > 0 1



а б

а при S до 10 мм
б – при S > 10 мм

Рисунок 18 Форма поперечного сечения кромок свариваемых деталей

12 5 6 Для обеспечения хорошего сплавления присадочного металла с основным необходимо пользоваться флюсом БЛ 3 следующего состава

Компоненты	Содержание %
Натрии хлористый по ГОСТ 4233	12 5
Калии хлористый по ГОСТ 4234	50 0
Криолит по ГОСТ 10561	35 0
Уголь древесный	2,5

12 5 7 Флюс в виде тонкоизмельченной смеси наносят на стержни путем напыления

12 3 8 Перед напылением стержни окунают в жидкое натриевое стекло (= 1 30 1 35)

12 3 9 Напыленные стержни сушат при комнатной температуре в течение 2 5 ч

12 3 10 Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности по режимам приведенным в табл 78

12 3 11 Сварку выполняют справа налево

12 5 12 Угол наклона присадочного стержня необходимо поддерживать равным 15 20° Не допускать колебательных движений присадочного стержня

12 5 13 Дугу следует возбуждать на присадочном стержне и только после этого переносить в зону сварки

Таблица 78 Рекомендуемые режимы дуговой сварки меди и медных сплавов

Толщина свариваемого металла мм	Диаметр угольного электрода, мм	Диаметр присадочного стержня мм	Сварочный ток А	Напряжение на дуге В
3	6	4	180 200	30 35
4	8	5	200 240	30 35
5	10	6	240 270	30 35
6	14	7	270 300	30 35
7	16	8	300 350	30 35
8	18	8	350 380	35-40
10	18	8	400-450	35-40
12	20	8	430-470	35-40
14	20	10	450 500	35-40
16	20	10	500 550	35-40

12 4 Ручная и автоматическая сварка неплавящимся электродом

12 4 1 Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку типы и размеры швов сварных соединений рекомендуется принимать по ГОСТ 16038 (типы С4 С5 С18 С19 С47, У17) или другой действующей нормативной документации и чертежам Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 01-900 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

12 4 2 Прихватку под сварку выполняют с применением тех же сварочных материалов, которыми производится сварка

Длина прихваток должна составлять 5 10 мм

12 4 3 Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде) или переменным током

12 4 4 Перед началом сварки все прихватки на сварном соединении зачищают щеткой из нержавеющей стали

12 4 5 Сварку вести на минимально короткой дуге

12 4 6 Для сварки меди применяют проволоки М1 и МНЖКТ 5-1-0 2 0 2 по ГОСТ 16130 Допускается применение проволоки БрКМц-3-1 по ГОСТ 5222

12 4 7 При сварке латуни в качестве присадки используется металл того же состава но минимальные потери цинка обеспечиваются проволокой содержащей необходимые количества цинка или меди БрКМц3-1 БрОЦ 4 3 по ГОСТ 16130 В случае отсутствия специальных требований допускается применение проволоки МНЖКТ5 1 0 2 0 2 Если при сварке высокоцинковых латуней требуется иметь максимальное содержание цинка в металле шва, то применяют проволоки ЛК-62 0 5 по ГОСТ 16130

12 4 8 Для сварки применяют аргон по ГОСТ 10157 гелий по ТУ 51-940 азот по ГОСТ 9293 «особой чистоты»

12 4 9 В качестве неплавящихся электродов применяют лантанированный вольфрам по ТУ 48-19-27 ГОСТ 23949 и итрированный вольфрам по ТУ 48-19-221

12 4 10 Рабочий конец вольфрамового электрода должен быть заточен на конус с притуплением 0 5 0 8 мм Длина затачиваемого конца должна быть равна 2-3 диаметра электрода

12 4 11 Сварку неплавящимся электродом выполнять «углом вперед» Угол между осью мундштука и присадочной проволокой должен составлять 80-90°, а угол наклона оси мундштука к изделию – 60-80°

12 4 12 Сварку меди толщиной > 6 мм необходимо проводить с предварительным подогревом 200 300°С а толщиной – свыше 8 мм с предварительным и сопутствующим подогревом 300 >00°С

12 4 13 Стыковые швы необходимо заваривать в нижнем или близком к нему положению шва

12 4 14 Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки стыковых соединений меди представлены в табл 79

12 4 1> Ориентировочные режимы сварки без разделки кромок в азоте и гелии приведены в табл 80

12 4 16 Режимы сварки латуни можно выбирать по табл 77 уменьшив число проходов

12 4 17 Автоматическую сварку вольфрамовым электродом ведут в 1 2 прохода на режимах приведенных в табл 81

12 4 18 При автоматической сварке латуни для тех же толщин величина сварочного тока меньше примерно в 1 5 раза по сравнению со сваркой меди

Таблица 79 Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки стыковых соединений меди неплавящимся электродом

Толщина мм	Разделка кромок	Число проходов	Проходы	Диаметр присадочного прутка, мм	Сила сварочного тока А	Расход аргона л мин
1 0 1 5 2 0 3 0 4 0	Без скоса кромок	1 1 1 1 2		1 2 2 0 2 0 3 0 3 0	40 100 50 1?0 110 140 170 220 200 2>0	4 5 4 5 4 >5 5 6 5 6
5 0	Со скосом кромок	2	1	4 0	300 >>0	5 6
6 0		3	1 2 подварочный шов	3 0 4 0 4,0	300 >>0 300 >>0 300 >>0	6 7 6 7 6 7
10 0		4	1 2 3 подварочный шов	3 0 >0 6 0 >0	300 3>0 300 3>0 300-400 ?00 >0	7 8 7 8 7 8 7 8
12 0		>	1 2 3 4 подварочный шов	>0 5,0 6 0 6 0 >0	2>0 > 0 300-400 350-450 3>0–4?0 >00 >?0	8 10 8 10 8 10 8 10 8 10
20		6	1 2 3 4 > 6	3 0 5 0 6 0	300-400 300-4>0 300 3>0	10 12 10 12 10 12
2>		8	1 и 2 3 и 4 5 и 6 7 и 8	>0 5 0 6 0 6 0	300-400 3>0-450 400 550 4>0 600	12 14 12 14 12 14 12 14

Таблица 80 Рекомендуемые режимы сварки меди в азоте и гелии

Толщина мм	Диаметр вольфрамового электрода мм	Диаметр присадочной проволоки мм	Сила сварочного тока А	Вылет электрода	Защитный газ
6 0	5	4	400	5 7	азот
	5	4	180 210	6 8	гелии
8 0 10 0	6	4	210 250	8 12	гелии
12 0	6	5	250 300	8 12	гелии

Таблица 81 Значения силы тока для неплавящихся электродов

Диаметр электрода мм	Сварочный ток А	
	Постоянный ток прямая полярность	Переменный ток
1,0	25 65	10 75
2 0	65 150	40 125
3,0	200 250	75 150
4,0	200 300	125 250
5,0	250-400	200 300
6,0	300-450	300-400

12 5 Полуавтоматическая сварка меди плавящимся электродом в среде азота смеси аргона и азота и незащищенной дугой

12 5 1 Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку типы и размеры швов сварных соединений рекомендуется принимать по ГОСТ 16038 (типы С4 С5 С18 С19 У17) Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 01 900 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

Прихватку под сварку выполняют теми же присадочными материалами которыми производится сварка

12 5 2 Длина прихватки должна составлять 10 15 мм

12 5 3 Сварку вести на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде)

12 5 4 Медь толщиной 5 6 мм варить с предварительным подогревом 200 300°С толщиной свыше 8 мм с предварительным и сопутствующим подогревом 500 600 С

12 5 5 В качестве плавящегося электрода при полуавтоматической сварке в среде азота незащищенной дугой и в смеси аргона и азота применять сварочные проволоки приведенные в табл 82

12 5 6 Ориентировочные режимы полуавтоматической сварки для стыковых соединений на медной подкладке приведены в табл 83

12 5 7 Автоматическая сварка неплавящимся электродом в среде азота особой чистоты по ГОСТ 9293 производится с применением присадочной проволоки марки МНЖКТ 5-1 0 2 0 2 по ГОСТ 16130

12 5 8 Допускается сварка в аргоне при толщине металла до 4 мм

Таблица 82 Сварочные проволоки применяемые в качестве плавящегося электрода при полуавтоматической сварке

Марка свариваемого металла	Сварочная проволока		Защитный газ	
	марка	Нормативно технический документ	марка	Нормативный документ
М1Р М2Р М3Р	МНЖКТ 2 1 0 2 0 2 БрКМц 3 1	ГОСТ 16130 ГОСТ 5222	Азот аргон азот гелий азот	ГОСТ 9293 ГОСТ 10157 ГОСТ 9293 ТУ 51 940

Таблица 83 Режимы полуавтоматической сварки тонкой меди плавящимся электродом в среде азота

Толщина свариваемого металла мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Диаметр электрода мм	Напряжение на дуге В	Сварочный ток А	Ориентировочная скорость сварки м/ч	Расход защитного газа л/мин
1,5	0,8	10 11	24 25	130 140	18 20	
2,0	1,0	10 12	25 26	170 180	20 25	
2,5	1,0	10 12	26 27	180 200	20 25	
3,0	1,0	10 12	27 30	200 210	20 25	18 20
4,0	1,0	10 12	30 32	220 240	20 25	
5,0	1,6	10 12	31 32	250 260	20 25	
6,0 12,0	1,8	10 12	32 36	260 320	20 25	

ПРИМЕЧАНИЕ Режимы пригодны при сварке двусторонним швом выполненным навесу или по продувке неплавящимся электродом без присадочного материала

12.6 Автоматическая сварка под флюсом

12.6.1 Автоматическую сварку меди и латуни толщиной до 10 мм выполняют без разделки кромок

12.6.2 Зазор при сборке под сварку устанавливают в зависимости от толщины свариваемого металла

Толщина свариваемого металла	Величина зазора, мм
6,0	0,5 1,0
8,0	1,0 2,0
10,0	2,0 3,0

При толщине более 10 мм необходимость разделки кромок величина зазора и режимы сварки устанавливаются заводом-изготовителем

12 6 3 В качестве присадочного металла применяют проволоку из чистой меди марки М0 диаметром 2 мм

12 6 4 Сварку ведут под флюсом марок МАТИ 53 и АНФ 3 следующего состава %

Флюс МАТИ 53		Флюс АНФ 3	
Флюс ОСЦ 45	- 77,0	Концентрат плавиковый по ГОСТ 4421	75
Кислота борная по ГОСТ 9656	7,6	Натрий фтористый по ГОСТ 4463	25
Сода кальцинированная по ГОСТ 5100	15 4		

Оба флюса обеспечивают высокую устойчивость процесса сварки хорошее формирование шва и удовлетворительную отделяемость шлаковой корки Допускается применение флюсов АН 26 АН 348А ОСЦ 45

12 6 5 Прочность сварных соединений выполненных медной проволокой под флюсом АНФ 3 несколько ниже прочности сварных соединений выполненных под флюсом МАТИ 53

12 6 6 Для повышения прочности сварных соединений выполненных под флюсом АНФ 3 следует применять медную проволоку легированную железом (1 0 1 5%) и марганцем (1,5 2 0%)

12 6 7 Сварку осуществляют на постоянном токе обратной полярности

12 6 8 Металл толщиной 6 10 мм сваривают с обеих сторон по одному проходу с каждой стороны Режимы сварки указаны в табл 84

Таблица 84 Рекомендуемые режимы автоматической сварки меди

Толщина свариваемого металла мм	Зазор между кромками мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Скорость подачи проволоки м ч	Скорость сварки м ч	Сварочный ток А	Напряжение на дуге В
6	0 3 1 0	4	204	27	450 550	30 32
8	1 0 0		21	25	600 650	28 30
10	2 0 3 0	4	282	25	700 800	26 28
40	2 0 3 0	6		2 4	1000 1100	24 26
50	2 0 3 0	6		1 5	1000 1100	24 26
60	2 0 3 0	6		1 5	1100 1200	24 26
70	2 0 3 0	6		1 5	1200 1300	24 26
80	2 0 0	6		1 3	1300 1400	24 26

12 7 Газовая сварка латуни Л63

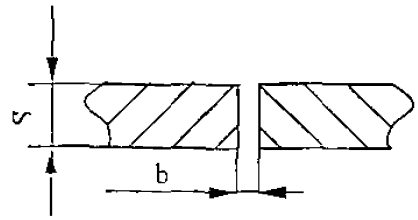
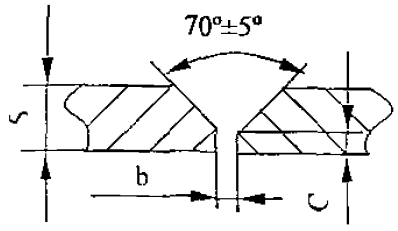
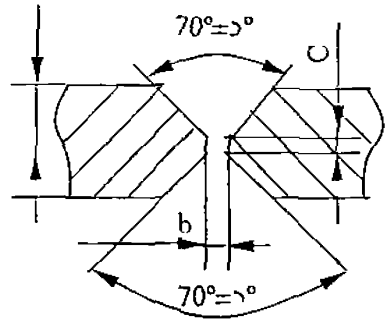
12 7 1 Кромки подготавливают механическим способом согласно табл 85

12 7 2 В качестве присадочного металла применяют проволоку марки ЛК62 05 или самофлюсующийся сплав марки ЛКБ062 02 004 05 по ГОСТ 16130

12 7 3 В качестве флюса применяют обезвоженную буру ($Na_2B_4O_7$) которую в виде пасты наносят на сварочные прутки и свариваемые кромки а также газообразный флюс марки БМ 1 по ТУ 6 02 707

12 7 4 Режимы сварки в зависимости от толщины свариваемого металла назначаются согласно табл 85

Таблица 85 Подготовка кромок к сварке

Толщина металла мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление С мм	Зазор b мм
До 2 мм		-	1 0 1,5
2 10		1 0-1 5	1 5 2 0
12 20		1 5 2 5	2 0 3 0

12 7 5 Метод сварки левый

12 7 6 Пламя должно быть с избытком кислорода Третья зона должна находиться на расстоянии 4 8 мм от свариваемой детали Направление пламени – вертикальное

12 7 7 Присадочный пруток и кромки следует расплавлять одновременно

12 7 8 Во время сварки в ванну следует непрерывно вводить флюс

12 7 9 Режимы сварки в зависимости от толщины свариваемого металла приведены в табл 86

Таблица 86 Режим сварки латуни Л63

Толщина свариваемого металла мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Номер наконечника горелки	Расход ацетилена л/ч
2	2	2	300-400
4	4	3	300 500
6		3	750 1200
8	6	5	750 1200
10	6	6	1700 2500
12	8	6	1700 2500
14	8	6	1700 2500
16	10	7	1700 2500
18	12	7	1700 2500
20	12	7	1700 2500

12 8 Ручная аргонодуговая сварка меди с латунью неплавящимся электродом

12 8 1 Для сварки меди с латунью (Л63) применять присадочную проволоку МНЖКТ5 1 0 0 2 0 2 по ГОСТ 16130

12 8 2 *Детали толщиной свыше 4 мм перед выполнением прихваток необходимо* прогреть в печи или газовыми горелками до 200 300°С (пламя горелок – нормальное)

12 8 3 Ориентировочные режимы сварки представлены в табл 87

Таблица 87 Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки меди с латунью неплавящимся электродом

Толщина мм	Диаметр вольфрамового электрода мм	Диаметр присадочной проволоки мм	Сварочный ток А
4	4	3	300 340
5	4 5	3	320 360
6	5	3-4	380 450

13 СВАРКА НИКЕЛЯ

13 1 Специальные требования

13 1 1 При сварке никеля марок НП2 НП1А НПА ИД необходимо производить защиту шва и околошовной зоны

13 1 2 Защита шва осуществляется увеличением диаметра сопла горелок применением насадок при ручной аргонодуговой сварке применением стальных или медных накладок располагаемых по обе стороны от стыка

13 1 3 Защита обратной стороны шва может быть осуществлена

медными подкладками с канавкой через которую пропускается защитный газ

заполнением инертным газом внутреннего объема изделия,

- сваркой в специальных камерах с защитной атмосферой

сваркой на остающейся подкладке из той же марки что и основной металл

13 1 4 Возбуждение дуги производить только на поверхности свариваемых кромок в разделке или на специальной технологической пластине

13 1 5 для обеспечения коррозионной стойкости сварных соединений рекомендуется

- не допускать перегрева металла для чего сварку производить на максимально возможных скоростях и минимальных токах,

каждый последующий слой накладывать после остывания предыдущего до температуры 100°С

швы обращенные к агрессивной среде заваривать в последнюю очередь

ограничивать число ремонтных подварок

13 2 Подготовка под сварку

13 2 1 Резку никеля необходимо производить механическим способом Допускается плазменная резка с последующей механической обработкой

13 2 2 Механическую обработку после плазменной резки рекомендуется производить на глубину не менее 3 мм от максимальной впадины

13 2 3 *Подготовку кромок под сварку производить механическим способом* на станках Допускается обработка кромок ручным механическим зубилом или абразивными кругами а также плазменной резкой с механической обработкой согласно п 13 2 2

13 2 4 Перед сборкой поверхности прилегающие к кромкам должны быть зачищены абразивным кругом (электрокорунд белый марки Э46 60 СМ2 С1К) до металлического блеска на расстоянии 20 30 мм и обезжирены

13 2 5 Очистку рекомендуется производить щетками из нагартованной нержавеющей проволоки после чего производится обезжиривание подготовленных поверхностей органическим растворителем

13 3 Сборка под сварку

13 3 1 Сборка деталей подготовленных под сварку производится на прихватках которые должны выполняться неплавящимся электродом в среде защитных газов или электродуговой сваркой покрытыми электродами Длина прихваток 15 30 мм расстояние между прихватками для толщины до 3 мм – 20 80 мм для толщины 3 10 мм – 80 200 мм *свыше 10 мм – 150 200 мм*

13 3 2 Сварочную проволоку или электроды при прихватке необходимо использовать тех же марок, что и при сварке основного металла

13 3 3 Прихватки желательно выполнять со стороны противоположной основному шву

13 3 4 Наличие пор и трещин в прихватках не допускается

13 3 5 Дефектные прихватки должны удаляться механическим способом

13 3 6 Все прихватки перед наложением основного шва должны быть тщательно очищены от шлака и брызг металла

13 4 Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

13 4 1 Сварка производится на постоянном токе прямой полярности

13 4 2 В качестве неплавящихся электродов применять вольфрамовые лантанированные прутки по ТУ 48 19 27 ГОСТ 23949

13 4 3 В качестве защитных газов применять

- аргон газообразный высшего сорта по ГОСТ 10157
  гелий высокой чистоты сорта А по ТУ 51 940

13 4 4 Сварка ответственных конструкций должна выполняться с применением сварочной проволоки марки НМцАТК1 0 1,5-2,5 0,15 (табл 88) *Для неответственных* конструкций (если к сварным соединениям не предъявляются повышенные, примерно равноценные основному металлу требования по механическим свойствам) можно *применять другие проволоки приведенные в табл 88*

Таблица 88 Химический состав сварочной проволоки

Марка проволоки	Нормативный документ	Содержание элементов %									
		углерод не более	марганец	кремний	титан	алюминий	железо	медь	сера	фосфор	магний
							не более				
НМцАТК 10152501?	ТУ 48?1?84	010	1015	0107	?0?0	1118	015	01	001	002	
НМцАТ ?01506	ТУ 48?1?84	010	?533	02	0?06	1118	01?	01	001	001	

13 4 ? Вольфрамовые электроды необходимо затачивать на конус на длину равную ? 6 диаметров электрода

13 4 6 Перед началом сварки газовые магистрали должны быть продуты инертным газом в течение 1? с до возбуждения дуги

13 4 7 По окончании процесса сварки для предохранения шва от взаимодействия с воздухом подача инертного газа должна прекращаться через 20 2? с

13 4 8 Сварка должна производиться минимально короткой дугой без частых перерывов

13 4 9 В случае обрыва дуги сварку следует возобновлять, отступив на 10 1? мм от места обрыва дуги предварительно зачистив это место

13 4 10 В сварных конструкциях необходимо защищать швы с обратной стороны Поддув производить при выполнении первых трех проходов шва далее защиту обратной стороны шва осуществлять используя медную подкладку без поддува для отвода тепла

13 4 11 При многослойной сварке производить зачистку металлической щеткой из нержавеющей стали и промывку растворителем каждого слоя

13 4 12 При сварке ось вольфрамового электрода располагать под углом 60 70° к изделию присадочный металл 10 20 град к изделию

13 4 13 Перемещение электрода и сварочной проволоки должно быть равномерно поступательным Допускается производить возвратно поступательное движение присадочной проволоки не выводя из зоны

13 4 14 *Конструктивные элементы подготовленных кромок, размеры выполненных* швов и режимы сварки должны соответствовать указанным в табл 89 92 Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 01 858 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением ? ПБ 10 11? Сварку выполнять первый слои (корневой) проволокой диаметром ? мм остальные проволокой диаметром 3 мм

13 5 Ручная дуговая сварка

13 5 1 Для сварки конструкции из никеля следует применять электроды приведенные в табл 9

13 5 2 Для сварки конструкции из никеля в композиции с углеродистыми сталями следует применять электроды ЭА ?9?/9 и ОЗЛ 6 (ГОСТ 9466 и ГОСТ 10052) а также в композиции с *нержавеющими* сталями для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом применять проволоку марки ХН6?МВУ (ЭП760) по ТУ 14 1 4727

13 ? 3 Сварку выполнять на постоянном токе обратной полярности возможно короткой дугой

Повторное возбуждение дуги должно производиться в стыке на расстоянии 20 30 мм от кратера шва

13 ? 4 Вывод сварочных кратеров на основной металл не допускается

Таблица 89 Основные типы конструктивные элементы и размеры сварных швов при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом стыковых соединений никеля без скоса кромок

Размеры мм

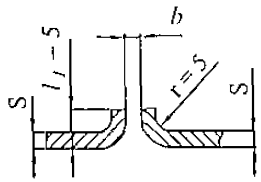
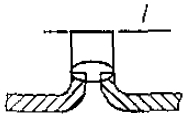
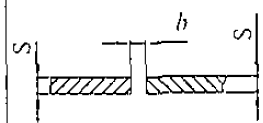
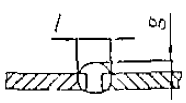
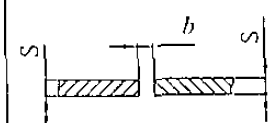
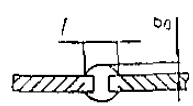
Условное обозначение (тип) шва	Конструктивные элементы подготовки кромок	Конструктивные элементы выполненного шва	S S	b номин	b пред откл	l номин	l пред откл	g номин	g пред откл	Диаметр электрода мм	Режимы сварки Сварочный ток А	Режимы сварки Номер слоя в шве	Режимы сварки Расход аргона л/с
Сн1			1 2	0	0 5	2 8	2			2 0	90 100	1	0 16 0 20
			3 0		±1 5		±3				120 140		0 20 0 23
Сн2			1 0	0	+0 5	5		1 0	+0 5	2 0	40 60	1	0 13 0 20
			1 5								60 90		
			2 0	1	+1 0	6		1 5	+1 0	1 5	90 100		0 16 0 20
			3 4			8	±2				120 140		0 20 0 23
Сн4			2 0	2	+1 0	5	+1 2	1 5	+1 0	1 5	90 100	2	0 16 0 20
			3 4			7	±2			2 0	100 140		0 20 0 23

Таблица 90 Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных швов при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом стыковых соединений никеля с симметричными скосами двух кромок

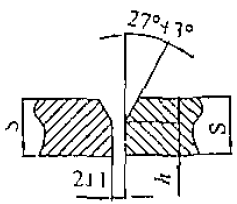
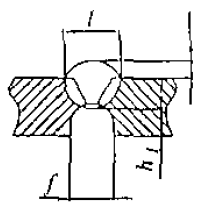
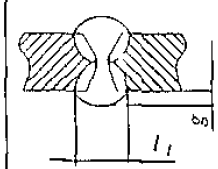
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры, мм								Режимы сварки			
	подготовки кромок	выполнение шва	S = S	h	h_1	f	l	l_1	g		Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Номер слоя в шве	Расход аргона, л/с
							не более		номин	пред откл				
Ст21			4 6	3 5	2 3	4 5	17	10	0 5	1 0 0 5	3	180 200	1 (2) и последующие	0 20 0 25
			6 8	5 6			19				4			0 20 0 26
			8 10	6 8	3 1	6 7	22	1		2 0 0 5		200 250		
			10 12	8 10	4 5	6 8	25	13				250 300		0 23 0 26

Таблица 91 Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных угловых соединений никеля при аргонодуговой сварке

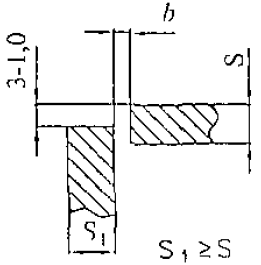
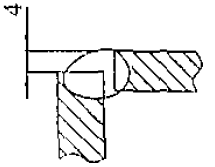
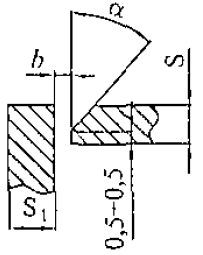
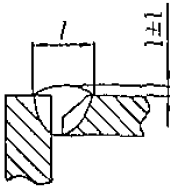
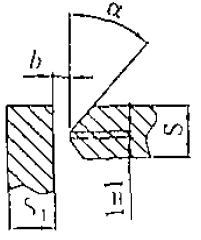
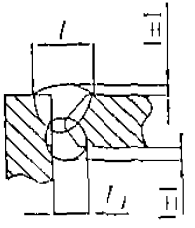
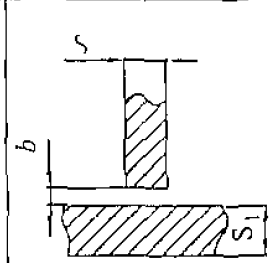
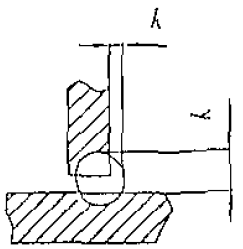
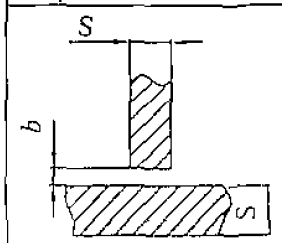
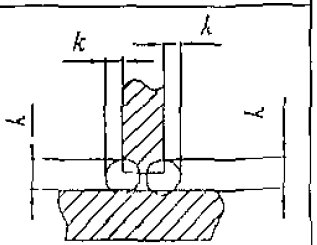
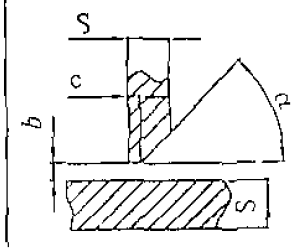
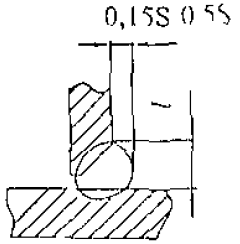
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Размеры, мм								
	подготовки кромок	выполненного шва		S	b		l		l_1		α
					номин	пред. откл.	номин	пред. откл.	номин	пред. откл.	пред. откл. ±2
У1н			ИНн	От 6,0 до 10,0	0,5	±0,5	-		-	-	
У2н					1,0	±1,0	18	±2,0	-	-	50
				Св. 10,0 до 20,0	2,0		22				
У3н			ИНн	От 6,0 до 10,0	0,5	±1,5	7	±2,0	5	±1,0	50
				Св. 10,0 до 20,0			17		15		

Таблица 92 Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных тавровых соединений никеля при аргонодуговой сварке

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Размеры мм							
	подготовки кромок	выполненного шва		S S	b		c		l		α град
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	пред откл ±2°
Т1н			III	От 2 0 до 3 0	0	+1 0					50
		 k S		Св 3 0 до 6 0							
				Св 6 0 до 12 0							
12н				От 3 0 до 4 0			0 5	+0 5	7	±1 0	
				Св 4 0 до 8 0					10		
				Св 8 0 до 14 0		+1 5			16	+2 0	
				Св 14 0 до 16 0		+2 0			18		

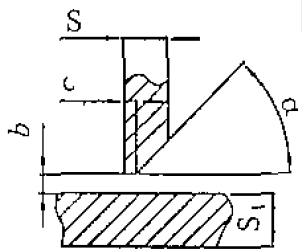
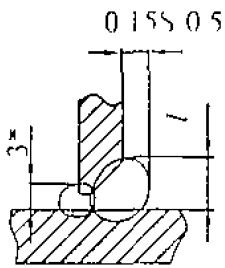
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Размеры, мм								
	подготовки кромок	выполнения швов		S S_1	b		c		l		α при r	
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	пред откл ±2°	
Т3п			**ИНп**	От 3 0 до 1 0	0	+1 0	0 5	+0 5	7	±1 0	**50**	
				Св 1 0 до 8 0		+1 5			10			
				Св 8 0 до 14 0					16	±2 0		
				Св 14 0 до 20 0		2 0			19			

Таблица 93 Сварочные материалы для никеля и механические свойства сварных соединений

Марка электрода (марка проволоки разработчик электродов)	Механические свойства при 20°С						Область применения
	Наплавленный металл			Сварное соединение			
	Предел прочности МПа, не менее	Предел текучести МПа не менее	Относительное удлинение % не менее	Предел прочности МПа, не менее	Угол загиба, град не менее	Ударная вязкость Дж/см² не менее	
ОЗЛ 32 (НМцАТК1 0 1 5 2 5 0 15) ТУ 14-4 786 (ВНИИПТХИММАШ ОСЗ)	450	300	25	380	120	150	Для сварки конструкций работающих в агрессивных средах и под давлением
П 2НЧ НПО ВНИИПТХИММАШ	30		10	350	60	150	Для ремонта сварных швов
НС 1 НПО Пермский политехнический институт				410	120	180	Для сварки и ремонта конструкций работающих без давления с температурой стенки не более 100 С в растворах щелочи
НР 1 НП2 Пермский политехнический институт				380	90	120	

13 5 5 Сварку следует проводить обратноступенчатым методом

13 5 6 Допускается комбинированный метод сварки корень шва выполняется аргонодуговой сваркой с присадочной проволокой НМцАТК1 0 1 5 2 5 0 15 диаметром 2 мм а разделка заполняется покрытыми электродами

13 5 7 Подрубка и выборка корня основного шва должна выполняться до чистого металла Подрубка осуществляется пневматическим зубилом выборка – абразивным кругом

13 5 8 Конструктивные элементы подготовки кромок размеры швов сварных соединений и ориентировочные режимы сварки приведены в табл 94 99

13 5 9 Дефекты сварных швов заваривают теми же способами и присадочным металлом который использовался при сварке никеля При заварке несквозных дефектов дно разделки проплавляют ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом без присадочного металла, обеспечивая в процессе сварки отвод тепла с обратной стороны медными подкладками Не допускается заварка одного и того же дефекта более двух раз

Таблица 94 Химический состав наплавленного металла

Марка электрода	Содержание элементов %								
	Углерод	Марганец	Кремний	Титан	Алюминий	Железо	Сера	Фосфор	Никель
	не более								
ОЗЛ 32	0 1	2 5	0 6 1 4	0 7 1 5	0 5	2 1	0 01	0 12	осн
П 2НЧ	0	0 5	0 5		0 5	2 0	0 006		осн
НС 1	0 15		0 25	0 16			0 007	0 006	осн
НР 1	0 08		0 3	0 07			0 005	0 006	осн

Таблица 95 Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля без скоса кромок

Размеры, мм

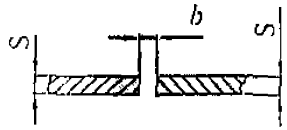
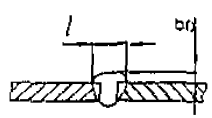
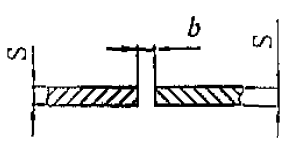
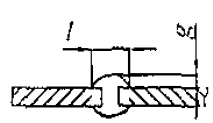
Условное обозначение (тип) шва	Конструктивные элементы		S, S_1	l		l		g		Режимы сварки		
	подготовки кромок	выполнения шва		номин	пред. откл.	номин	пред. откл.	номин	пред. откл.	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Номер слоя в шве
Сн2			3	1	±1	7	+1 2	1,5	±1	3	120-140	1
			4						±1			
Сн4			3,5			8	1 2	1,5	±1	4	150-180	1,2

Таблица 96 Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок

Размеры, мм

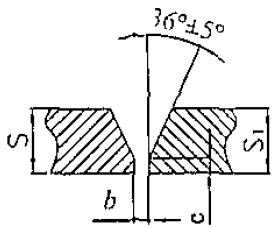
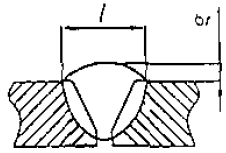
Условное обозначение (ГОСТ) шва	Конструктивные элементы		S, S_1	c	b	l, не более	ε		Режимы сварки		
	подготовки кромок	выполненного шва		номин.	предельн. откл.		номин.	предельн. откл.	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Номер слоя, шва
С-Н15			3–5	1	+1 1	12	0,5	+1,5 0,5	3	120–140	1 и последующие
			6–8			18			4	150–180	2 и последующие
			10–12	2	+1 2	25		+2 0,5	3	120–140	1
									4	150–180	2 и последующие
			14–16	2	+1 2	31	0,5	+2 0,5	3	120–140	1
									4	150–180	2 и последующие
			18–20			38			3	120–140	1
									4	150–180	2 и последующие

Таблица 97 Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с поваркой корня шва

Размеры мм

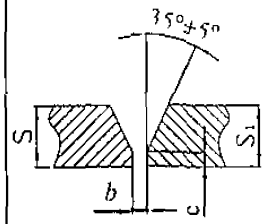
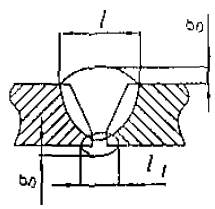
Условное обозначение (тип) шва	Конструктивные элементы: подготовки кромок	Конструктивные элементы: выполненного шва	S, S_1	c, b: номин	c, b: пред откл	l: не более	l_1: пред откл +2 1	g: номин	g: пред откл	Режимы сварки: Диаметр электрода мм	Сварочный ток А	Номер слоя в шве
Сн18			3 5	1	+1	12	8	1 5	+1 5 0 5	3	120 140	1 и последующий 1 и подварочный
			6 8			18				4	150 180	2 и последующий
			10 12	2	+2 2	25	10			3	120 140	1 и подварочный
										4	150 180	2 и последующий
			14 16	2	+2 2	31		0 5	+2 0 5	3	120 140	1
										4	150 180	2 и последующий
			18 20			38				3	120 140	1
										4	150 180	2 и последующий

Таблица 98 Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля с двумя симметричными скосами двух кромок

Размеры, мм

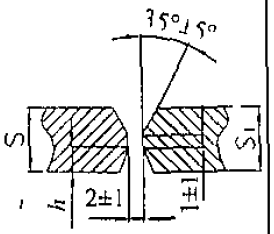
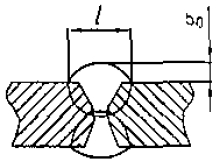
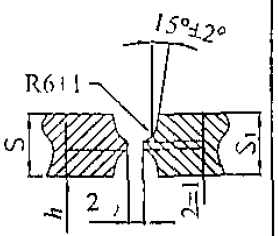
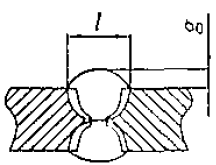
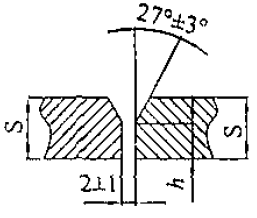
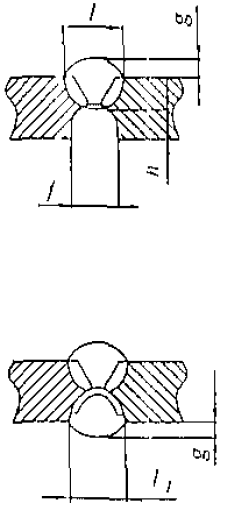
Условное обозначение (тип) шва	Конструктивные элементы		S, S_1	h	l не более			Режимы сварки		
	подготовки кромок	выполненного шва				номин	предотк	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Номер слоя в шве
Сн21			12 14	5 7	19	0,5	+2,0 -0,5	3 4	120-140 150 180	1 2 и последующий
			16 18	7 8	22			3 4	120 140 150 180	1 2 и последующий
			20 24	9 11	28			3 4	120 140 150 180	1 2 и последующий
			26 30	12 14	32		+3,0 -0,5	3 4	120-140 150 180	1 2 и последующий
			30 40	14 19	40			3 4	120 140 150 180	1 2 и последующий
Сн22			30 32	13 14	26	0,5	+2,0 -0,5	3 4	120 140 150 180	1 2 и последующий
			34 36	15 16	28			3 4	120 140 150 180	1 2 и последующий
			38 40	17 18	29		[illegible]	3 4	120 140 150 180	1 2 и последующий

Таблица 99 Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с последующей строжкой

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры, мм								Режимы сварки		
	подготовки кромок	выполнения шва	$S = S_1$	h	h_1	f	l не более	l_1 не более	g номин.	g пред. откл.	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Номер слоя в шве
С25			6-10	6-7	4-5	6-8	22	13	0,5	+1,0 -0,5	3	120-140	1-2 подварочный
			12-14	8-10	6-7	8-10	24	15	0,5	+2,0	4	150-180	1 и последующие
			16-18	11-13	7-8		31					130-170	1 и последующие
			20-22	14-15	8-10	11-13	32	18		-0,5		150-170	1 и последующие

13 6 Автоматическая дуговая сварка под флюсом

13 6 1 Для автоматической сварки следует применять сварочную проволоку НМцАТК1 0 1 5 2 5 0 15 по ТУ 48 21 284 и флюсы плавленные марок АН 22 АН 18 по ГОСТ 9087

13 6 2 Перед употреблением флюс необходимо просушить при 300 350°С в течение 2 3 ч

13 6 3 Сварку следует выполнять на постоянном токе обратной полярности

13 6 4 Высота флюса при сварке выбирается такой чтобы исключить возможность прерывания дуги и попадания воздуха

13 6 5 Сварку необходимо производить на флюсовой подушке из мелкого флюса

13 6 6 Во избежание перегрева электродной проволоки а следовательно ее неравномерного плавления и повышения окисления легирующих элементов вылет электродной проволоки из мундштука должен быть 35 40 мм

13 6 7 В случае обрыва дуги сварку начинать на шве отступая от кратера на 60 80 мм тщательно очистив кратер и шов от шлака

13 6 8 При сварке кольцевых швов необходимо перекрыть начало шва на 50 60 мм

13 6 9 Шлаковую корку и нерасплавленный флюс удалять после остывания шва ниже 100°С

13 6 10 Автоматическая сварка кольцевых стыков с разделкой кромок может производиться по ручной подварке

13 6 11 Подварка может выполняться аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки НМцАТ1 0 1 5 2 5 0 15 или дуговой сваркой электродами ОЗЛ 32

13 6 12 Конструктивные элементы подготовленных кромок размеры швов предельные отклонения по ним должны соответствовать ГОСТ 871 и ГОСТ 11533

13 6 13 Режимы сварки приведены в табл 100 104

Таблица 100 Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля без скосов кромок на флюсовой подушке

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток А	Напряжение дуги В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи проволоки м/ч
С29	5	3	1	370 400	32 34	25 9 27 7	50 4 57 6
			2	420 450			72 0 82 8
	6	4	1	450 500	30 34	2[illegible] 7 29 9	50 4 57 6
			2	00 550			68 4 72 0
			1				
			2	600 650			72 0 82 8
	8		1	550 600	34 36		68 4 72 0
			2	600 650			72 0 82 8
	10		1	650 700	36 40	2[illegible] 9 27 7	50 4 57 6
			2				
	1		1	00 50	36 40	8 25 9	61 2 68 4
			2				
	1	5	1				
			2	750 800	38-40	18 4 25 8	68 4 72 0
	16		1				
			2	800 850	38 42		72 0 82 8
	18		1		40 42	18 0 18 4	
			2	850 900			
	20		1		42 44		82 8 86 4
			2	900 950			

Таблица 101 Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений без скоса кромок на флюсовой подушке с последующей строжкой

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток, А	Напряжение дуги В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи проволоки м/ч
С30	10	4	1-2	650-700	36-40	25 9 27,7	50 4-57,6
	12			700-750		23 8-25 9	61 2-68 4
	14	5					
	16		3	750-800	38-40		72 0 82 8
	18					18 4 23 8	
	20			850-900			57 6 61 2

Таблица 102 Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля со скосом двух кромок на флюсовой подушке

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713	Толщина свариваемого металла мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток А	Напряжение дуги В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи проволоки м/ч
С33	14	5	1	850 900	38-40	27,7-29,9	97,2 104,4
			2	700-750			50,4 57,6
	16		1(2)*	800-850	40-42		72,0-86,4
			2	700-750			50 4 57,6
	18		1(2)*	800 850			97,2-104,4
			2				50,4-57,6
	20		1(2)*	700-750			118,6-129,6
			2				50,4-57,6

(2)* первый слой может быть выполнен за 2 прохода

Таблица 103 Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с предварительной подваркой корня шва

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток А	Напряжение дуги В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч
С21	14	3	1	370-400	32-40	29,9-31,7	50 4 57 6
		5	2-ой и последующий	600 650	30-34	27,7-29,9	72,0-82,8
	16	3	1	370-400	32-40	29 9 31,7	50,4-57,6
		5	2 ой и последующий	600-650	30 32	27,7-29 9	72 0-82 8
	18	3	1	370-400	32-40	29,9-31 7	50 4 57 6
		5	2-ой и последующий	750-800	22-24	18,4-23,8	68 4 72 0
	20	3	1	370-400	30 32	29,9 31 7	50 4 57 6
		5	2-ой и последующий	800 850	24 26	23 8 25 9	68 4 72 0

Таблица 104 Автоматическая дуговая сварка двусторонних стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с предварительным наложением подварочного шва

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713	Толщина свариваемого металла мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток А	Напряжение дуги В	Скорость сварки м ч	Скорость подачи проволоки м ч
С81	5	3	1	440-460	32-34	18,0 23 8	61 2-68 4
	6	4		550-600			
	7			600 650	33 35	18 0-18,4	82 8 86 4
	8						90,0 97,2
	9				35-37		111,6-118 8
	10			650-700			86,4-90 0
	12				34-36		97 2-104,4
	14						111 6 118 8

14 СВАРКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

14 1. Специальные требования

14 1 1 Металл сварного шва и зоны термического влияния сварки коррозионностойких сплавов на никелевой основе очень чувствителен к воздействию воздушной атмосферы окислов масел и прочих загрязнений которые приводят к образованию горячих трещин пор снижению коррозионной стойкости и пластичности поэтому требуется такая же организация сварочных работ как и при сварке титана (см раздел 10)

14 1 2 При сварке необходимо также принимать меры по предупреждению роста зерна и выпадения интерметаллидов в околошовной зоне и в ранее выполненных валиках сварного шва уменьшая нагрев за счет ограничения силы тока, применения теплоотводящих устройств перерывов между наложением валиков и т д

14 1 3 Сварку следует выполнять многослойно, узкими валиками ограниченного компактного сечения без поперечных колебаний электрода с возможно большей скоростью сварки

14 1 4 Для ограничения насыщения газами и формирования корня шва необходимо обеспечить отвод тепла и защиту обратной стороны шва медными подкладками и поддувом аргона

В случае отсутствия защиты корня шва обязательно его удаление (зачистка) с наложением подварочного шва

14 1 5 Во всех возможных случаях последними необходимо выполнять валики сварного шва обращенные к коррозионной среде При невозможности выполнения этих валиков последними для обеспечения коррозионной стойкости и снижения твердости корневой части металла шва за счет растворения интерметаллидных фаз рекомендуется производить термическую обработку сварных соединений (1070°С выдержка 3-5 мин на 1 мм толщины охлаждение в воде)

14 1 6 Поверхность каждого наплавленного валика перед наложением последующего слоя зачищать механическим способом (рекомендуется абразивным кругом) и обезжирить

14 1 7 При аргонодуговой сварке недопустимо выводить разогретый конец присадочного металла за пределы газовой защиты В случае если это произошло перед повторным введением в зону плавления окисленная часть проволоки должна быть зачищена и обезжирена

14 1 8 Аргонодуговая сварка без присадочного металла допускается до толщины свариваемого металла 1 5 мм

14 1 9 Кратеры сварных швов подлежат тщательной заварке во избежание образования горячих трещин или вышлифовке

14 2 Материалы

14 2 1 Присадочные материалы для сварки сплавов следует принимать по табл 105

14 2 2 Для защиты лицевой и обратной стороны сварного шва применять аргон по ГОСТ 10157 сорт «высший» и «первый»

14 2 3 Для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом применять вольфрамовые лантанированные прутки диаметром от2 до 4 мм, поставляемые по ТУ 48 19 27 марки ВЛ-10 и др

14 2 4 Для промывки кромок и прилегающих участков после зачистки а также присадочного материала применять ацетон по ГОСТ 2603

14 2 5 Для протирки применять ткань типа «бязь» и протирочные салфетки или другую ткань не оставляющую ворса на протираемой поверхности

14 2 6 Электроды для дуговой сварки выдаются сварщику прокаленными при температуре 190 210°С в течение 1 ч в количестве необходимом для одной смены работы Оставшиеся после сменной работы электроды должны возвращаться на место хранения в упакованном виде с маркировочной биркой

14 2 7 Поставляемая проволока контролируется на наличие поверхностных трещин Поверхность проволоки должна быть ровной без трещин и закатов Допускаются дефекты глубиной не превышающей удвоенной суммы предельных отклонении по диаметру

Таблица 10ъ Сварочные материалы для сварки коррозионно стойких сплавов на никелевой основе

Марка свариваемого материала	Марка проволоки технические условия для аргонодуговой сварки	Марка и тип электрода ГОСТ
ХН6ъМВ (ЭП5ъ7)	*ХН6ъМВ* (ЭП760) ТУ 14 1-4727	ОЗЛ 21 (Э 07Х20Н60М15ВЪ) ГОСТ 9466 ГОСТ 10052
ХН65МВ (ЭП760(	ХН6ъМВ (ЭП760) ТУ 14 1 4727 ХН63МБ ВИ (ЭП7ъ8 ВИ) ТУ 14 1-47ъ4	
ХН6ъМБ (ЭП7ъ8)	ХН6ъМБ ВИ (ЭП7ъ8 ВИ) ТУ 14 1-47ъ4	
Н70МВФ ВИ (ЭП814А ВИ)	Н6ъМ ВИ (ЭП982 ВИ) ТУ 14 1 3281	
Н65М ВИ (ЭП982 ВИ)	Н65М ВИ (ЭП982 ВИ) ТУ 14 1 3281	
ХН78Т (ЭИ 435)	ХН78Т (ЭИ-4ъъ) ТУ 14 1 997 ХН7ъМБТЮ (ЭИ 602) ТУ 14 1 997	ОЗЛ 2ъБ (Э *10Х20Н70Г2М2Б* В) ГОСТ 9466 ГОСТ 10052
ПРИМЕЧАНИЕ	Допускается в качестве присадочного материала применять прутки («лапшу») нарезанные из листового проката толщиной 2 3 мм шириной ъ 4 мм той же марки что и свариваемый материал Нарезанную «лапшу» зачистить до металлического блеска и удалить заусенцы	

14 3 Подготовка под сварку

14 3 1 Резку вырубку и пробивку отверстии в листовом прокате производить в холодном состоянии

14 3 2 Кромки после резки на ножницах или рубки в штампах механически обработать на глубину не менее для толщины листа 1 3 мм – 0 4S, 3 6 мм 0 ъS и 6 10 – 0 40S (где S – толщина листа)

14 3 3 Допускается плазменная резка с последующей обработкой на глубину не менее 3 мм

14 3 4 Свариваемые кромки и прилегающие к ним поверхности металла должны быть зачищены абразивным кругом или шабером до шероховатости R_z20 (до металлического блеска) на ширину не менее 20 мм с двух сторон от края разделки и обезжирены растворителем (ацетоном) и протерты чистой тканью сварочную проволоку очистить от следов смазки, загрязнений, зачистить шкуркой до металлического блеска и обезжирить растворителем В качестве абразивного круга применять электрокорунд белый Э46 60 С М2 С1 К

14 3 ъ При зачистке нагрев металла вызывающий появление цветов побежалости, не допускается

14 3 6 Сборку производить на прихватках используя те же материалы что и для сварки Прихватки должны быть выполнены ручной аргонодуговой сваркой с обязательной защитой обратной стороны стыка

14 3 7 Прихватки должны выполняться сварщиками той же квалификации что и выполняющие сварку основного металла

Размеры прихваток 15 *20 мм расстояние между прихватками* 150 200 *мм при* толщине свариваемых деталей до 6 мм и 200 250 мм при толщине более 6 мм

Поверхность прихваток зачистить абразивным кругом или наждачными щетками из нержавеющей стали

14 3 8 При сварке продольных швов к собранным свариваемым деталям прихватить технологические планки на которых начинать и заканчивать сварку

14 3 9 Наличие пор и трещин в прихватках не допускается Дефекты прихватки удалять механическим способом

14 4 Аргонодуговая сварка

14 4 1 Основные типы конструктивные элементы и размеры сварных соединений принимать по табл 106 107 108 Применение других типов сварных швов удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 01 858 допускается по согласованию со специализированной научно исследовательской организацией в соответствии с приложением 2 ПБ 10 115

14 4 2 Сварку выполнять на постоянном токе прямой полярности

14 4 3 Наклон горелки к оси шва должен составлять 80 90° а вылет вольфрамового электрода 12 15 мм Присадочный металл подавать под углом 10 20° к оси шва Перед сваркой продуть горелку и шланги аргоном в течение 15 сек

14 4 4 *Режимы ручной аргонодуговой сварки приведены в табл 109*

14 4 5 При сварке каждый последующий шов выполнять после полного охлаждения предыдущего и зачистки его нагартованной щеткой из нержавеющей стали или абразивным кругом до металлического блеска с последующим обезжириванием

14 4 6 При возобновлении сварки после случайного или вынужденного обрыва дуги окончание шва следует перекрывать на 10 15 мм Поверхность перекрываемого участка шва перед этим должна быть зачищена абразивным кругом и обезжирена

14 4 7 Сварные соединения из сплавов марок ХН65МВ ХН65МВУ ХН 63МБ Н70МВФ и Н65М ВИ должны быть стойки против межкристаллитной коррозии при контроле по методам РД 24 200 15 90

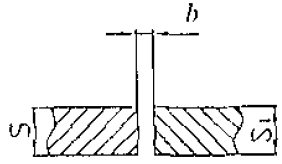
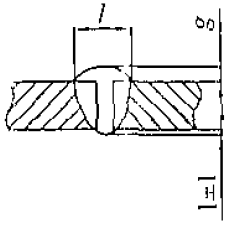
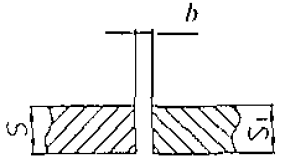
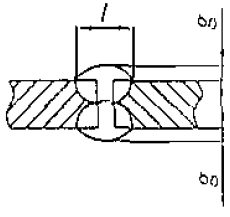
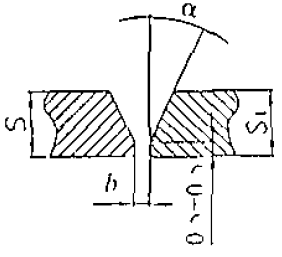
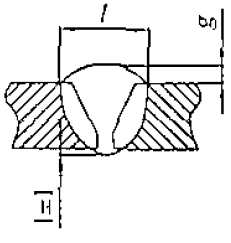
В случае выявления склонности к межкристаллитной коррозии сварные соединения указанных сплавов должны быть подвергнуты термообработке по режиму приведенному в п 14 1 5

В сварных соединениях сплава ХН78Т стойкость против межкристаллитной коррозии обеспечивается проведением последующей термообработки (980 1020°С охлаждение в воде или на воздухе)

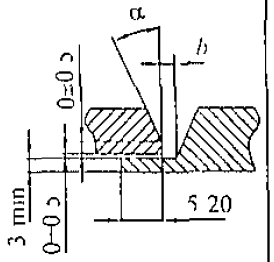
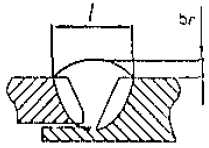
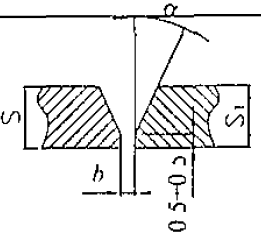
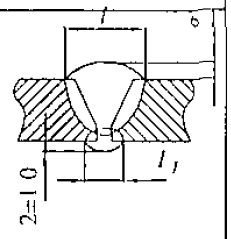
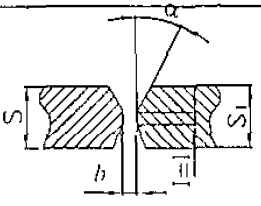
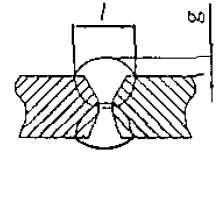
В остальных случаях необходимость термической обработки сварных соединений коррозионно стойких сплавов на основе никеля должна определяться требованиями ОСТ 26 01 858 или конструкторской документацией

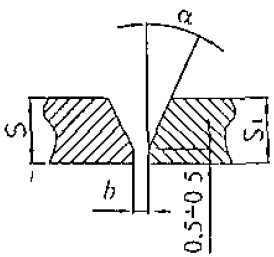
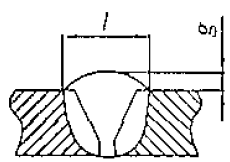
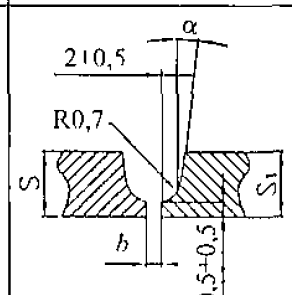
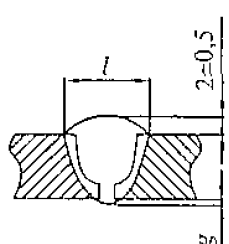
14 4 8 В случае невозможности обеспечения стойкости против межкристаллитной коррозии сварных соединений сплава *Н65М ВИ (ЭП982 ВИ)* с помощью последующей термообработки применять при сварке способ охлаждения водой обратной стороны шва после выполнения первого валика (корня шва) с защитой обратной стороны шва медной подкладкой с *поддувом аргона наложение последующих валиков* с обильным охлаждением водой

Таблица 106 Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных стыковых соединений коррозионностойких сплавов на никелевой основе

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	Способ сварки	Размеры, мм: $S=S_1$	b номин	b пред откл	l_1 ±2	g номин	g пред откл	l номин	l пред откл	α, град пред откл ±2°
С1н			ИНп	От 1,5 до 2,0	0,5	±0,5		1,0	±0,5	7	±3	
С2н				Св 2,0 до 3,0						9	±3	
С3н			ИНп	От 3,0 до 8,0	1,0				±1,0	10	±2	35
				Св 8,0 до 10,0	1,5					10	±2	30

Продолжение таблицы 106

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	Способ сварки	Размеры, мм									
				S, S_1	b		l_1 ±2	g		l		α, град, пред. откл. ±2°
					номин.	пред. откл.		номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.	
С4н			ИНп	3,0 3,5	1,0	±1,0		1,0	+0,5 -1,0	5	±2	30
				3,8 4,5						6		
				5,0 5,5					±1,0	8		
				6,0 — 7,0						9		
				8,0						10		
				9,0						11		
				10,0						12		
										14		
С5н				От 4,0 до 6,0	1,0			1,0		10		35
				Св. 6,0 до 10,0	1,5	±0,5				14		30
				Св. 10,0 до 14,0			10	2,0	±1,0	15		25
С6н				От 10,0 до 12,0				1,0		9		
				Св. 12,0 до 16,0						12		
				Св. 16,0 до 20,0						15		

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	Способ сварки	Размеры, мм								
				$S=S_1$	b		l_1 ±2	g		l		α, град
					номин.	пред. откл		номин.	пред. откл	номин	пред. откл	пред. откл ±2°
С7и			ИН	От 1,5 до 2,0	0,0	— +0,1		1,5	+1,5 -1,0	7	+2	35
С8и			ИНп	Св. 3,0 до 4,0				1,4	+0,2 -0,3	9	+4	20
				Св. 1,0 до 6,5	0,6	+0,2		1,5	-0,3			

ПРИМЕЧАНИЕ Сварные соединения типа С7и применяются при сварке труб

Таблица 107 Основные типы конструктивные элементы и размеры сварных угловых соединений коррозионностойких сплавов на никелевой основе

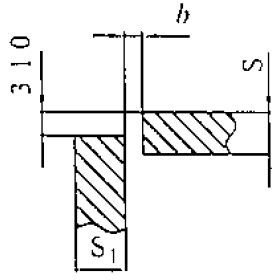
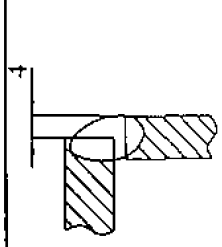
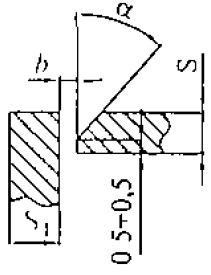
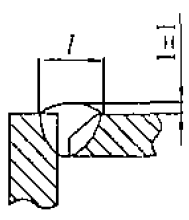
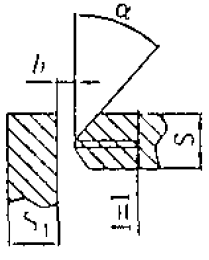
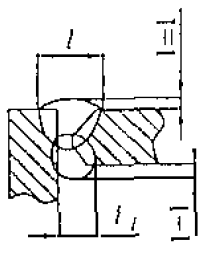
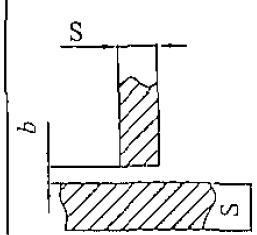
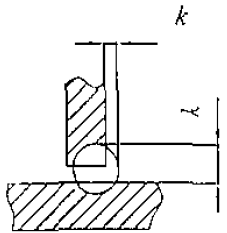
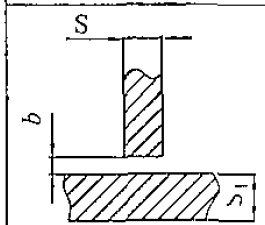
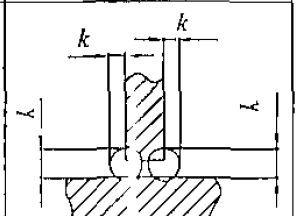
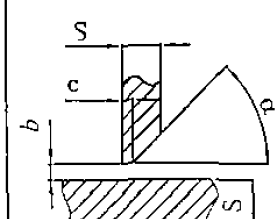
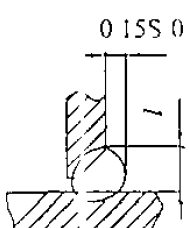
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S S1	Размеры, мм						
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			b		l		l_1		α, град
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	пред откл ±2°
У1п			НПп	От 6,0 до 10,0	0,5	0,5					
У2п				10,0		±1,0	18	±2,0			50
				Св. 10,0 до 20,0	2,0		22				
У3п				От 6,0 до 10,0	0,5	±1,5	7	±2,0	5	±1,0	50
				Св. 10,0 до 20,0			17		15		

Таблица 108 Основные типы конструктивные элементы и размеры сварных стыковых соединений коррозионностойких сплавов на никелевой основе

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Размеры, мм							
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		$S = s$	l		c		l		α град, предельное откл. ±2°
					номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.	
Т1в			III	От 2,0 до 3,0	0	+1,0					
				Св. 3,0 до 6,0							
				Св. 6,0 до 12,0							
Т2в				От 3,0 до 4,0			0,5	+0,5	7	+1,0	50
				Св. 4,0 до 8,0					10		
				Св. 8,0 до 14,0		1,5			16	+2,0	
				Св. 14,0							

Продолжение таблицы 108

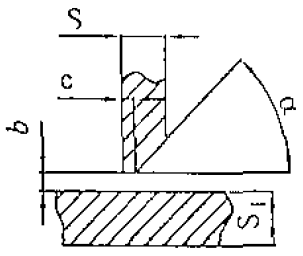
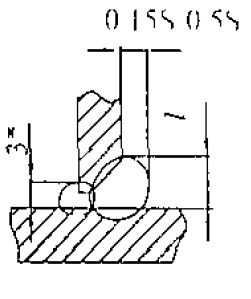
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Размеры, мм								
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		S, S_1	b		c		l		α, град.	
					номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.	пред. откл. ±2°	
Т3н			ШИп	От 3,0 до 4,0	0	1,0	0,5	0,5	7	±1,0	50	
				Св. 4,0 до 8,0		1,5			10			
				Св. 8,0 до 14,0					16	±2,0		
				Св. 14,0 до 20,0		2,0			18			

Таблица 109 Режимы ручной аргонодуговой сварки коррозионностойких сплавов на никелевой основе

Толщина свариваемого листа мм	Форма подготовки кромок и характер выполненного шва	Количество проходов	Диаметр мм		Сварочный ток А		Расход аргона л/мин	
			вольфрамового электрода	сварочной проволоки	Корень шва	Раскрытие шва	на горелку	на защиту обратной стороны шва
1 5 2 0	Без скоса кромок Односторонний и двусторонний	1 2	2 0 э 0	2 0	40 60		8 10	2 3
4 6 10	Со скосом двух кромок Односторонний и двусторонний	3-4 4 5 10 12	3 0 3 0 э 0	? ? э 2 э	60 60 80	80 80 100 100 120	8 10 10 12 12 14	2 3 4-6 4 6
6 8 10 12	С двумя симметричными скосами двух кромок двусторонний	4 5 6 8 8 12	3 0	? 3	60 80 80	80 100 80 120 100 120	10 12 10 12 12 14	4 6 4-6 4 6
15 20	Со скосом двух кромок односторонний	14 16	3-4	? 3	80 100	120 140	14 18	6 8

ПРИМЕЧАНИЯ
1 Напряжение должно быть 12 13 В
2 Первый слой (корень шва) выполнять сварочной проволокой Ø 2 мм за 1 2 прохода

14 5 Сварка коррозионностойких сплавов на никелевой основе со сталями

14 э 1 Сварку сплавов со сталями выполнять с зазорами и формой разделки кромок применяемых при сварке сплавов

14 э 2 Подготовку деталей под сварку и прихватку выполнять с соблюдением требований в отношении защиты металла инертным газом как с лицевой так и с обратной стороны шва

14 э 3 Сварочные материалы для выполнения соединений сплавов со сталями принимать по табл 110

Таблица 110 Сварочные материалы для сварки коррозионностойких сплавов на основе никеля со сталями

Марка свариваемых материалов		Проволока для аргонодуговой сварки		Электроды для ручной дуговой сварки	
Сплав	Сталь	Марка по ГОСТ 2246 или техническим условиям	Рабочая температура, °С не более	Марка и тип по ГОСТ 10052 или техническим условиям	Рабочая температура, °С не более
ХН65МВ (ЭП567) ХН65МВУ (ЭП?60) ХН6?МБ (ЭП7?8У) Н70МВФ ВИ (ЭП814А ВИ) Н65М ВИ (ЭП982 ВИ) ХН78Т (ЭИ4??)	Углеродистые и низколегированные Ст3 10 20 16ГС 09Г2С	Св 07Х25Н1?	До ?50°С В пределах применения сталей по ОСТ 26 291	ОЗЛ 6 (Э 10Х25Н1 Г2) ЭА 39? 9	До ??0°С В пределах применения сталей по ОСТ 26 291
	Высоколегированные типа Х18Н10Т Х17Н13М2Т Х17Н1?М?Т	Св 10Х16Н?5АМ6[1] Св 01Х23Н28М3Д3Т		ЭА ?9? 9 [1] (11Х15Н25М6АГ?) ОСТ ? 9244 ОЗЛ 6 [1] (Э 10Х25Н1?Г?)	

ПРИМЕЧАНИЯ 1 Без требований по стойкости против межкристаллитной коррозии
2 Допускается также применение сварочных материалов предназначенных для выполнения однородных соединений сплавов

15 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

15 1 При организации рабочих мест их оборудовании изготовлении конструкций и разработке технологических процессов по сварке и инструкции по технике безопасности надлежит руководствоваться ГОСТ 12 3002 ?5 Правилами пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства утвержденных ГУПО МВД СССР в 1975 г и РДП 26 17 071 86 Правила по охране труда при электросварочных работах

ИЗМЕНЕНИЕ № 1

ОСТ 26 260 3-2001

МАШИНОСТРОЕНИИ
Основные положения

УТВЕРЖДАЮ
Председатель ТК 260
«Оборудование химическое
и нефтегазоперерабатывающее»
_____ В А Заваров
«__»_____ 2004 г
Дата введения 01 10 2004 г

Стр 2 В разделе 2 «Нормативные ссылки» включить ГОСТ 9 021 74 «Алюминий и сплавы алюминиевые Методы ускоренных испытаний на межкристаллитную коррозию »

Стр 3 «ОСТ 24 948 02 91» заменить на «ОСТ 24 948 02 99 Флюс марки ФЦ 16 ФЦ 16А ФЦ 18 ФЦ 21 »

Стр 25 Продолжение таблицы 4 Вместо марки флюса «ФЦ 11» записать «ФЦ-16 (ФЦ 16А)»

В примечании 3 заменить «ТУ 108 948 02» на «ОСТ 24 948 02»

Стр 26 В таблице 5 в графе «Скорость сварки» указать размерность «м/ч»

ОАО [illegible]
Зарегистрировано № 22 2004-08-25
Заместитель [illegible]
директора

Стр 36 Пункт 4 8 6 [illegible] в следующей ре[illegible]

«Время от момента окончания сварки до начала термообработки если нет других указаний в соответствующей нормативной документации должно быть – для кольцевых и продольных швов изделий с толщиной стенок до 60 мм и швов угловых и тавровых соединений в изделиях с толщиной стенок до 50 мм – не ограничено » далее по тексту

Стр 39 Часть таблицы 16 для сталей марок 12ХМ, 12МХ 15Х5М изложить в новой редакции

12ХМ 12МХ	Св 10Х2М ТУ 14 1 2219 Св 08ХМ Св 08МХ Св 10ХГ2СМА Св 04Х2МА	АН 8 АН 22 ГОСТ 9087 АН 9 АН9У ТУ ИЭС201	При температуре не ниже 0 °С после нормализации и отпуска
15ХМ	Св 10Х2М ТУ 14 1 2219	АН 8 АН22 ГОСТ 9087	
15Х5М	Св 10Х5М		

Стр 46 таблица 23 При отсутствии наличия требований по стойкости против межкристаллитной коррозии графу «Марка проволоки обозначение стандарта или технических условий» для стали 08Х17Н15М3Т изложить в новой редакции

Св – 06Х10Н10М3Т

Св – 04Х19Н11М3

ГОСТ 2246

Св – 01Х 9Н 18Г10АМ4

ТУ 14 1 4981

Стр 72 таблица 44 Для марки электрода АНЖР 2 тип электрода записать «08Х24Н40М7Г2» вместо «11Х25Н40М7Г2» и «06Х25Н40М7Г2»

Стр 85 таблица 48 Исключить в третьей части таблицы по горизонтали в графах «А» и «Б» горизонтальную линию, разделяющую в графе «А»стали 20К 22К и 16ГС, 09Г2С и продолжение этой линии в графе «Б», разделяющую стали 02Х18Н11 и 08Х17Н13М21

Стр 87 таблица 49 В графе «Марка проволоки» вместо "Св Х25Н40М7" записать Св 08Х25Н40М7 (ЭП673)

Стр 119 Из п 11 2 6 исключить ссылку «по ГОСТ 6032», вместо этого записать « для сварных соединений из алюминия по методике, изложенной в ОСТ 26 01 1183, а из алюминиевых сплавов по ГОСТ 9 021»

Зам генерального директора ОАО «НИИХИММАШ» — П А Харин

Начальник лаборатории металловедения и сварки — А Л Белинкин

Старший научный сотрудник — М А Ястребова

Начальник отдела стандартизации и метрологии — А В Смирнов

ЗМЕНЕНИЕ № 2

ОСТ 26 260 3 2001
СВАРКА В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ
Основные положения

УТВЕРЖДАЮ
Председатель ТК 260
«Оборудование химическое и нефтегазоперерабатывающее»
_____ В А Заваров
«__» 06 2005 г

Дата введения 01 07 2005 г

1 Стр 1 Область применения
Заменить ‘ПБ 10 115 96 на ПБ 03 576 03
ПБ 03 108 96 на ПБ 03 585 03
ПБ 03 384 00 на ПБ 03 584 03
ОСТ 26 11 06 на ОСТ 26 260 482

2 Стр 2 Нормативные ссылки
Заменить стр 3 *ПБ 03 108 96 на ПБ 03 585 03”*
ПБ 03 384 00 на ‘ПБ 03 584 03”
ПБ 10 115 96 на ПБ 03 576 03
ОСТ 26 11 06 85 ’ на ОСТ 26 260 482 2002

ОАО «НИИХИММАШ»

Зарегистрировано № 225 2005-06-02

Заместитель Генерального директора
_____ П А Харин

- стр 4 В наз[illegible] ТУ 14-1-4981-91
исправить опечатку вместо
Св 01Х19Н18Г10АМУ (ЭП690) записать
'Св-01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП690)'

3 Стр 17 п 3 7 11 В четвертом перечислении пункта исправить опечатку вместо слова напряжения записать "направления"

4 Стр 20 п 4 1 1 стр 42 п 5 2 1 стр 59 п 6 3 стр 62 п 7 2 1, стр 65 п 8 4 стр 89 п 10 2 1 стр 113 п 11 1 1 стр 128 п 11 8 1 стр 133 п 12 4 1 стр 135 п 12 5 стр 144 п 13 4 14 стр 158 п 14 4 1 исключить слова в соответствии с приложением 2 ПБ 10-115"

5 Стр 51 продолжение таблицы 27
Для стали марки 02Х25Н22АМ2 заменить проволоку Св 01Х23Н23М3Т на Св 01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП690) ТУ 14-1-4981

6 Стр 75 продолжение таблицы 45
В графе «Марка плакирующего слоя двухслойной стали» в I-ой группе способов сварки исправить опечатки
- для переходного слоя – "06ХН28МТ' на '06ХН28МДТ',
- для плакирующего слоя – 06ХН26МДТ' на '06ХН28МДТ

Зам генерального директора ОАО «НИИХИММАШ» П А Харин

Начальник лаборатории металловедения и сварки А Л Белинкий

Старший научный сотрудник М А Ястребова

Начальник отдела стандартизации и метрологии А В Смирнов

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ГОРНЫЙ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ
НАДЗОР РОССИИ
(Госгортехнадзор России)

107066, г. Москва, ул. А. Лукьянова, 4, корп. 8
Телефон: 263-97-75 Телефакс: 261-60-43
E-mail: gost.e-ecolog.ru

24.05.2002 № 12-06/404

На № _____

Заместителю Генерального директора
АО «НИИХИММАШ»
Ракову В.В.

Рассмотрев представленные материалы, Управление по котлонадзору и надзору за подъемными сооружениями Госгортехнадзора России согласовывает, разработанный ОАО «НИИхиммаш» ОСТ 26.260.3-2001 «Сварка в химическом машиностроении. Основные положения».

Начальник управления В.С. Котельников

Исп. Шельпяков А.А. т.267-32-34

УТВЕРЖДАЮ
Председатель ТК 260
«Оборудование химическое и нефтеперерабатывающее »
В.А Заваров
«11» 11 2001 г.

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

ОСТ 26.260.3-2001

СВАРКА В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ.
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Начальник отдела химического сопротивления материалов и металловедения, к.т.н. — П А Харин

Начальник отдела стандартизации и метрологии — И И Орехова

Руководитель разработки, начальник лаборатории металловедения и сварки, к.т.н. — А Л Белинкий

Разработчики

Старший научный сотрудник, специалист сварочного производства IV уровня, к.т.н. — В.А.Захаров

Старший научный сотрудник — М.М Абелев

Старший научный сотрудник — М А Ястребова

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора по научно-производственной деятельности АО «НИИХИММАШ», к.т.н. — В.В.Раков

Предисловие

1. Разработан открытым акционерным обществом "Научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения" (ОАО "НИИХИММАШ")

2. Утвержден и введен в действие техническим комитетом по стандартизации ТК 260 "Оборудование химическое и нефтеперерабатывающее" Листом Утверждения от

---

3. Взамен ОСТ 26-3-87

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 1

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ 2

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 5

3.1. Подготовка металла к сварке 5
3.2. Сварочное оборудование 5
3.3. Подготовка кромок соединений под сварку 6
3.4. Сборка и прихватка 7
3.5. Сварочные материалы 15
3.6. Квалификация сварщиков и специалистов 16
3.7. Условия выполнения сварочных работ 16
3.8. Указания по технологии электрошлаковой сварки 18

4. СВАРКА УГЛЕРОДИСТЫХ И НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ 20

4.1. Ручная дуговая сварка 20
4.2. Автоматическая дуговая сварка 23
4.3. Автоматическая сварка под флюсом с применением гранулированной металлической присадки 26
4.4. Полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом 32
4.5. Аргонодуговая сварка 33
4.6. Газовая сварка углеродистых сталей 33
4.7. Полуавтоматическая сварка в углекислом газе 34
4.8. Ручная дуговая, автоматическая дуговая под флюсом и полуавтоматическая дуговая в защитном газе сварка стали марок 12МХ, 12ХМ, 15ХМ 35
4.9. Ручная дуговая сварка соединений труб из стали марки 15Х5М 36
4.10. Электрошлаковая сварка углеродистых низколегированных и некоторых легированных сталей 38

5. СВАРКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО И АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ 41

5.1. Специальные требования 41
5.2. Ручная дуговая сварка 42
5.3. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем флюса 45
5.4. Сварка в среде защитных газов 49
5.5. Автоматическая сварка под слоем флюса с гранулированной присадкой 53
5.6. Электрошлаковая сварка 57

6. СВАРКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ ФЕРРИТНОГО И МАРТЕНСИТО-ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ 59

7. СВАРКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ 61

7.1. Специальные требования 61
7.2. Ручная дуговая и автоматическая сварка 62
7.3 Аргонодуговая сварка 64

8. СВАРКА ДВУХСЛОЙНЫХ СТАЛЕЙ 65

9. СВАРКА РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ 82

10. СВАРКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ 88

10.1. Специальные требования 88
10.2. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом 89
10.3. Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом 105
10.4. Автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом 106
10.5. Автоматическая сварка неплавящимся электродом "погруженной дугой" 107
10.6. Аргонодуговая сварка по "щелевому зазору" 109
10.7. Автоматическая сварка под флюсом 111
10.8. Электрошлаковая сварка 112

11. СВАРКА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ 113

11.1. Специальные требования 113
11.2. Подготовка под сварку 119
11.3. Ручная дуговая сварка алюминия марок А99, А85, А8, А7. А6, А5, АД00, АД0, АД1 120
11.4. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом 121
11.5. Автоматическая сварка по флюсу 122
11.6. Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в защитных газах 124
11.7. Автоматическая двухэлектродная сварка по флюсу 125
11.8. Ручная и автоматическая плазменная сварка алюминия марок АД0 и АД00 толщиной до 20 мм 128

12. СВАРКА МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ 130

12.1. Специальные требования 130
12.2. Ручная дуговая сварка 131
12 3. Дуговая сварка угольным электродом 131
12.4. Ручная и автоматическая сварка неплавящимся электродом 133

12.5. Полуавтоматическая сварка меди плавящимся электродом в среде азота, смеси аргона и азота и незащищенной дугой 135
12.6. Автоматическая сварка под флюсом 136
12.7. Газовая сварка латуни Л63 137
12.8. Ручная аргонодуговая сварка меди с латунью неплавящимся электродом 139

13. СВАРКА НИКЕЛЯ 139

13.1. Специальные требования 139
13.2. Подготовка под сварку 140
13.3. Сборка под сварку 140
13.4. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом 140
13.5. Ручная дуговая сварка 141
13.6. Автоматическая дуговая сварка под флюсом 153

14. СВАРКА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ 156

14.1. Специальные требования 156
14.2. Материалы 156
14.3. Подготовка под сварку 157
14.4. Аргонодуговая сварка 158
14.5. Сварка коррозионностойких сплавов на никелевой основе со сталями 165

15. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ 166

gost.e-ecolog.ru