



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ГОРНЫЙ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ
НАДЗОР РОССИИ
(Госгортехнадзор России)

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

107066, г. Москва, ул. А. Лукьянова, 4, корп. 8

Телефон: 263-97-75 Телефакс: 261-60-43

E-mail: gosnadzor@gosnadzor.ru

24.05.2002 № 12-05/404

На № _____

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

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СВАРКА В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Основные положения

ОСТ 26.260.3-2001

Дата введения: 01.06.2002 г.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

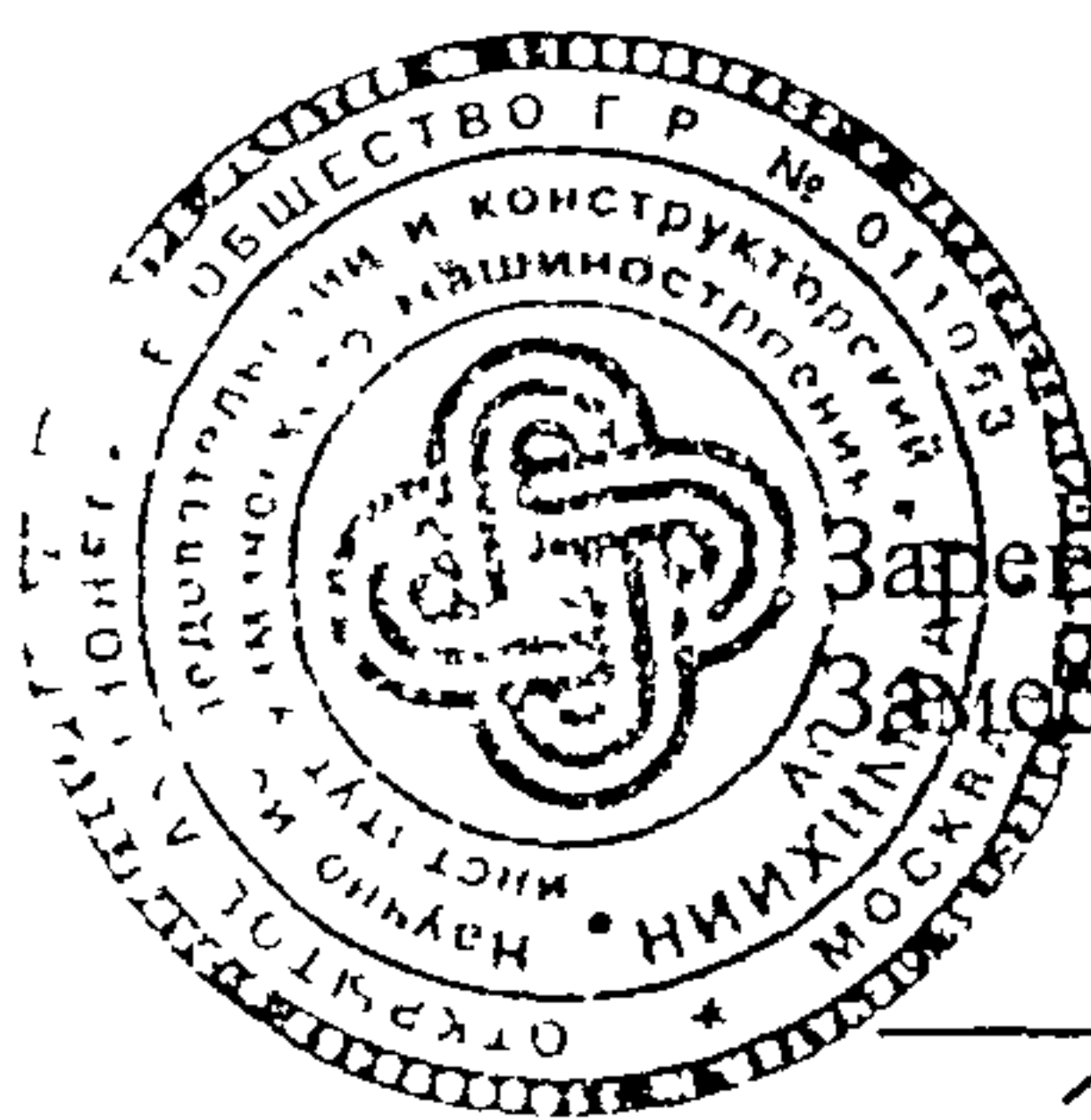
Настоящий стандарт распространяется на сварку изделий, работающих при температуре не ниже минус 70°C под давлением не более 16 МПа (160 кгс/см²) или без давления (под налив), из металлических материалов, применяемых в химическом машиностроении для сварных конструкций.

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 плавные. 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 стойкости 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 Electroды 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-01Х24Н25Г7АМЗД (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-08ХМАО-ВИ, Св-08ГТАА-ВИ, Св-10Х2ГМФТАА-ВИ

ТУ 14-1-4372-87 Проволока сварочная из коррозионностойкой стали марки Св-03Х24Н6АМЗ (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-08Х25Н20СЗР1 (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 Electroды марки АНЖР-1

ТУ 14-4-579-75 Electroды марки ОЗЛ-24

ТУ 14-4-598-75 Electroды марки АНЖР-2

ТУ 14-4-614-75 Electroды марки ОЗА-1

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

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

ТУ 14-4-786-76 Electroды марки ОЗЛ-32

ТУ 14-4-1270-84 Electroды 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 НМцАТЗ,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 плавный 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 плавный 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 $\pm 5\%$ 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, графа 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 100x100 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.

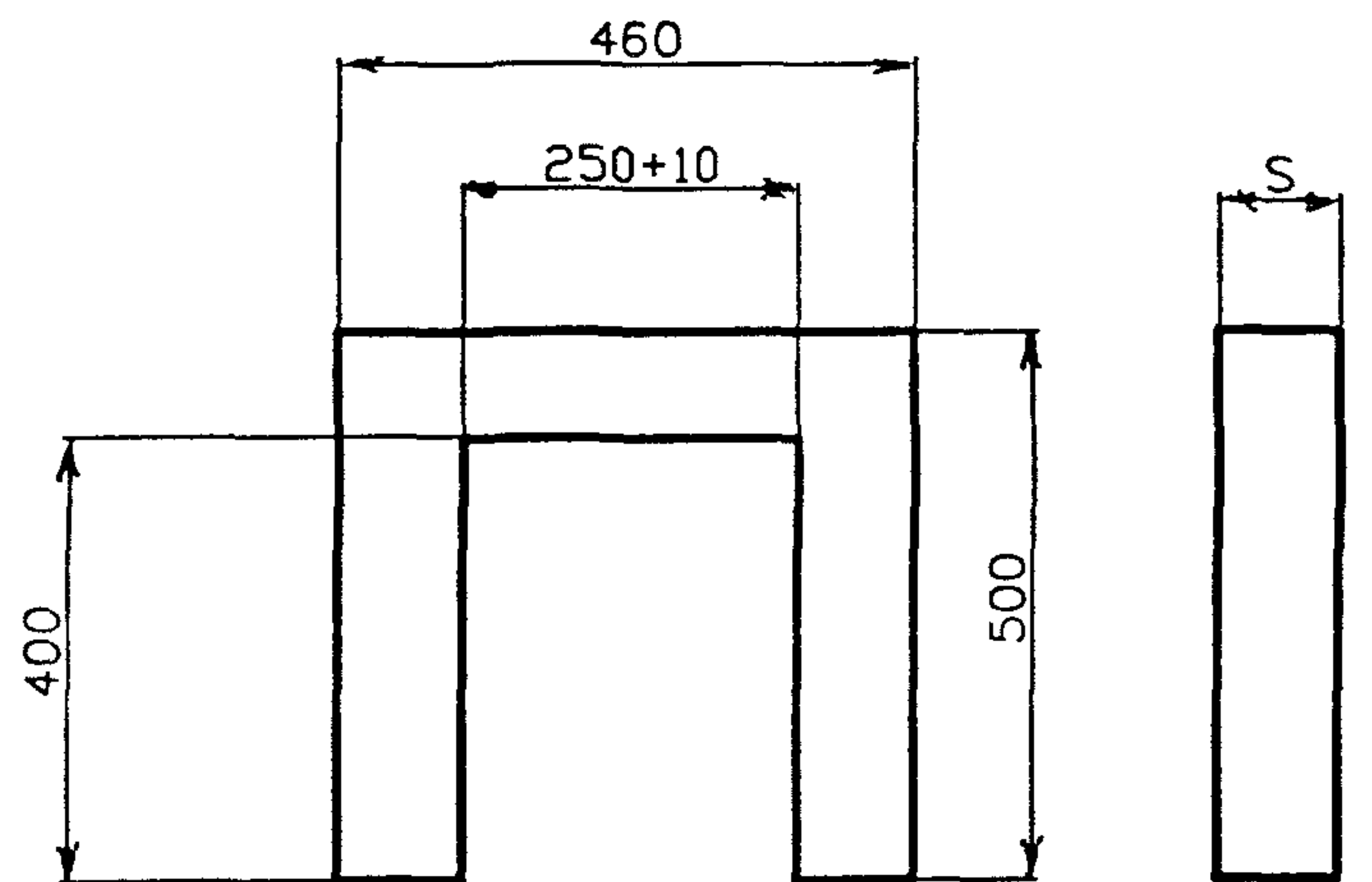
Монтажные скобы и монтажные пластины устанавливают с внутренней поверхности кольцевого шва, сборку кольцевых стыков производят с постоянным зазором.

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.

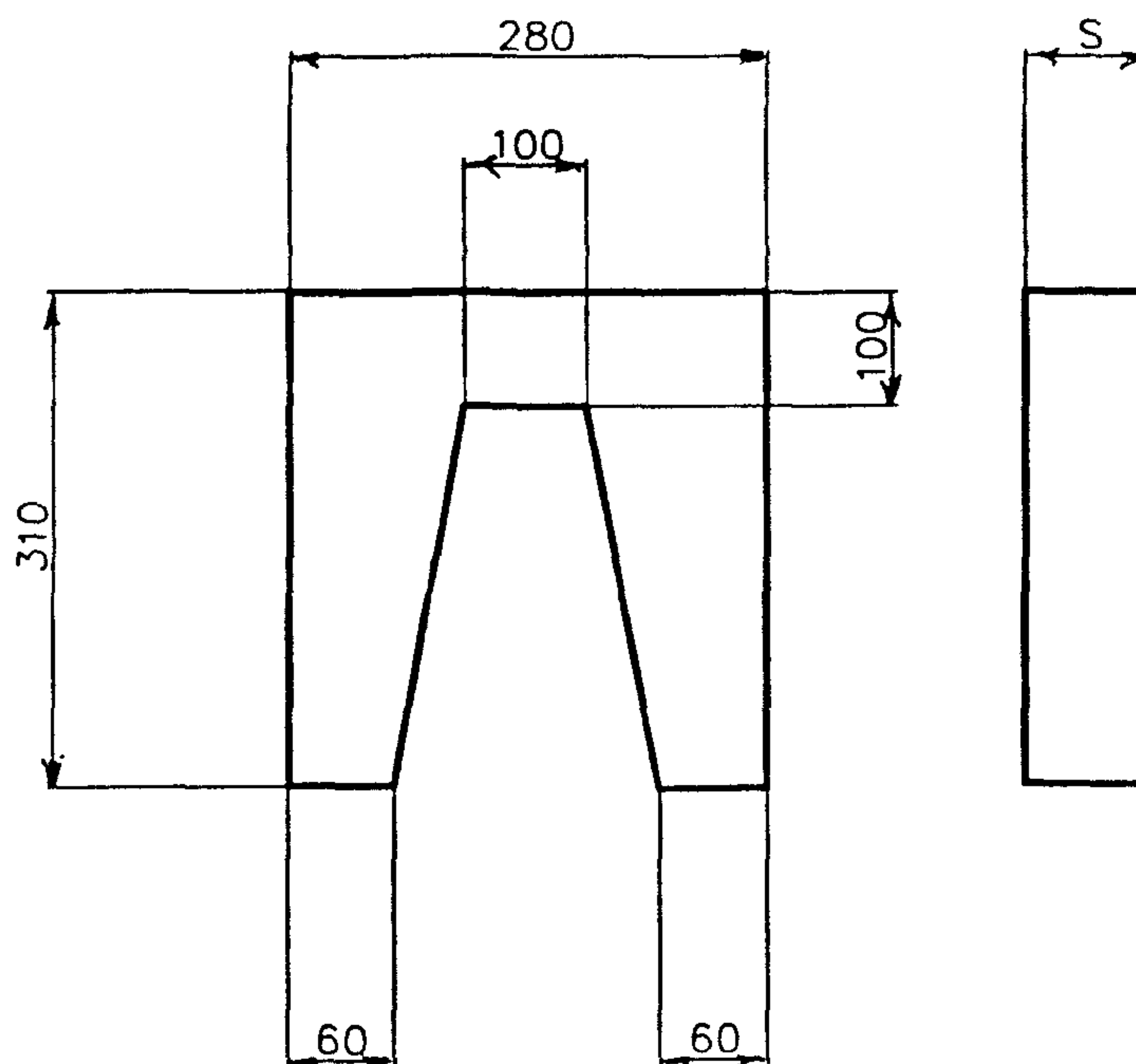
Допускается установка с двух сторон только выводных технологических планок, а также их замена специальными охлаждаемыми или керамическими устройствами для удержания сварочной ванны.

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

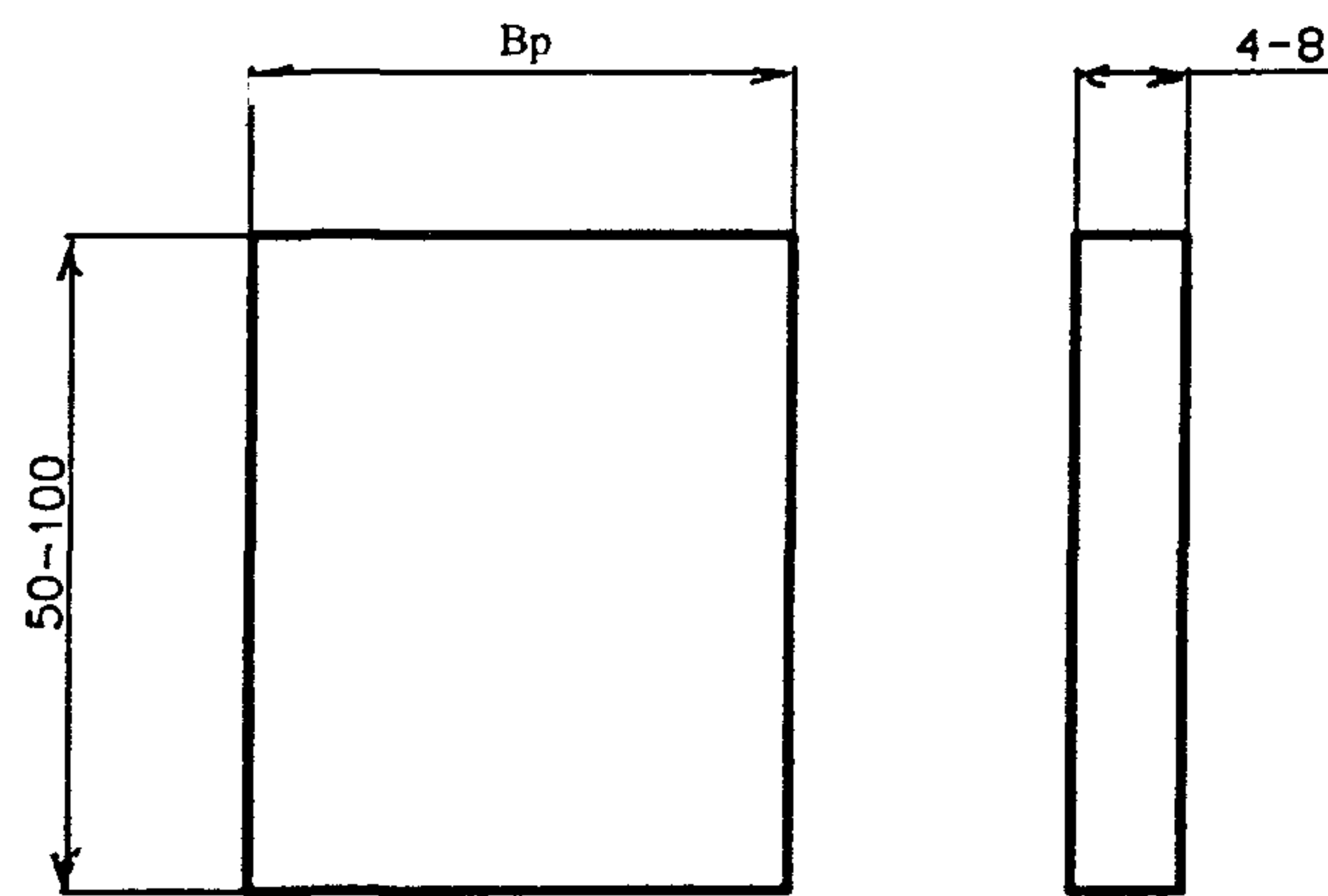


б

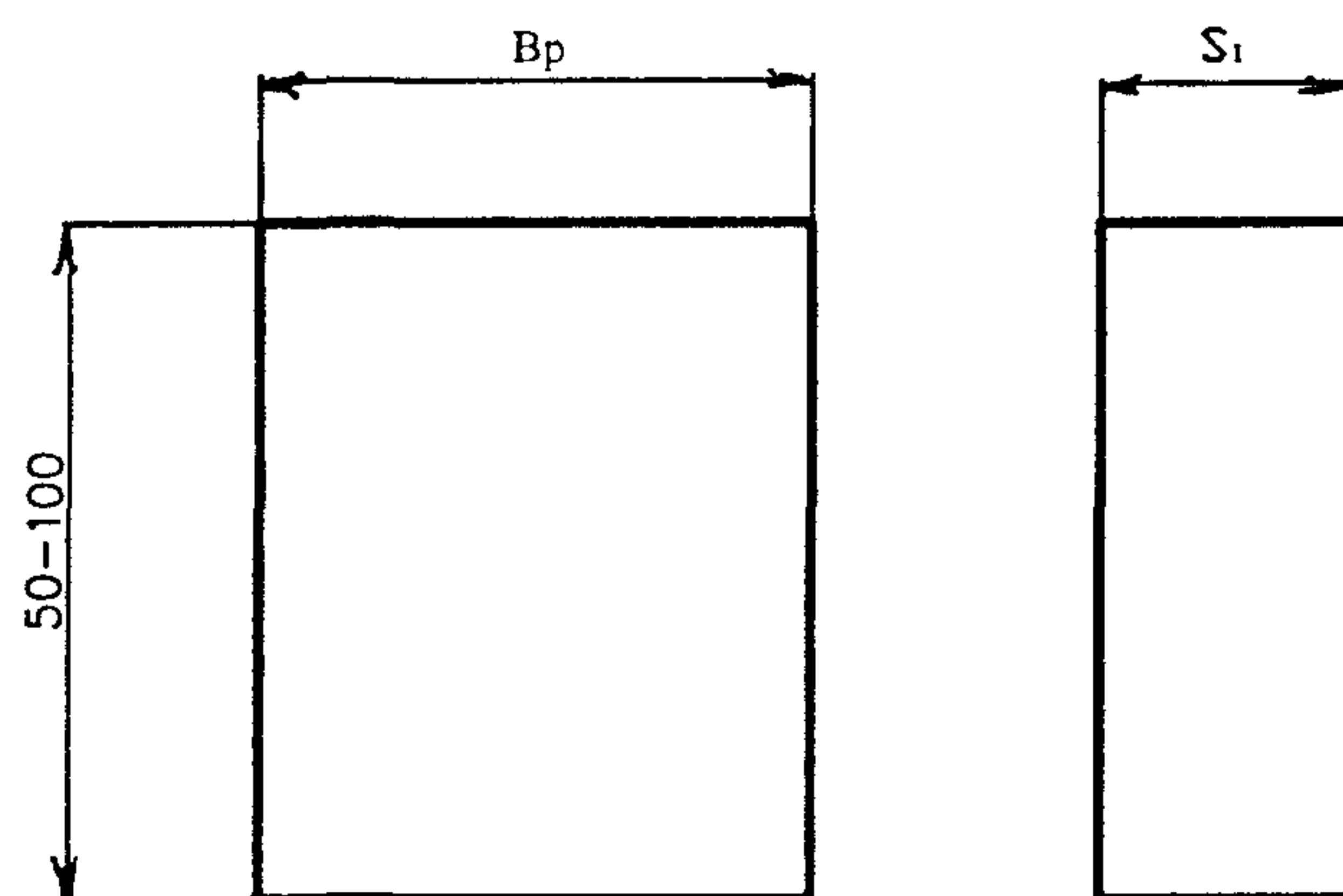
S - толщина, мм

Рисунок 1 - Типы монтажных скоб для электрошлаковой сварки

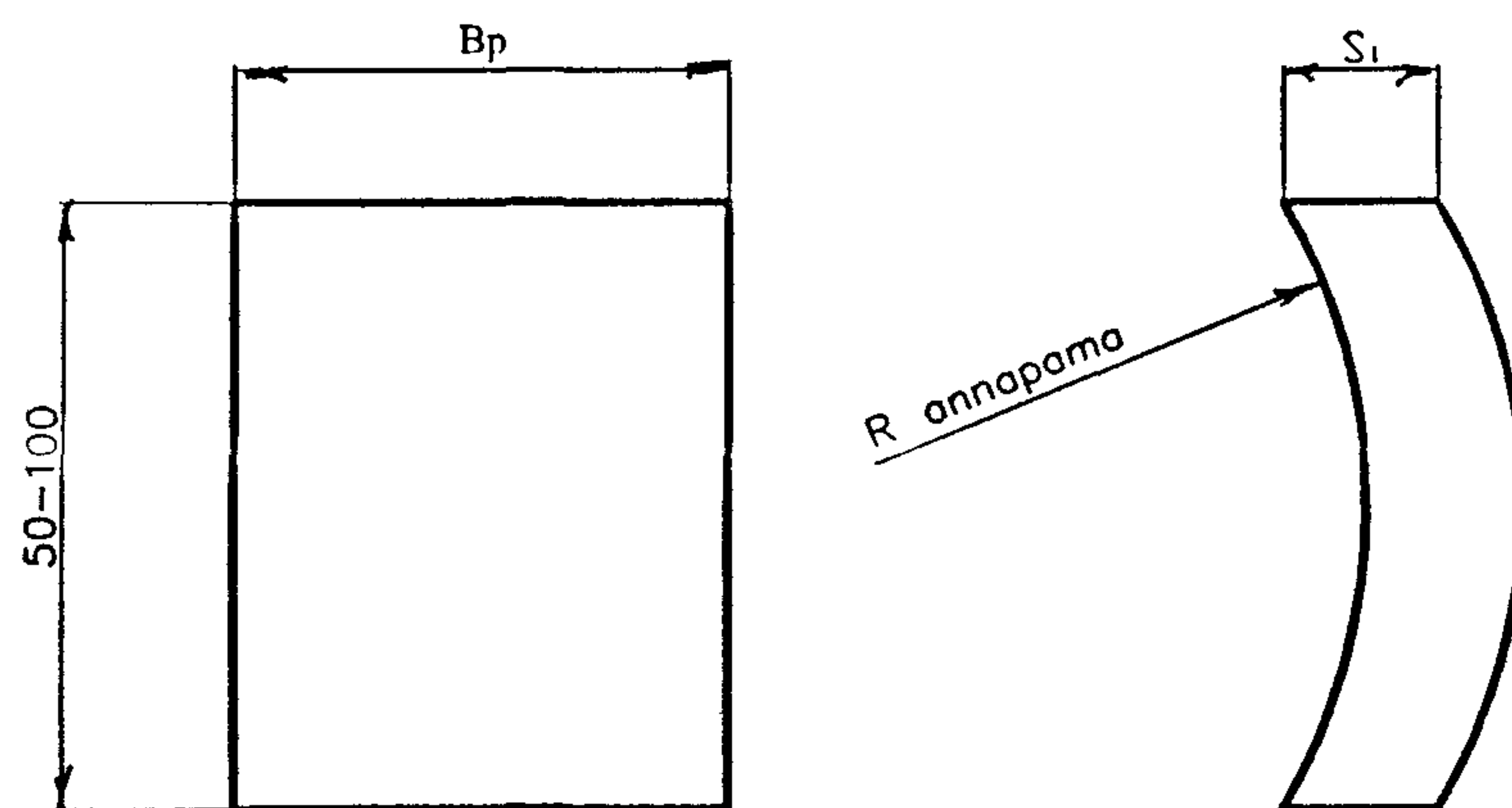
- а - при любой толщине свариваемого металла;
- б - при толщине свариваемого металла менее 60 мм
и ограниченных габаритах заднего ползуна автомата



а



б

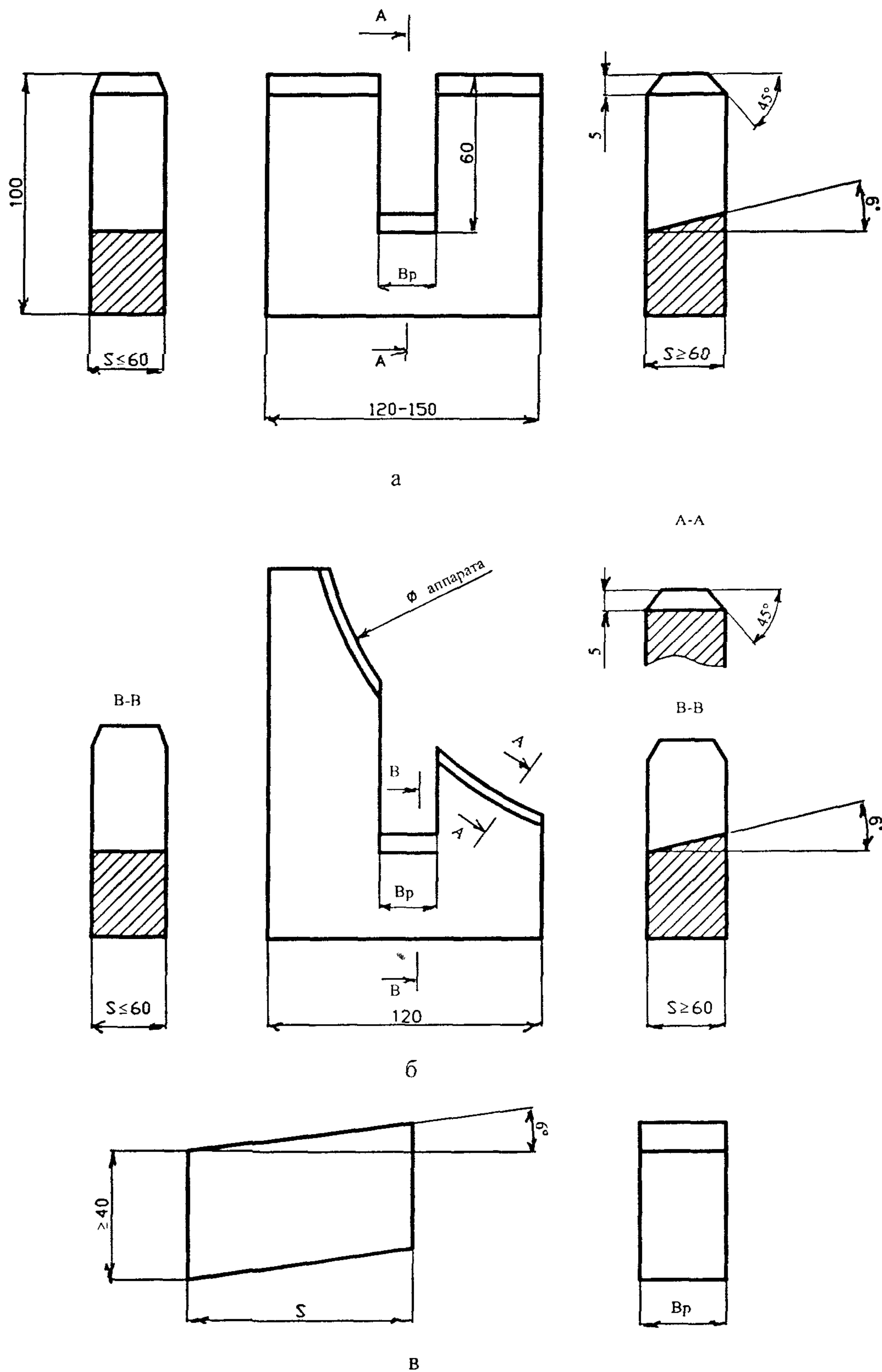


в

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

Рисунок 2 - Форма и размеры монтажных пластин и вставок

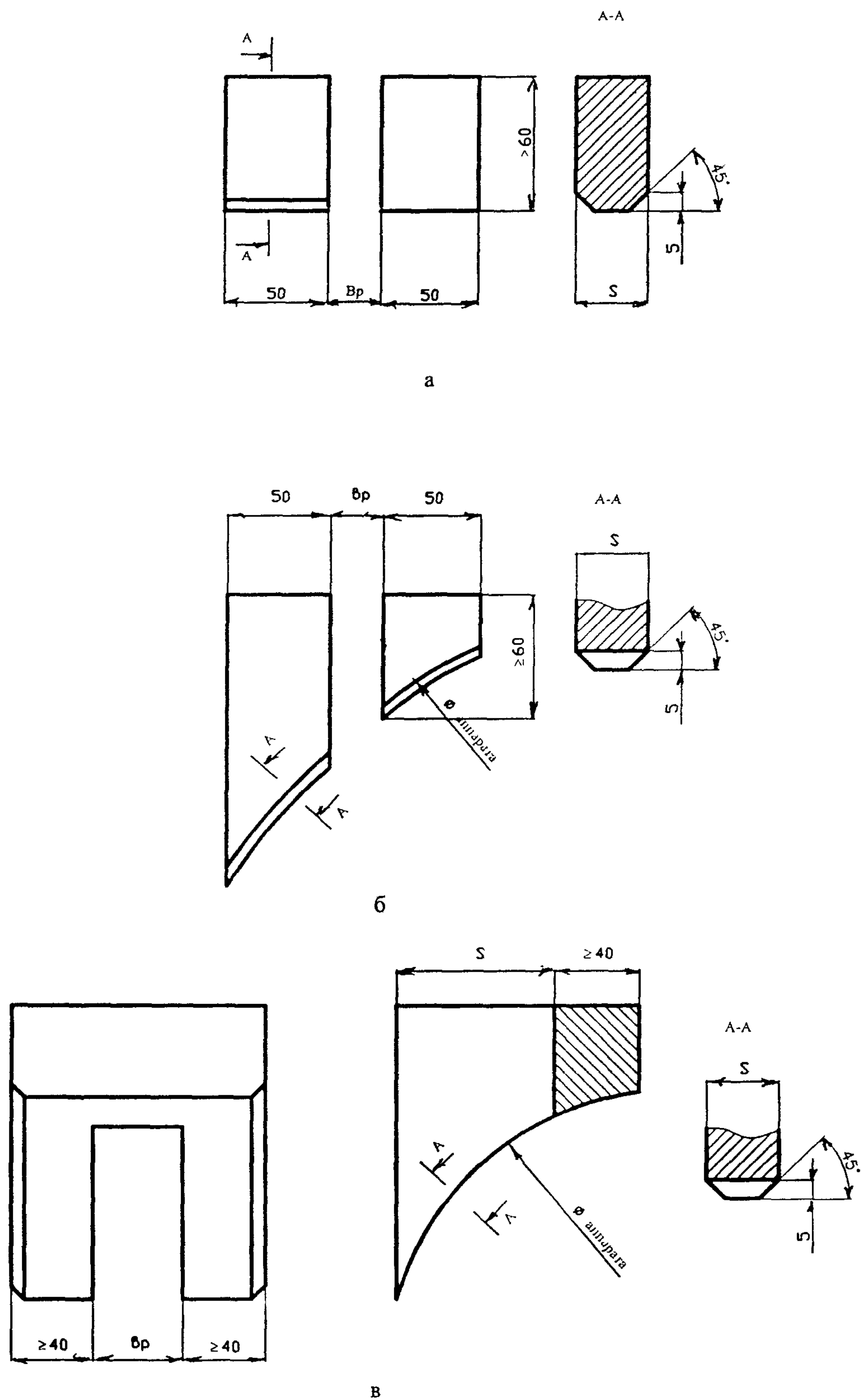
- а - расплавляемые пластины;
- б - удаляемые вставки для прямолинейных и кольцевых стыков;
- в - удаляемые вставки для кольцевых стыков



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

Рисунок 3 - Форма и размеры технологических планок

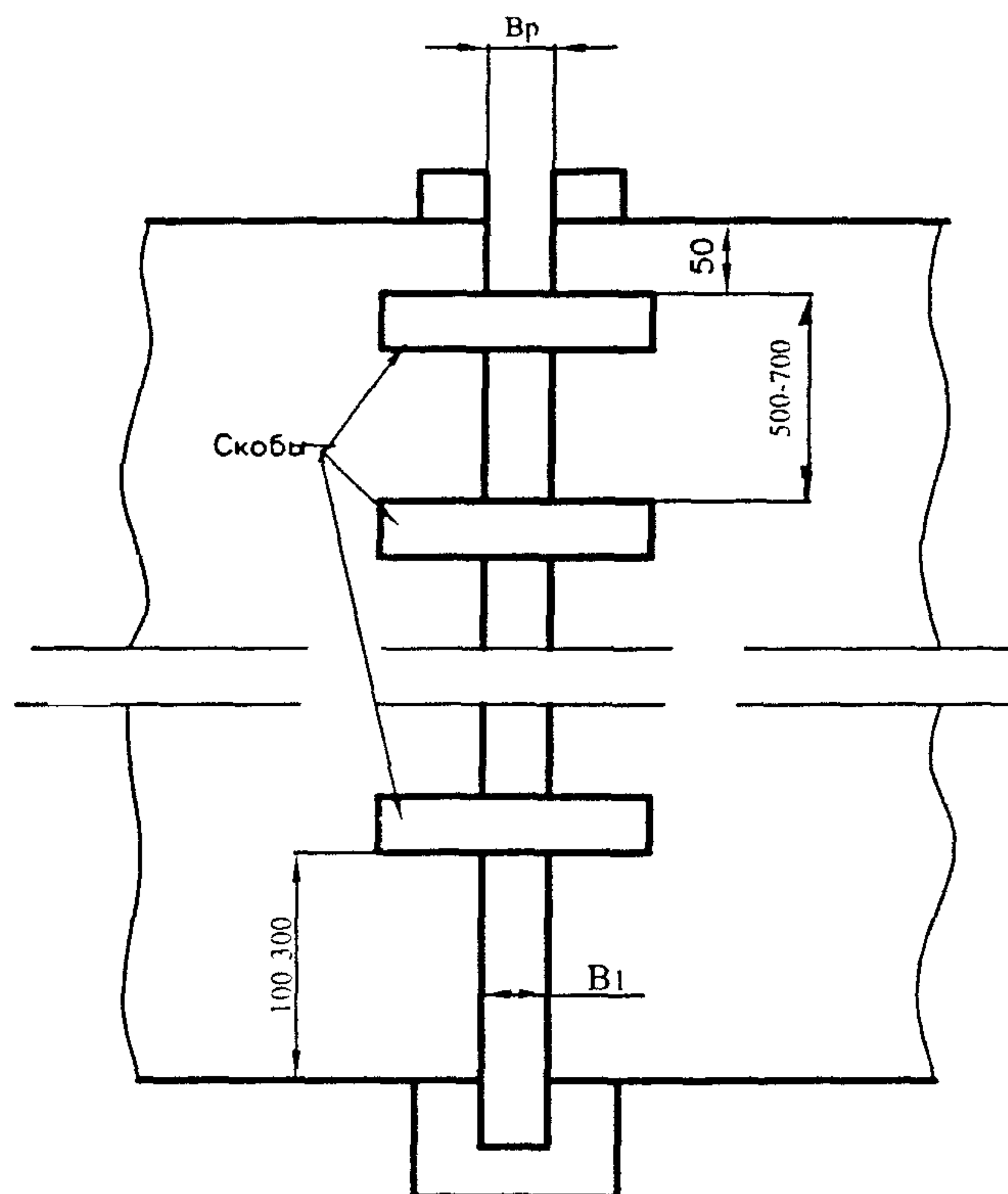
- а - для прямолинейных стыковых швов;
- б - для стыковых швов с криволинейным торцем;
- в - для кольцевых швов



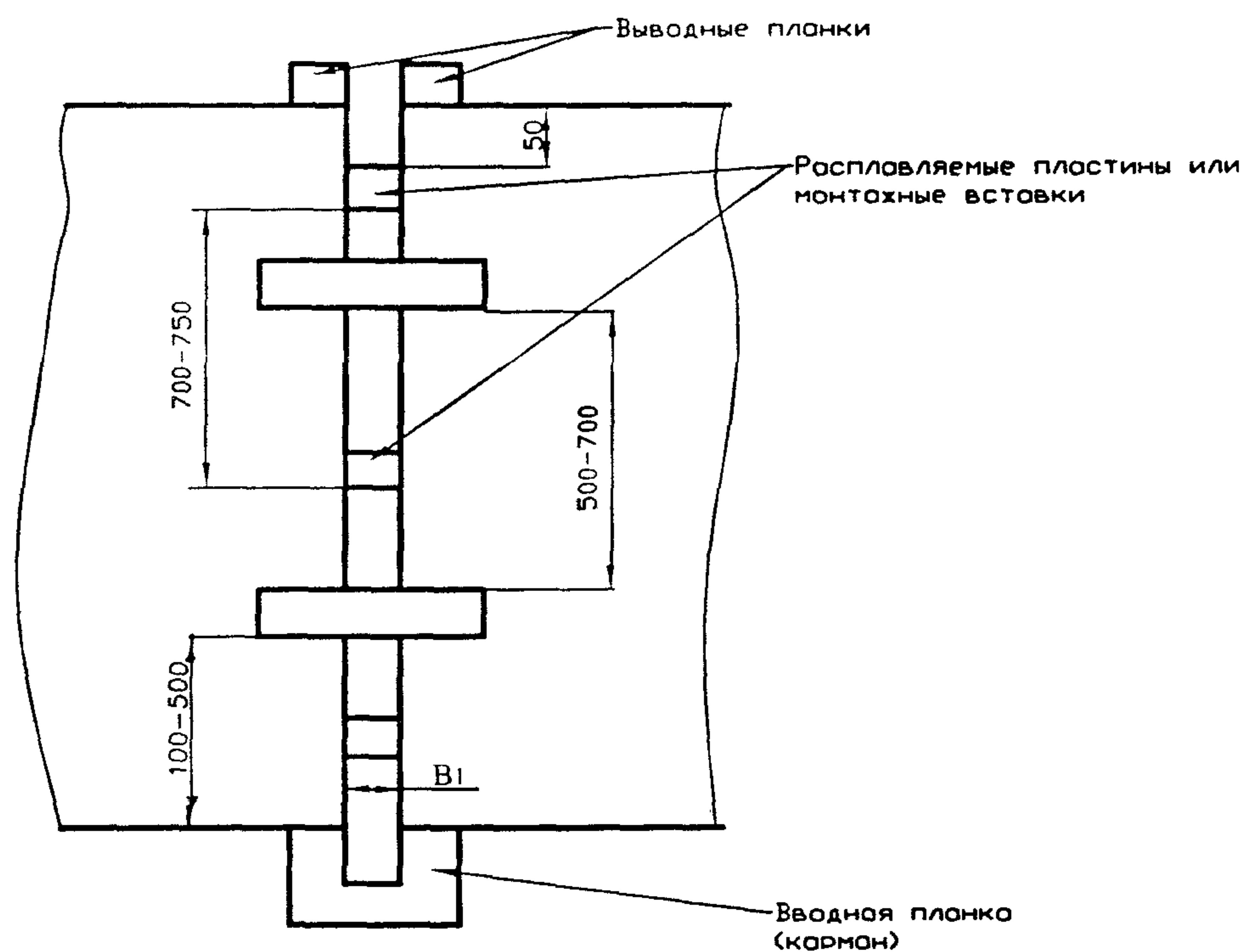
S = толщине свариваемого металла, мм;
 B_p - расчетный зазор, мм

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;
 B_p - 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

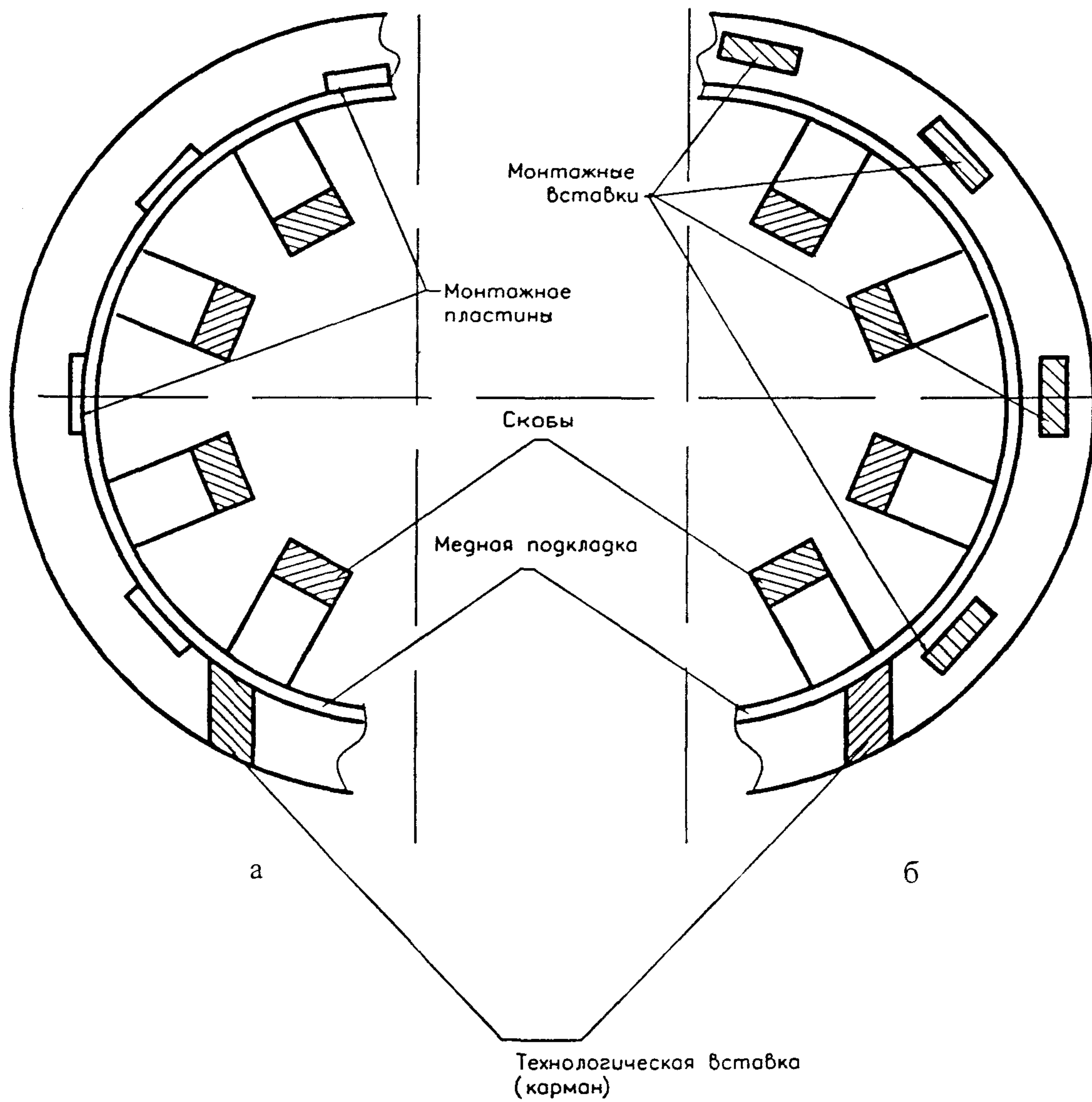


Рисунок 6 - Схема сборки кольцевых стыков

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 с требованиями 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 Ø 15-20 мм.

3.5.3. Подготовленные к сварке сварочные материалы следует хранить в сушильных шкафах при температуре 50-80°C или в сухих отапливаемых помещениях при температуре не ниже плюс 18°C 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 прокалики 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, прокалику, 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°C.

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 неэкономична, 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 особенностям 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 производительности;
- 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 газoeлектрическим 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.

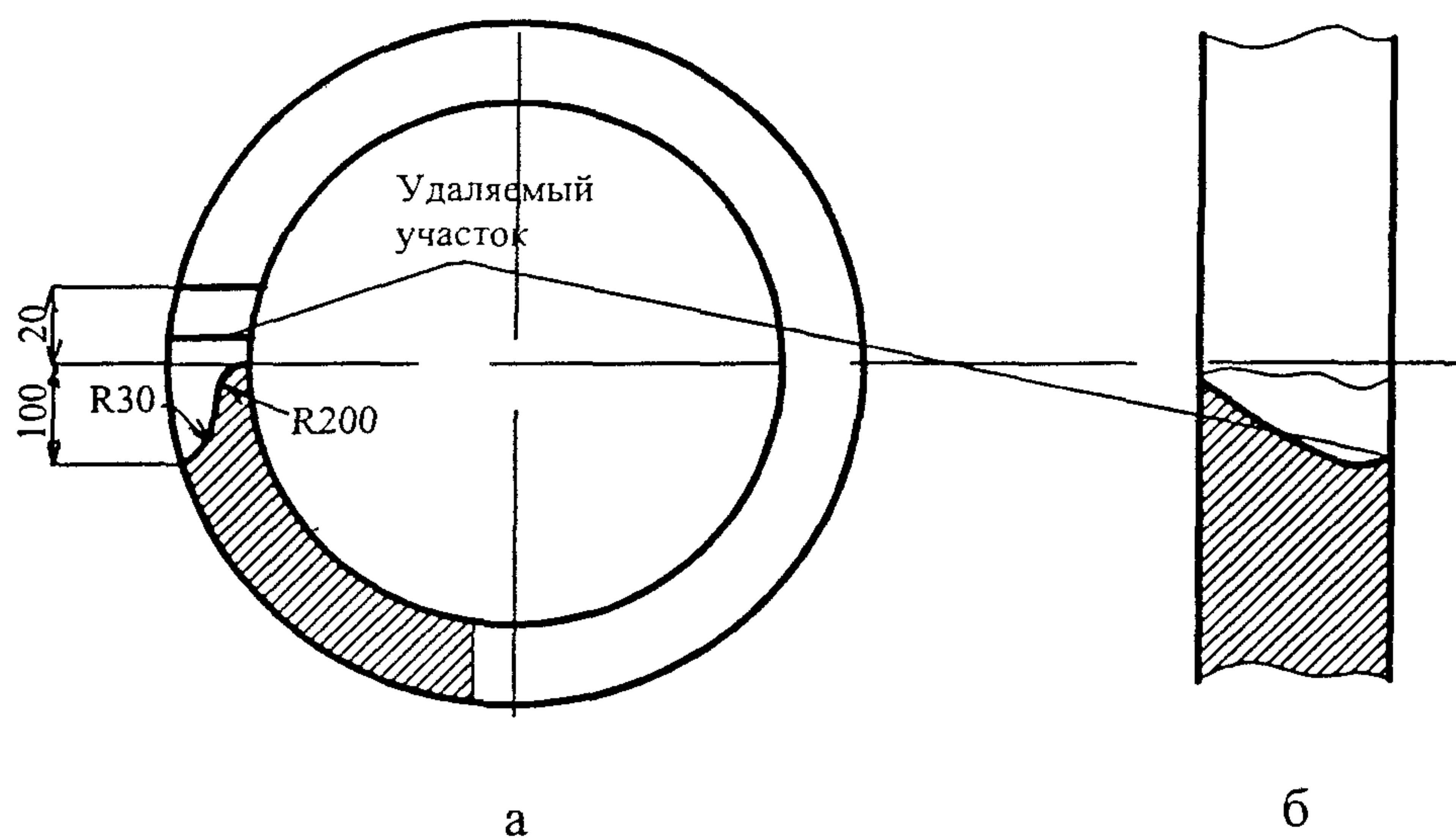
3.8.7. При сварке соединений одной проволокой производят перемещения электрода по глубине разделки стыка. В случае использования двух проволок и более сварку выполняют преимущественно без поперечных перемещений электрода. При электрошлаковой сварке с колебаниями время выдержки у ползунов устанавливают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

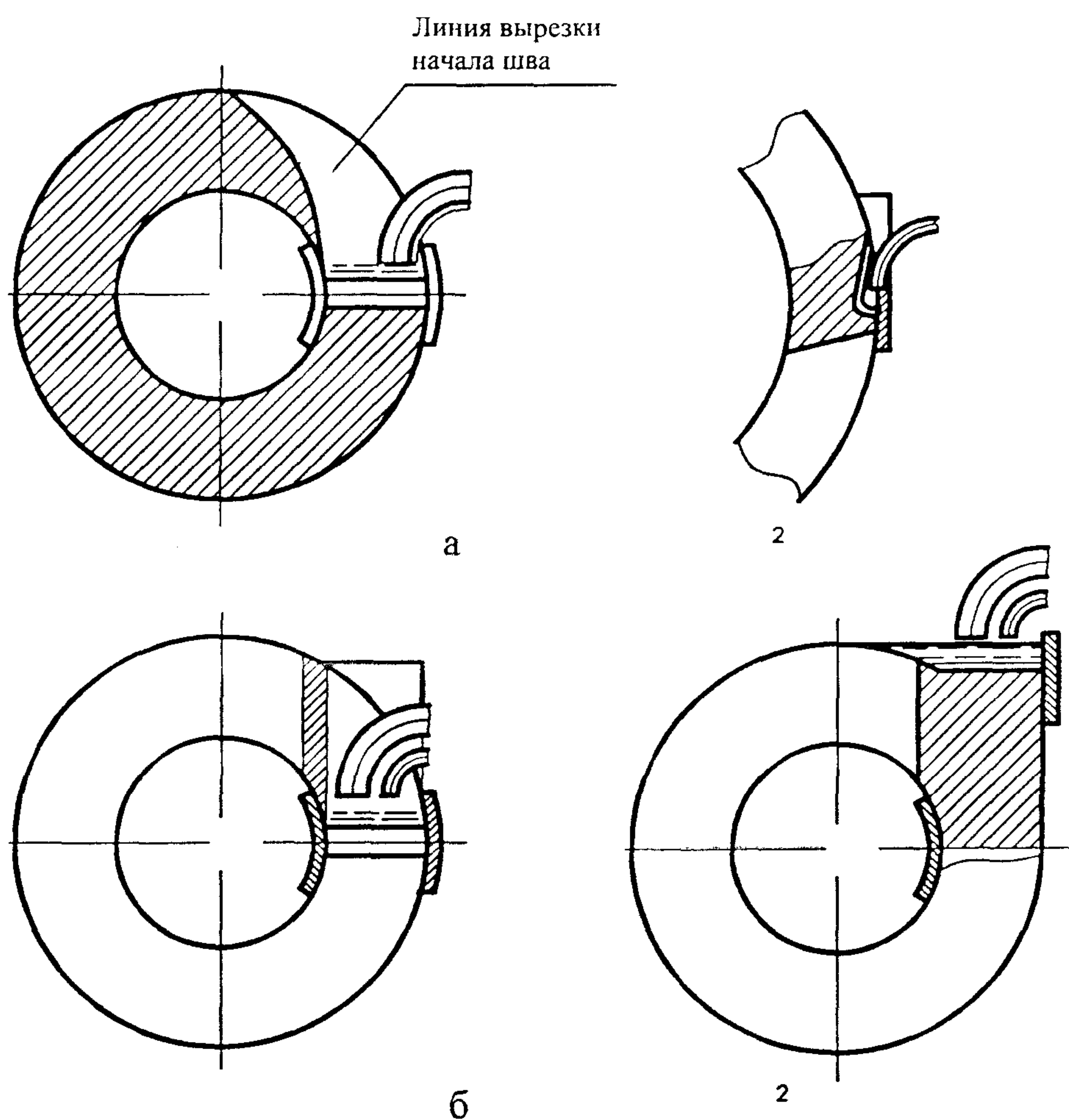
3.8.10. Электрошлаковую сварку соединения производят без перерыва во избежание образования дефектов.

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 - 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
СтЗкп СтЗпс СтЗсп СтЗГпс; 18Гпс 10; 15; 20 15К; 16К 18К; 20К; 20Л	Э42 ¹⁾ Э46	Не ниже минус 15°C.
	Э42А ¹⁾ Э46А Э50А	Не ниже минус 30°C. Не ниже минус 40°C (для сосудов работающих без давления).
22К, 25Л	Э46А Э50А	Не ниже минус 20°C.
16ГС; 09ХГ2НАБ4 09Г2 09Г2СА 10Г2 10Г2С1 17ГС 17Г1С 15Г2СФ 09Г2ФБ 20ЮЧ	Э50А Э55 Э60 ВП-4	Не ниже минус 40°C.
09Г2С 09Г2СЮЧ 09Г2БТ 10Г2БТ, 10Г2 10Г2ФБ, 10Г2С1	Э50А	Не ниже минус 60°C. От минус 61 до минус 70°C после нормализации
10ХСНД 15ХСНД	Э50А	Не ниже минус 40°C.
10Х2ГНМ 09ХГ2НАБЧ ²⁾ 10Х2М1А 10Х2М1АА, 16ГМЮЧ	Э-05Х2М Э-09МХ Э-09Х1М	Не ниже 0°C.
10Х2МФА ²⁾ 12Х2МФА 15Х2МФАА 15Х2НМФА ²⁾	Н-3А Э-09Х1МФ Э-10Х5МФ	Не ниже 0°C.
09Г2С; 10Г2 10Г2С1 09Г2СЮЧ	10ГН 10ГНМ	Не ниже минус 70°C.

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 хромомолибденованадиево-вольфрамовых 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	160-210	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток
		5	190-280	
		6	270-360	
Э42А	УОНИ-13/45	2	45-65	Постоянный ток, обратная полярность
		3	80-100	
		4	130-160	
		5	170-200	
		6	210-240	
	УП-1/45	2	45-65	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
		3	100-130	
		4	140-160	
		5	160-250	
	Э46	МР-3	4	160-200
5			180-260	
6			280-320	
ОЗС-4		3	90-100	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток
		4	160-180	
		5	200-250	
		6	250-300	
Э50А		УОНИ-13/55	3	80-100
	4		130-160	
	5		170-200	
	6		210-240	
	УП-1/55	3	90-120	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
		4	140-160	
		5	160-250	
		6	280-350	
	ОЗС-29	3	80-100	Постоянный ток, обратная полярность
		4	120-150	
		5	150-180	
	Э55	ОЗС/ВНИИСТ-27	3	90-110
4			130-150	
Э60	ОЗС-24М	3	90-110	Постоянный ток, обратная полярность
		4	130-150	

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	C4
	8-24	То же, со скосом двух кромок	C18
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	C7 C4 C30 C29
	14-32 ¹⁾	То же с односторонним скосом двух кромок	C21 C33
Кольцевые стыки обечаек труб и т.п. элементов	24-160	То же с криволинейным скосом двух кромок	C23 C40
	16-60	То же с двумя скосами двух кромок	C25 C38 C39
	50-160	То же с двумя криволинейными скосами двух кромок	C26
	2-12	Односторонний без скоса кромок на стальной подкладке	C5
	8-30	То же со скосом двух кромок	C19
	16-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	C34
Кольцевые стыки днищ с обечайками и др. элементов разной толщины	8-30	Односторонний замковый со скосом двух кромок	C20
	16-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	C35
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 АН-47	Не ниже минус 70°С

- ПРИМЕЧАНИЯ:** 1. Условия выполнения сварных соединений с различным сочетанием сварочных проволок 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 при 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/см²

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 протечи 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, оснащем подвижным механизмом.

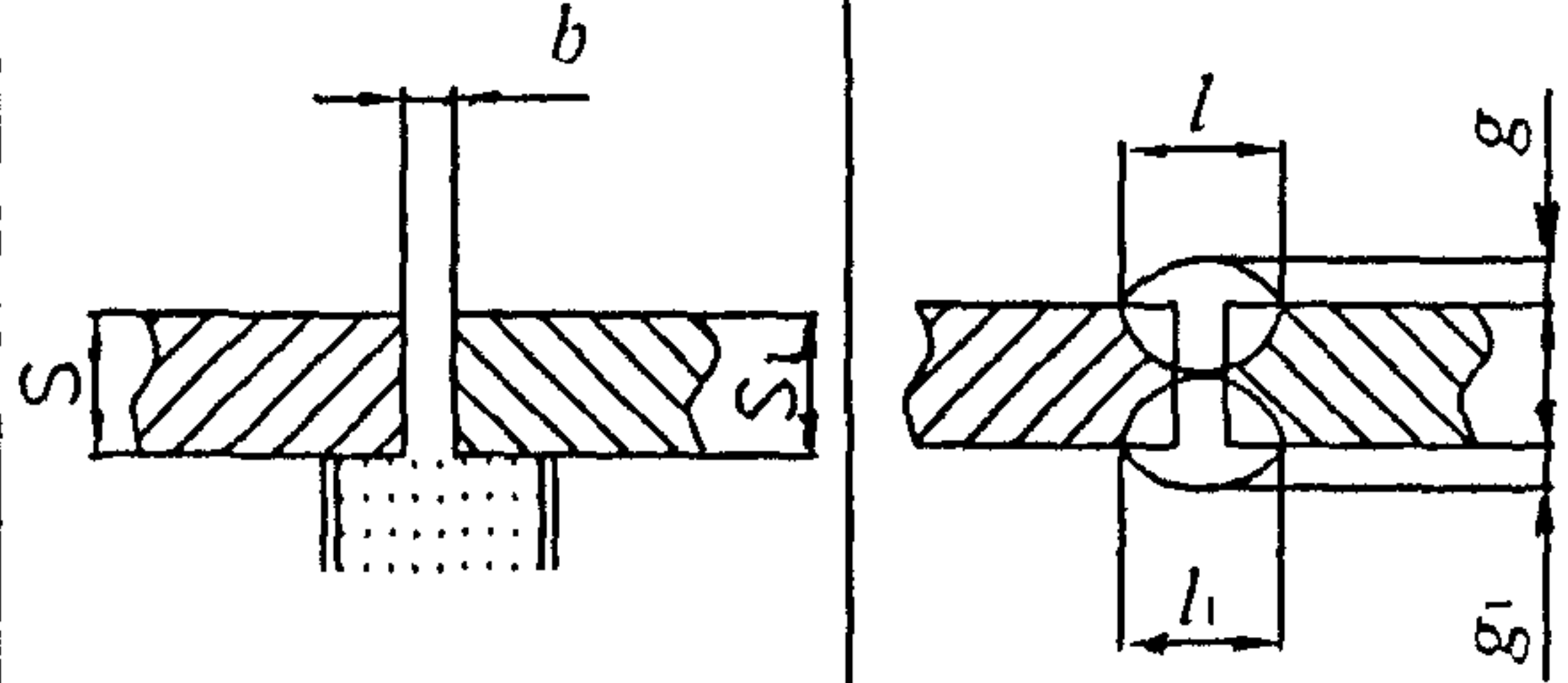
Длина гранул должна быть равной 1,5 – 2,5 мм.

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

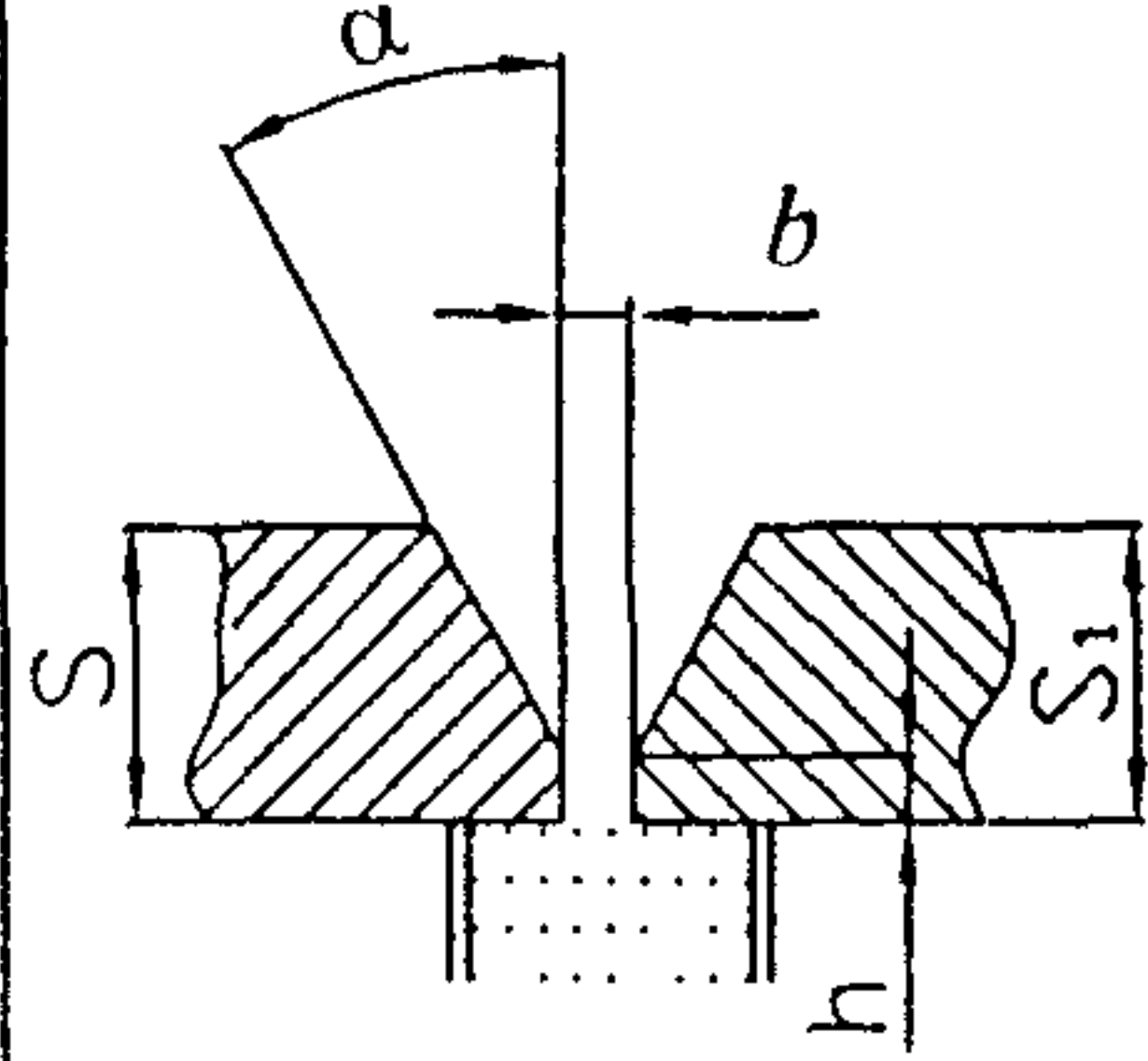
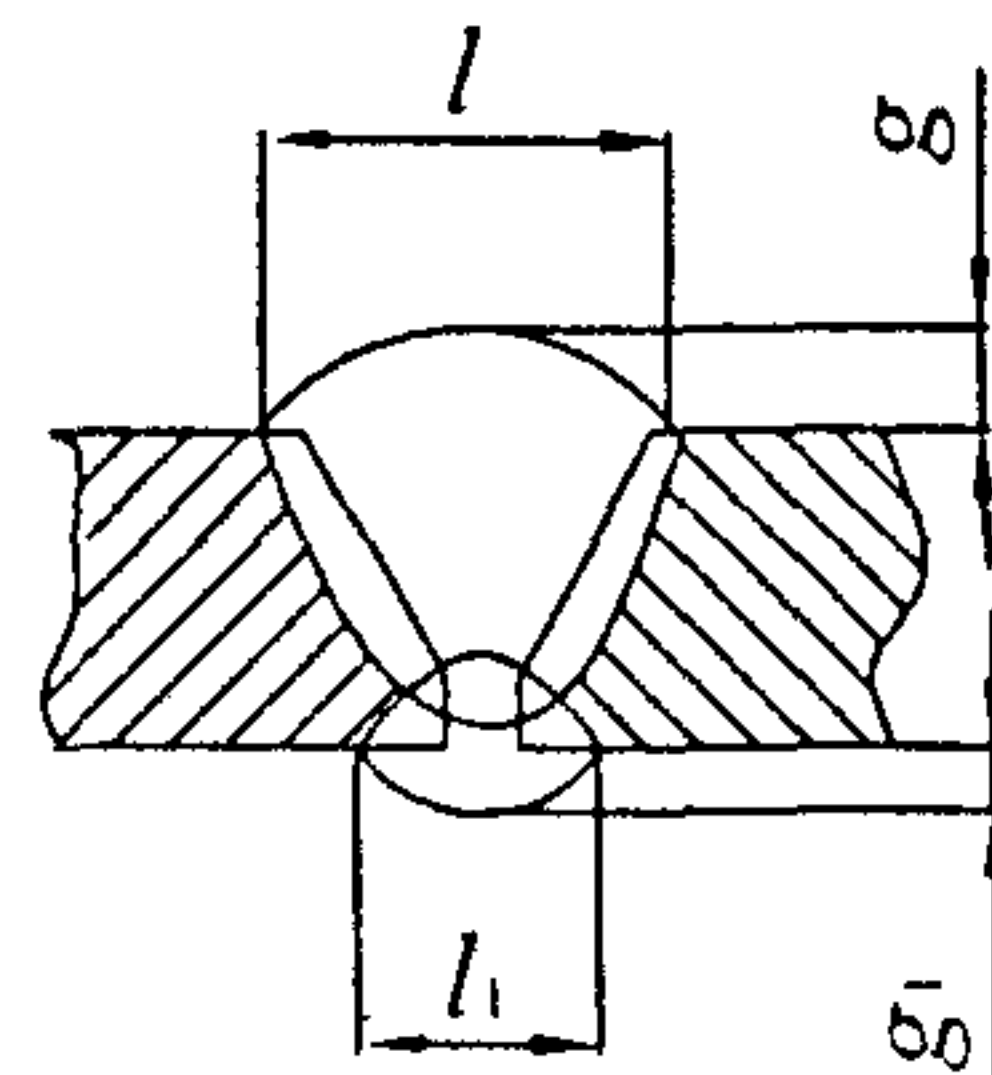
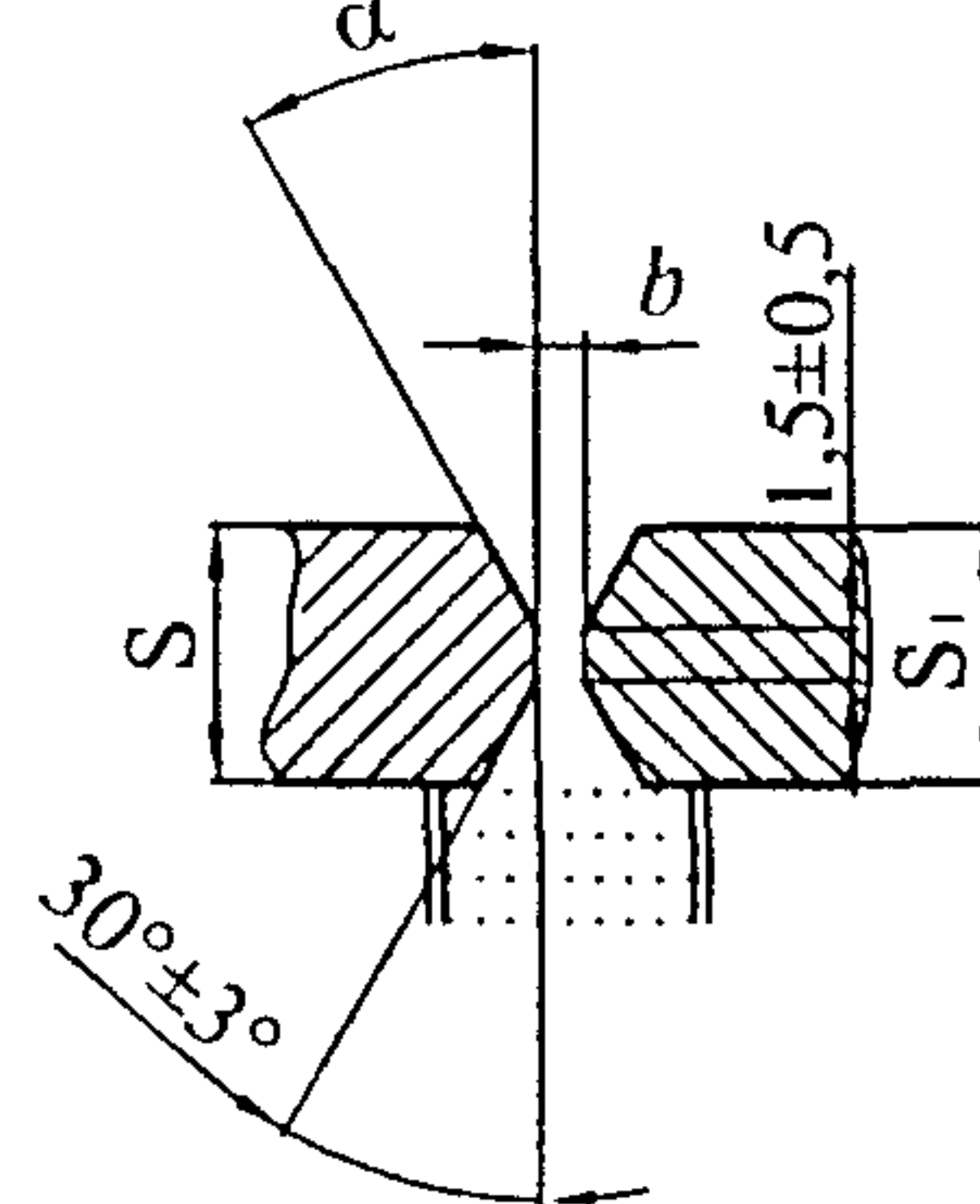
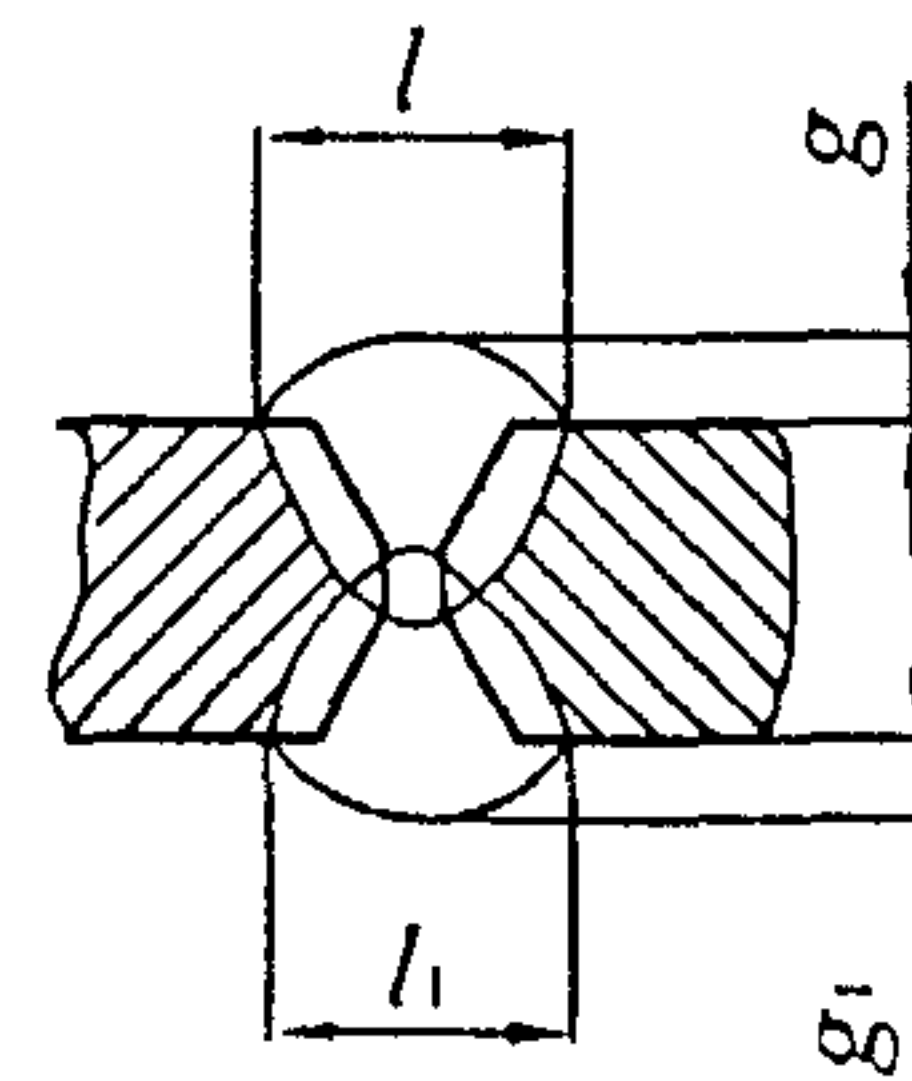
4.3.4. Прихватку свариваемых кромок производят ручной дуговой сваркой электродами, приведенными в таблице 1.

Таблица 6

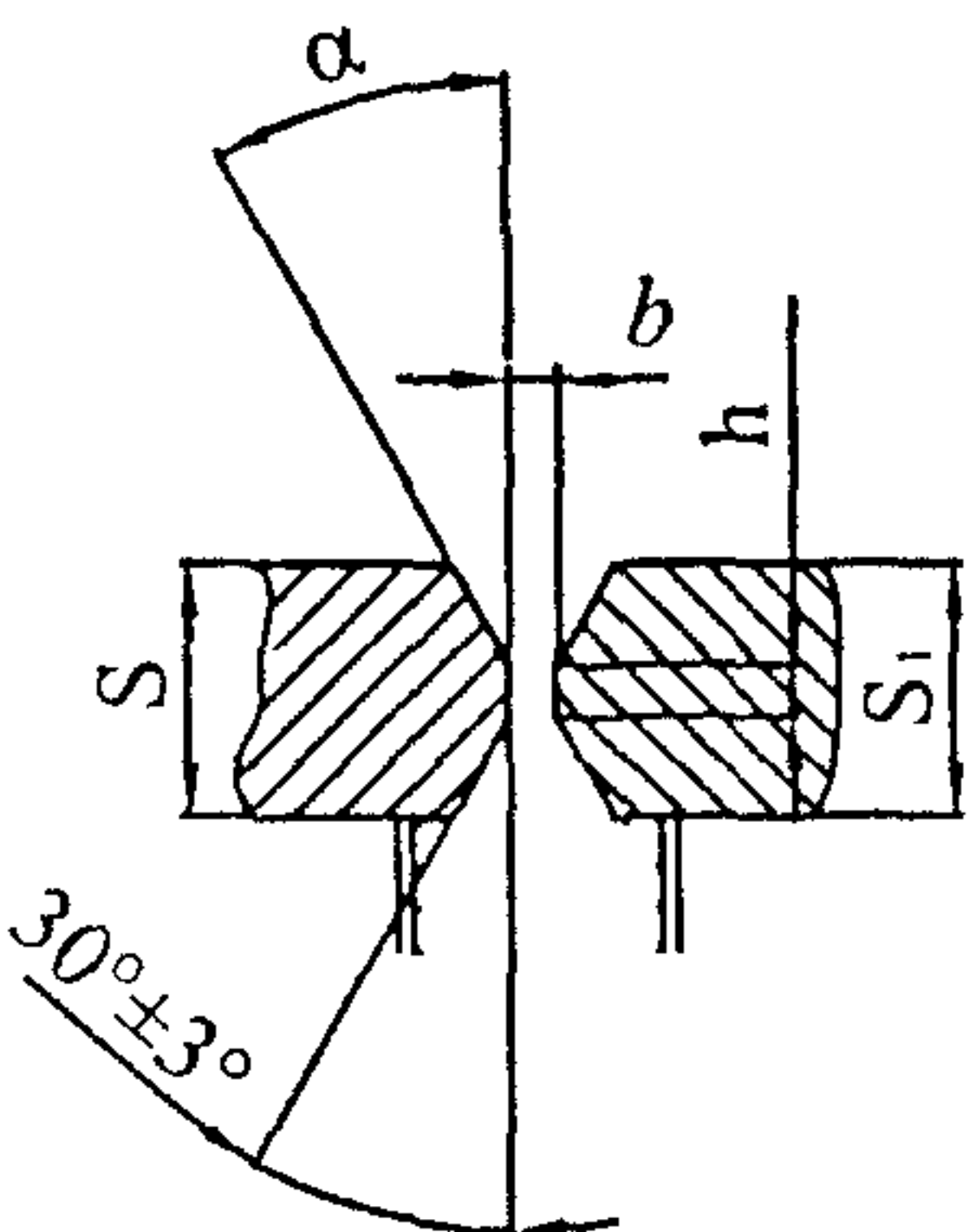
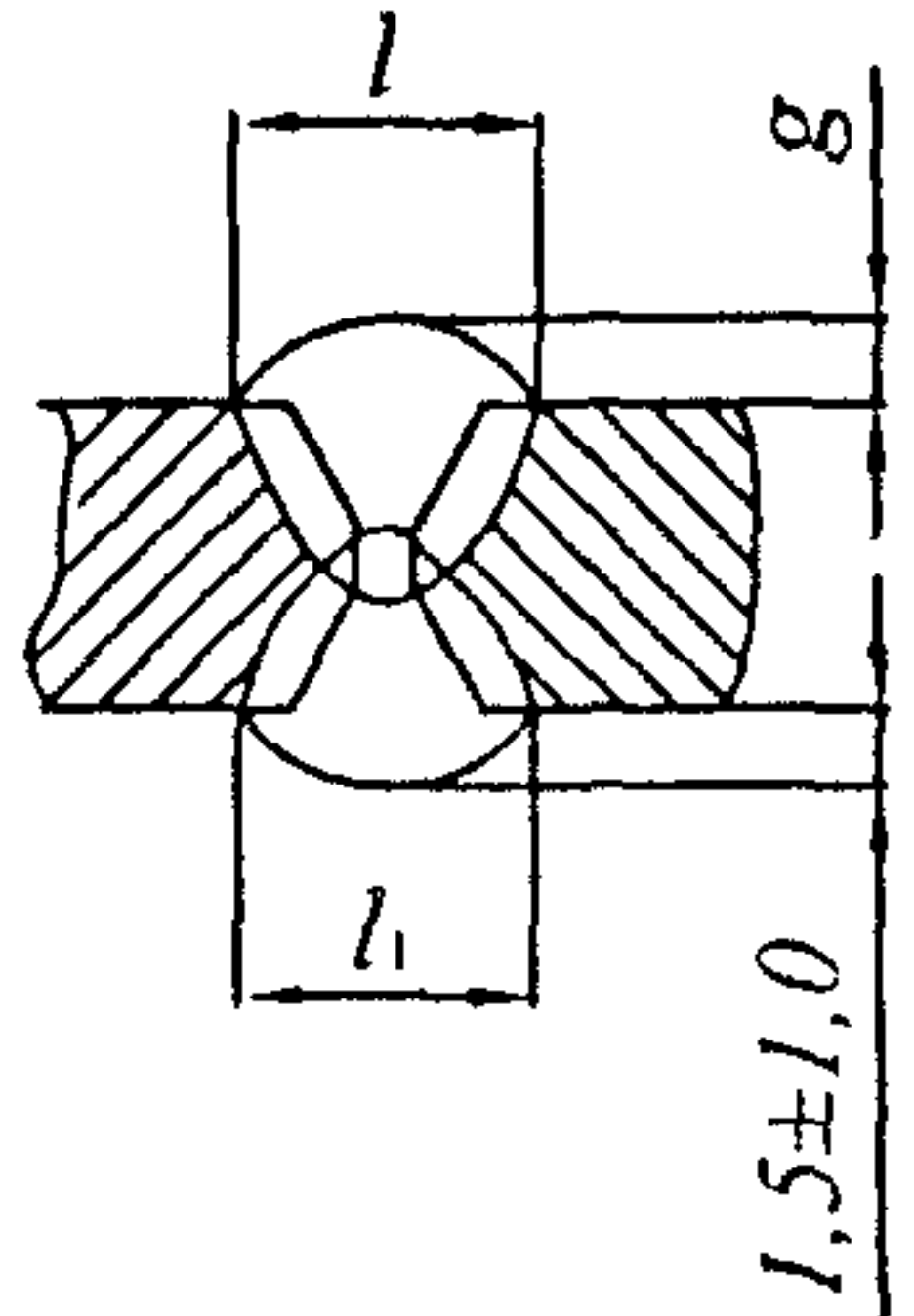
Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов при автоматической сварке под флюсом с применением гранулированной металлической присадки углеродистых и низколегированных сталей

Условное обозначение (тип) шва	Размеры, мм								α	Конструктивные элементы					
	S = S ₁	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						34								
	26	6			36		36		2 ^{+2,0} _{-1,5}						
	28														
	30														
	32														
	34	7					42						42		
	36														
	38														
	40	8			50		50						3 ^{+3,0} _{-2,0}		
	42														
	44	8-9													
	46	9													
	48	9-10													

Продолжение таблицы 6

Условное обозначение (тип) шва	Размеры, мм										α	Конструктивные элементы		
	$S = S_1$	b		h (пред. откл. ± 1)	l		l		g	g		подготовленных кромок	выполненного шва	
		номин.	пред. откл.		номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.						
Ск 2	18	2	± 1	3	26	± 4	20	± 4	$2^{+1,0}_{-1,5}$	$1,5^{+1,0}_{-1,0}$	$30^\circ \pm 3^\circ$			
Двусторонние швы стыковых соединений со скосом двух кромок на флюсовой подушке	20													
	22													
	24													
	26													
	28													
30														
Ск 3	24	2	$+2$	-	28	± 4	28	± 4	$2^{+1,0}_{-2,0}$	$30^\circ \pm 3^\circ$				
	26				30	30	± 5							
	28							34					34	
	30													36
	32				40	40								
	34						44	44						
	36												48	48
	38				50	50								
	40						52	52						
	42												54	54
	44				56	56								
	46						58	58						
	48												60	60
	50				60	60								
	52						60	60						
54	60	60												
56			60	60										
58					60	60								
60	60	60												

Продолжение таблицы 6

Условное обозначение (тип) шва	Размеры, мм										α	Конструктивные элементы										
	$S = S_1$	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	2		3	28	± 4	28	± 4	$2,5^{+1,0}_{-2,0}$		$30^\circ + 3^\circ$											
	26																					
	28																					
	30				35		35															
	32			3																		
	34																					
	36	3	± 1		40		40															
	38																					
	40				49		49	± 5	$2,5^{+1,0}_{-2,0}$		$30^\circ + 2^\circ$											
	44																					
	46																					
	48				56		56															
	50																					
	52				64		64															
	54																					
	56																					
	58																					
	60				69		69															

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 односторонней сварки стыковых соединений без разделки кромок с применением крошки приведены 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-08Г2С		
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 односторонней 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°C 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.).

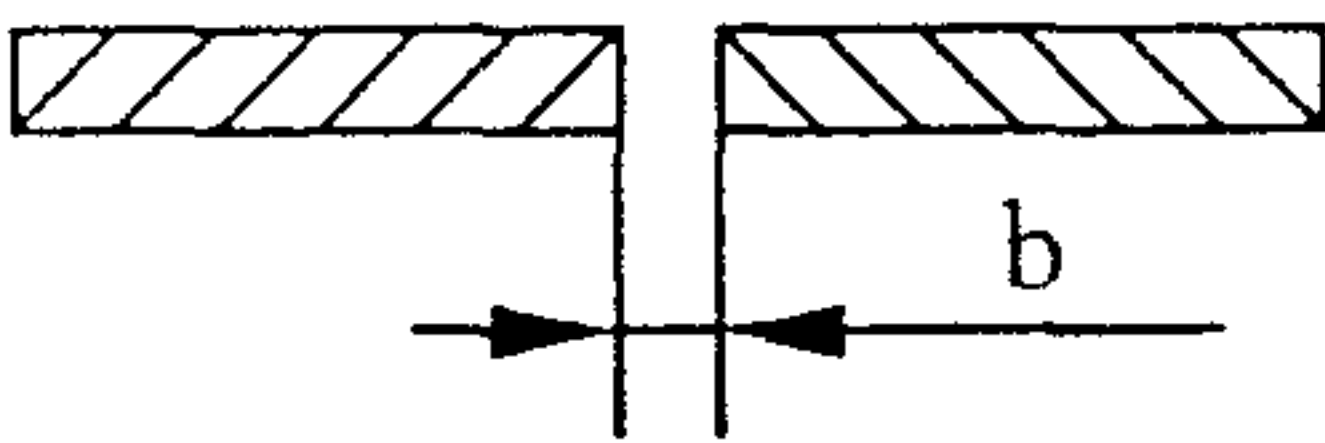
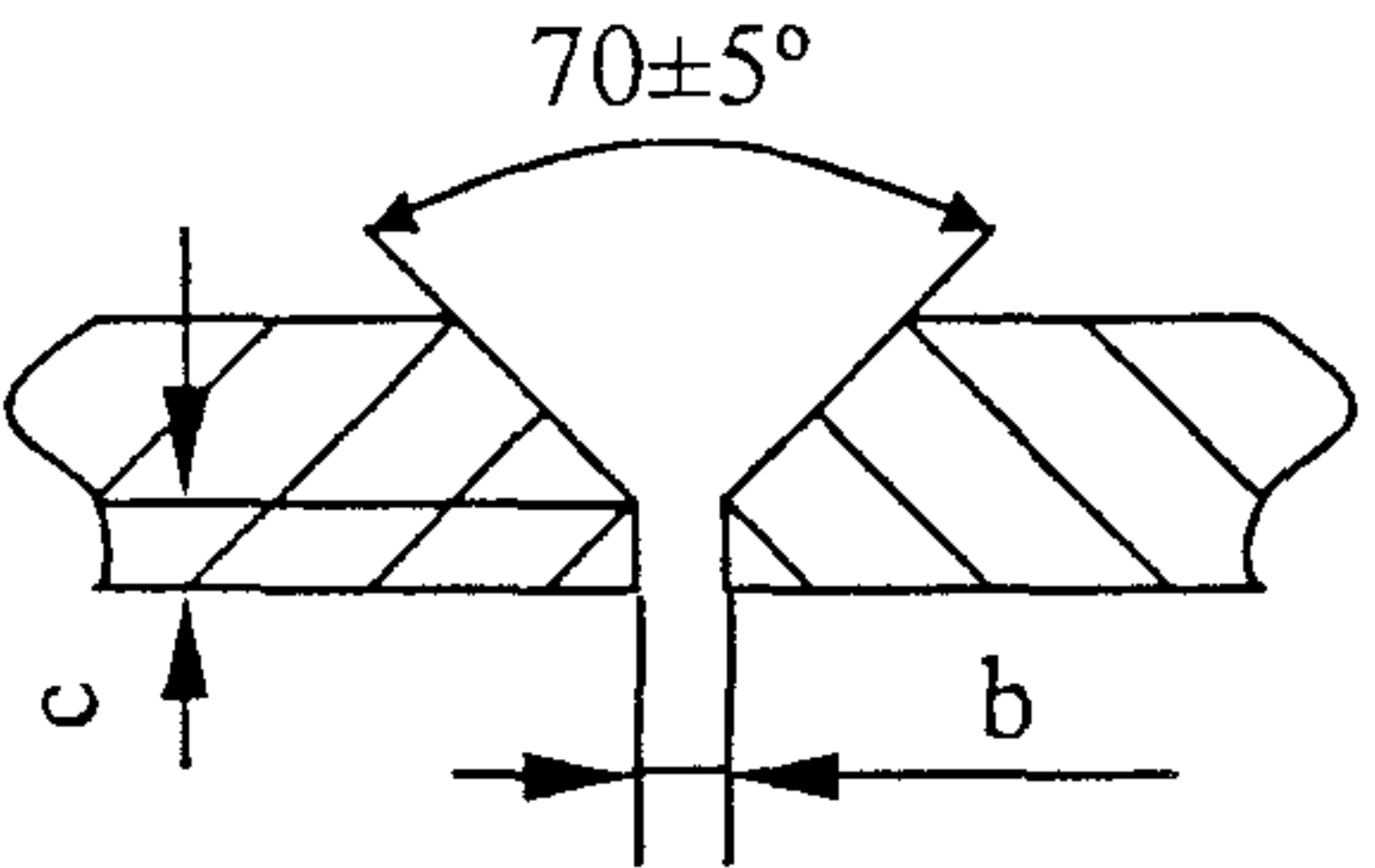
4.5.4. Для отработки технологии следует пользоваться технологическими указаниями по аргонодуговой сварке легированных сталей.

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 $30-45^\circ$.

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	1	100-200
3-4	3	2	300-400
5-6	4	3	500-600
8	5	4	700-800
10-12		5	1100-1200
14-16		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. Прихваты, 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	C1	0,5-0,8	50-60	17-20	500-600	1	20-25
0,6-10,0	C2	0,5-0,8	60-80	17-20	500-600	1	25-30
1,3-2,0	C2	0,8-1,0	70-110	18-20	500-600	1-2	18-24
3,0-5,0	C2	1,6-2,0	160-200	21-24	600-800	1-2	20-22
3,0-8,0	C7	1,6-2,0	200-250	22-28	800-1000	2	25-30
5,0-8,0	C4	1,6-2,0	250-300	22-30	800-1000	1-2	18-22
10,0-14,0	C9	2,0	320-350	30-32	800-1000	2	18-22
16,0-24,0	C9	2,0	350-380	30-32	800-1000	4-5	18-22
26,0-30,0	C9, C10	2,0	350-400	30-34	900-1100	5	18-22
8,0-12,0	C17	2,0	250-300	29-30	800-1000	2-3	18-22
12,0 и более	C25	2,0-2,5	300-350	30-32	800-1000	4	16-20
30,0	C23	2,0-2,5	350-400	30-32	900-1100	10 и более	16-20
ПРИМЕЧАНИЕ: Для аппаратов, работающих при температуре ниже 20°C, максимальное значение погонной энергии не должно превышать 24 кДж/см ²							

4.8. Ручная дуговая, автоматическая дуговая под флюсом и полуавтоматическая дуговая 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 15X5M следует производить электродами марки ЦЛ-17 типа Э-10X5МФ 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 15X5M

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-10X5М

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	
16ГС; 09Г2С; 09Г2СЮЧ	Св-10Г2; Св-08ГС; Св-08Г2С; Св-08ГСМТ; Св-10НЮ По ТУ 14-1-2219	АН-348 АН-22 ФЦ-21 по ОСТ 24.948.02	
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
10XCHД; 15XCHД	Св-08ГСМТ	АН-8	После нормализации и высокого отпуска при температуре допускаемой для свариваемой стали
10X2ГНМ	Св-10X3ГМ Св-04X2МА	АН-8; АН-22 ФЦ-21 по ОСТ 24.948.02	
09ХГ2ГНМ	Св-10НЮ	АН-22; АН-8	
10X2МФА 12X2МФА 15X2МФАА	Св-13X2МФТ	48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	
12ХМ 12МХ 15Х5М	Св-10X2М по ТУ 14-1-2219 Св-08ХМ; Св-08МХ; Св-10ХГ2СМА; Св-04X2МА 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	Напряже-ние 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 40 50 60	26-28	5	99,5 126,0 142,0 159,0	1000-1100 1200-1250 1300-1350 1350-1450	40-42 42-46 44-48 46-50	140 175 200 210
С повышенным расходом крошки						
30 40 50 60	26-28	4	159,0	900-1000	42-46 42-46 44-48	300
30 40 50 60		5	99,5	1000-1100	46-50 40-42 40-42 42-44 43-45	290

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°C (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°C 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
12X18H9T 12X18H10T 08X18H10T 12X18H9TL 08X18H12Б 12X18H12T	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, выше 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
08X18H10	Э-04X20H9 Э-07X20H9	АНВ-32 ОЗЛ-36 ОЗЛ-8 ОЗЛ-12	До 610°C	Э-04X20H9	АНВ-32 ОЗЛ-36	До 350°C с предварительным подтверждением стойкости против межкристаллитной коррозии
03X18H11 02X18H11	Э-02X21H10Г2	АНВ-34 ОЗЛ-22	До 450°C	Э-02X21H10Г2	АНВ-34 ОЗЛ-22	До 350°C
	Э-02X19H9Б	АНВ-13		Э-02X19H9Б	АНВ-13	До 450°C
03X19АГЗН10	Э-02X19H9Б	АНВ-13	До 450°C	Э-02X19H9Б	АНВ-13	До 350°C
10X14Г14Н4Т	Э-03X15H9АГ4	АНВ-24	До 500°C	Э-08X20H9Г2Б	ЦЛ-11	До 350°C
	Э-10X20H9Г 6С	ЗИФ-1				
	Э-04X20H9	АНВ-32 ОЗЛ-36				
10X17H13M2Т 10X17H13M3Т 12X18H12M3ТЛ 08X17H13M2Т	Э-07X19H11M3Г2Ф	ЭА-400/10У	До 450°C	Э-07X19H11M3Г2Ф	ЭА-400/10У	До 350°C
	Э-02X20H14Г2М2	ОЗЛ-20	До 450°C свыше 450°C до 700°C при условии содержания ферритной фазы не более 6%			
	Э-02X19H18Г5АМ3	АНВ-17		Э-09X19H10Г2М2Б	НЖ-13 АНВ-36	
	Э-09X19H11Г3М2Ф	КТИ-5				
08X17H15M3Т	-	-	-	Э-02X19H18Г5АМ3	АНВ-17	До 350°C
03X17H14M3	-	-	-	04X23H27M3Д3Г2Б ТУ 14-4-715	ОЗЛ-17У	До 350°C
				03X24H25M3АГ3Д ТУ ИЭС 375	АНВ-37	
03X21H21M4ГБ	-	-	-	03X24H25M3АГ3 ТУ ИЭС 376 04X23H27M3Д3Г2Б ТУ 14-4-715	АНВ-38 ОЗЛ-17У	До 350°C
20X23H18	Э-10X25H13Г2	ЗИО-8 ОЗЛ-6 ЦЛ-25	До 1000°C	-	-	-

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 ЛЗ8М 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 кромки	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°C, 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
12X18H9T 12X18H10T 08X18H10T	Св-06X19H9T Св-04X19H9 Св-01X19H9 ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087	До 610°C	Св-07X18H9TЮ, Св-05X20H9ФБС ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087	До 610°C, при этом от 350°C до 610°C после стабилизи- рующего отжига
				Св-08X20H9C2БТЮ ТУ 14-1-4981		До 350°C
08X18H12Б	Св-07X18H9TЮ Св-05X20H9ФБС	АН-26С ГОСТ 9087	До 610°C	Св-05X20H9ФБС ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087	До 350°C Свыше 350°C до 610°C после стабилизи- рующего отжига
03X18H11 02X18H11	-	-	-	Св-01X18H10 ТУ 14-1-2795 Св-01X19H9 ГОСТ 2246	АН-18 ГОСТ 9087	До 450°C
10X14Г14Н4Т	Св-05X15H9Г6АМ ТУ 14-1-1595	АН-26С ГОСТ 9087	До 500°C	-	-	-
10X17H13M2T 10X17H13M3I 08X17H13M2T	Св-06X19H10M3T Св-04X19H11M3 ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	-	Св-06X20H11M3ТБ Св-08X19H10M3Б ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087. 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	До 350°C
08X17H15M3T	Св-06X19H10M3T Св-04X19H11M3 Св-01X19H18Г10АМ4 ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087; 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	-	Св-06X20H11M3ТБ Св-08X19H10M3Б ГОСТ 2246	АН-26С ГОСТ 9087; 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206	
03X17H14M3	-	-	-	Св-01X17H14M2 ТУ 14-1-2795; Св-01X19H18Г10АМ4 ТУ 14-1-4981	АН-18 ГОСТ 9087	До 350°C
03X21H21M4ГБ	-	-	-	Св-01X23H28M3Д3Т 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-03Х24Н16АМ3 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 оснащённости 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
08X18H10	Св-04X19H9 Св-01X19H9 ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157 или смесь аргона с углекислым газом ГОСТ 8050	До 610°С	Не допускается
12X18H9T 12X18H10T 08X18H10T	Св-01X19H9 Св-04X19H9 ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157 или смесь аргона с углекислым газом ГОСТ 8050	До 610°С	Не допускается
	Св-06X19H9T Св-07X19H10Б Св-07X18H9TЮ Св-05X20H9ФБС ГОСТ 2246		До 610°С	До 350°С Свыше 350°С до 610°С после стабилизирующего отжига
	Св-08X20H9C2БТЮ ТУ 14-1-4981	Углекислый газ ГОСТ 8050	-	До 350°С
08X18H12Б	Св-06X19H9T Св-07X19H10Б Св-07X18H9TЮ Св-05X20H9ФБС ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157	До 610°С	До 350°С
03X18H11, 02X18H11	Св-01X18H10 ТУ 14-1-2795		До 450°С	До 450°С
03X19AG3H10	Св-01X18H10 ТУ 14-1-2795	Аргон ГОСТ 10157	До 450°С	До 350°С без требования равнопрочности сварных соединений основному металлу
10X14Г14Н4Т	Св-05X15H9Г6АМ ТУ 14-1-1595	Аргон ГОСТ 10157	До 500°С	До 350°С
03X21H21M4ГБ	Св-01X23H28M3Д3Т ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157	-	До 350°С
08X17H15M3Т	Св-01X17H14M2 ТУ 14-1-2795			
03X17H14M3	Св-01X19H18Г10АМ4 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 термообработки стойкости против межкристаллитной коррозии	При наличии термообработки 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°C	До 350°C
15Х18Н12С4ТЮ	Св 15Х18Н12С4ТЮ ТУ 14 1 2795	Аргон ГОСТ 10157		До 200°C
02Х8Н2С6	Св 02Х8Н2С6 ТУ 14 1 3233 Св 01Х12Н10С6Ц ТУ 14 1 3952			
015Х14Н19С6Б	Св 01Х12Н10С6Ц (ЭК 76) ТУ 14 1 3952	Аргон ГОСТ 10157		До 200°C
02Х25Н22АМ2	Св 01Х23Н23М3Т	Аргон ГОСТ 10157		До 350°C
08Х22Н6Т 08Х18Г8Н2Т	Св 06Х21Н7БТ ТУ 14 1-4981 Св 07Х19Н10Б Св 07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246	Аргон ГОСТ 10157	До 600°C	До 300°C
	Св 04Х19Н9 Св 06Х19Н9Т ГОСТ 2246			
	Св 08Х20Н9С2БТЮ ТУ 14 1-4981	Углекислый газ ГОСТ 8050		
08Х21Н6М2Т	Св 04Х19Н11М5 Св 06Х19Н10М3Т	Аргон ГОСТ 10157	До 600°C	До 300°C
	Св 06Х19Н10М5Б Св 08Х19Н10М5Б Св 06Х20Н11М5ТБ			
		Гелий по ТУ 51 940 (высокой чистоты)		
10Х23Н18 20Х23Н18	Св 07Х25Н13 ГОСТ 2246 Св 08Х25Н20С2Р1 ТУ 14 1-4981	Аргон ГОСТ 10157 Гелий по ТУ 51 940	До 1000°C	

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.

5.5 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 раздетку 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 1-2,5 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 17\П без ниобия в покрытии, а для стали 03Х21Н21М4ГБ также электрод АНВ 17.

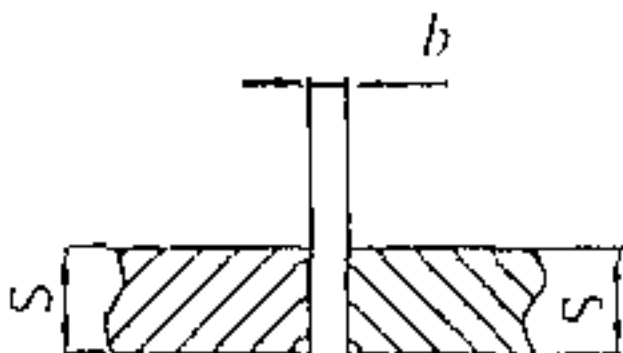
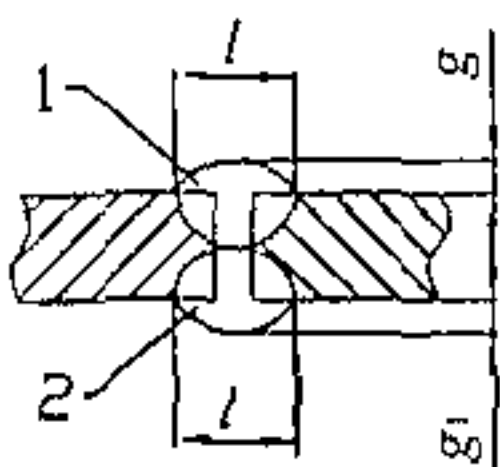
5.5.7 Сварку производить на постоянном токе обратной полярности. Режимы сварки принимают по табл. 30 с корректировкой применительно к конкретным производственным условиям путем пробной сварки и контроля качества соединений.

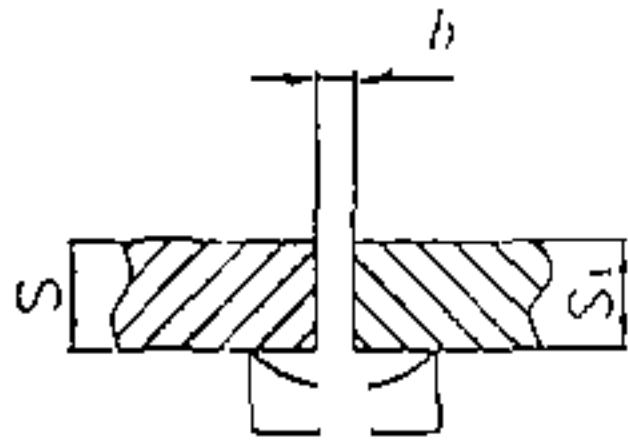
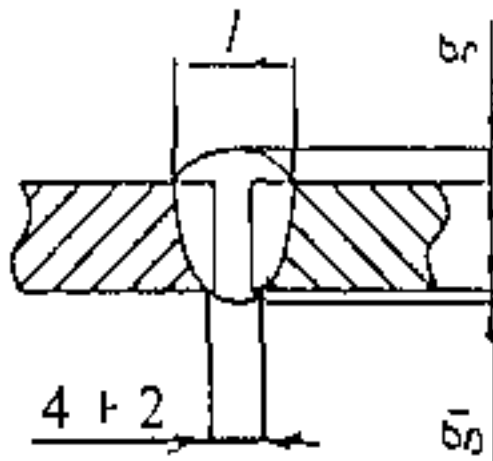
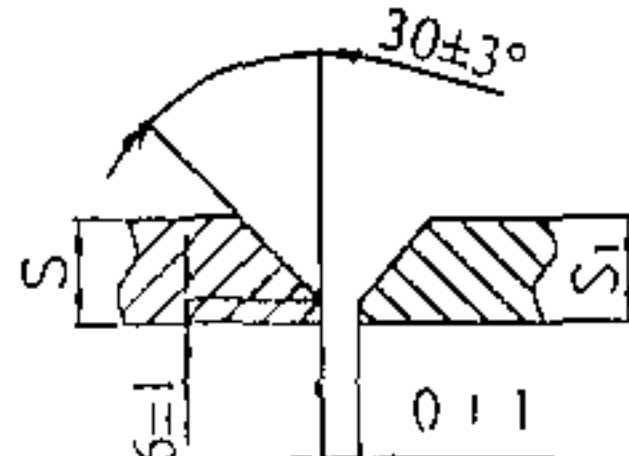
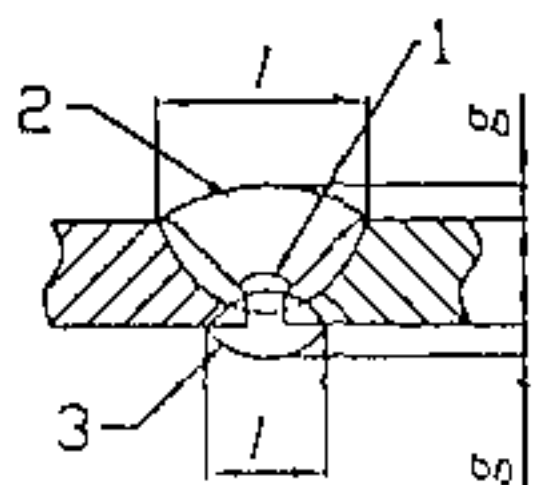
5.5.8 Вылет электрода при сварке устанавливать в пределах 30-40 мм.

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.

Условное обозначение (тип) шва	Характеристики выполненного шва	Конструктивные элементы		Размеры мм				
		подготовки кромок	выполненного 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	30±8		
				36	7±1,5			
				40	8±1,5	36±10		
				45	9±2			
				50	10±2			

Условное обозначение (тип) шва	Характеристики 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 из флюсовой подкладки			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 ± 1/2		
				18					
				20		24±5			
				22					
				24		24±5			

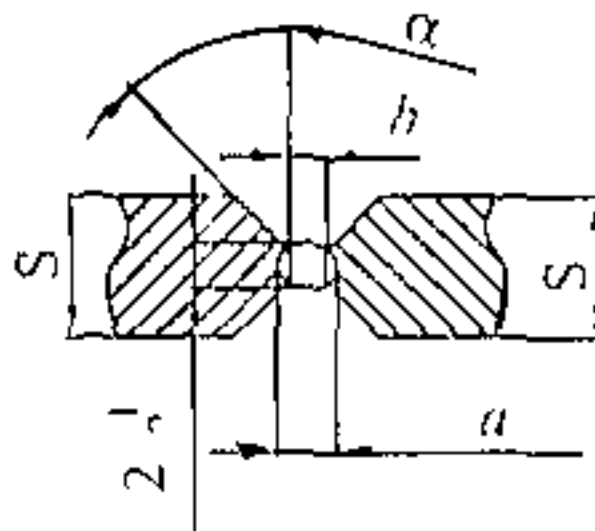
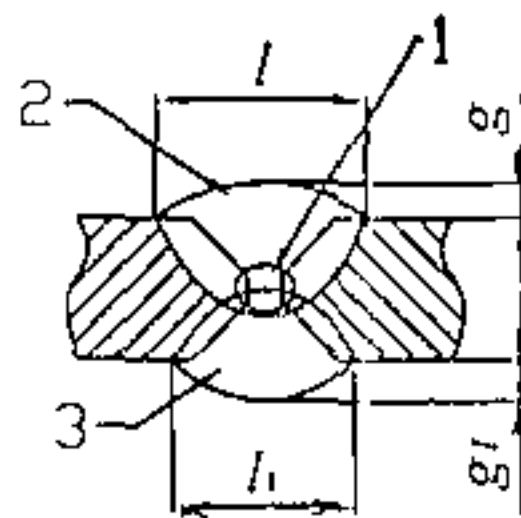
Условное обозначение (тип) шва	Характеристики и толщинного шва	Конструктивные элементы		Размеры мм			
		подготовки кромок	выполненного шва	$S = S$	b	$l = l$	$g = g$
Ск 4Л	Стыковой двусторонний шов со скосом двух кромок с предварительной ручной подготовкой 1 - ручная подварка с закладкой проволоки в шов, 2 - второй слой с крошкой 3 - третий слой с крошкой			16	3+1	18+1	2,5 ⁺² ₋₁
				18		20+1	
				20			
				22	4+1	22+1	
				24			
				26			
				28			
				30		25+5	
				36			
				40			
				45		30+6	
				50		36+8	

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

Условно- обозначение шва по табл. 29	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер стоя 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 2 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 2 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	5	1	0 1	480	30 34	22
	10	4	1	0 1 0	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	36 38	28 30
	18			0 6 0 8	550 600		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	42 44	18 20
	36	5	2 3	0 6 0 8	900 950		24 26
	40			0 8 1 0	900 950	44-46	22 24
	45			0 6 0 8	1000 1050		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 Электродуговая 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 электродуговой 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
08X18H10T 12X18H9T 12X18H10T	Св 04X19H9 Св 01X19H9	АН 26с по ГОСТ 9087-48 ОФ 6 по ОСТ 5 9206 или им равноценные ФЦ 21 по ОСТ 24 948 02	До 610°C при отсутствии требований по стойкости металла шва против межкристаллитной коррозии
	Св 07X19H10Б Св 05X2CH9ФБС Св 06X19H9T Св 08X19H9Ф7С7	АН 45 по ГОСТ 9087-48 АН 9 (АН 9V) ТУ ИЭС 201 ФЦ 18 по ОСТ 24 948 02 ФЦ 21 по ОСТ 24 948 02	До 350°C при наличии требований против межкристаллитной коррозии До 700°C при отсутствии требований стойкости против межкристаллитной коррозии
08X17H13M2T 10X17H13M2T 10X17H13M3T	Св 01X19H18Г10АМ4 (ЭП 690) по ТУ 14 1-4981 Св 03X19H15Г6М2АВ2 ТУ 14 1 1595 Св 06X20H11М3ТБ		

ПРИМЕЧАНИЕ Стойкость сварных соединений 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, с	Скорость подачи проволоки, м/ч	Количество электродов
6-40	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	350-420	44-46	55	60-65	30-40	3-4	200-220	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 08X17T и 15X25T) 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 проекте 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°C

6.6 Шлак в швах ферритных сталей обивают при температуре 100 - 150°C 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 07X16H6 неплавящимся электродом в качестве присадочного металла использовать проволоку Св-03X12H9M2C-ВИ по ТУ 14-1-3013 для сварных соединений без последующей (после сварки) термической обработки и проволоку Св 07X16H6 по ТУ 14-1-997 для сварных соединений с последующей термической обработкой

6.9 Сварные соединения стали 07X16H6 для предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии и повышения прочности обязательно подвергают термической обработке закалке при 1000-1050°C в воде, обработке холодом при минус 70°C в течение 2 ч и старению при 300-400°C 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
08X13	Равнопрочность (в том числе длительная прочность при температурах до 350°C) без требования стойкости против межкристаллитной коррозии (в состоянии после сварки) пониженная пластичность и вязкость металла шва и сварных соединений	Э 12X13 (ЛМЗ 1 \ ОНИ 13НЖ 12X13 АНВ 1 и др.)	Св 12X13 Св 08X14ГНТ	Св 12X13 Св 08X14ГНТ	АН 18 ГОСТ 9087 АН 26с ГОСТ 9087 48 ОФ 6 ОСТ 5 9206
08X13 08X17T 14X17H2 15X25T	Пластичность металла шва, без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	Э 10X25H13Г2 (ОЗ 16 ЦП 25 и др.)	Св 07X25H15 Св 06X25H12ТЮ Св 08X25H13БТЮ	Св 07X25H15 Св 06X25H12ТЮ Св 08X25H13БТЮ	АН 26с 48 ОФ 6 ОСТ 5 9206 АН 18 ГОСТ 9087
08X17T	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии в состоянии после сварки низкая пластичность и вязкость шва и сварных соединений жаростойкость до 800°C	Э 10X17T (ОНИ 10X17T)	Св 10X17T	Св 10X17T	48 ОФ 6 ОСТ 5 9206
08X17T 15X25T	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии пластичность металла и вкл. низкая пластичность и вязкость окотомленного	Э 10X25H13Г2Б (ЦП 9 ЗНО ЭА-48M/22 и др.) 10X20H15ФБ (АНВ 9) 10X20H15Б (АНВ 10) Э 08X20H9Г2Б (ЦП 11) Э 10X (ЦП 11 Г2Б (ЦП 9 АНВ 35)	Св 06X25H12ТЮ Св 08X25H13БТЮ	Св 06X25H12ТЮ Св 08X25H13БТЮ	АН 26с ГОСТ 9087 48 ОФ 6 ОСТ 5 9206
14X17H2	Равнопрочность (в том числе длительная прочность) без требования стойкости против межкристаллитной коррозии жаростойкость до температуры 800°C при отсутствии требований пластичности без термической обработки	10X18H2 (АНВ 2)	Св 08X14ГНТ	Св 08X14ГНТ	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 06ХН28МДТ 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

- выпотнение сварки специально подготовленными сварщиками

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

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

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

- при многостойной сварке каждый проход выпотняют после охлаждения предыдущего до температуры ниже 100°C,

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

- швы, обращенные в агрессивную среду, для повышения их коррозионной стойкости во всех возможных случаях, рекомендуется выполнять в последнюю очередь и 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 запотнение с образованием выпуклой поверхности

7.1.5 Для предотвращения горячих трещин следует

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

- автоматическую сварку под флюсом производить 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, формирования по ГОСТ 9466 принимая силу сварочного тока в пределах, указанных в табл. 3

Таблица 34 Сварочные материалы для сварки коррозионностойких сплавов на железникелевой основе

Марка свариваемых сплавов	Тип электродов по ГОСТ 10087 (марка электрода)	Марка сварочной проволоки технические условия	Допускаемая температура эксплуатации °С
06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	03Х24Н7М3АГ3Д (АНВ 37) ТУ ИЭС 375 04Х23Н7М3Д3Г7Б (ОЗЛ 173) ТУ 14-4 715 04Х25Н26М3ДГ2Б (ОЗЛ 37.2) ТУ 14-4 1276	Св 01Х23Н28М3Д3Т (ЭП516) ГОСТ 2246 Св 03Х25МДГБ (ЭП 978) ТУ 14-1 715	До 350°С
ХН30МДБ		Св ХН30МДБ ВИ (ЭК 77 ВИ) ТУ 14-1-4998	До 750°С
ХН32Т	Э27Х15Н35В3Г2Т2 (КТН 7А)	Св 30Х15Н35В3Б3Т ГОСТ 2246	До 900°С

Таблица 35 Режим сварки

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

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	Без разделки	1	2
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 большей толщины ручную дуговую сварку рекомендуется заменить 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 железнике-тевой 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 (ЭП 943)	Св 01Х24Н20Г7АМ5Д (ЭК 7-) ТУ 14-13959 Св 03ХН28МДГБ (ЭП 978) ТУ 14-12571 Св 01Х23Н28М3Д3Т	АН-18 ГОСТ 9087	-	До 350°C

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 железникелевой 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	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	4,6	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 Аргондуговая сварка

7.3.1 Ручную аргондуговую сварку следует выполнять неплавящимся вольфрамовым электродом на постоянном токе прямой полярности.

7.3.2 В качестве неплавящегося электрода применять вольфрамовые прутки танталированные 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°.

7.3.4 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 ручки 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 стоями 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 аргондуговой сварки приведены в табл. 39.

Таблица 9 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 обратной стороны шва
2 -	Без скоса кромок односторонний и двусторонний	1 -	2 0	1 6 2 0	50 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	120 200	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 прилегающего слоев двухслойной стали поставляемой по ГОСТ 10882 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 10882. Данное требование в случае необходимости должно быть оговорено в документации на изделие и в заказе на двухслойную сталь

8.3 При выборе класса плотности сцепления слоев двухслойного листа по ГОСТ 10882 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						
	СтЗсп	20К	16ГС	09Г2	09Г2С	12ХЛ	12ХМ
08Х27Н16Т	+	+					
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 марок 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 расслоения. 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 требований 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 разрезки двухслойной стали под сварку в зависимости от его толщины представлены на рисунке 9.

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

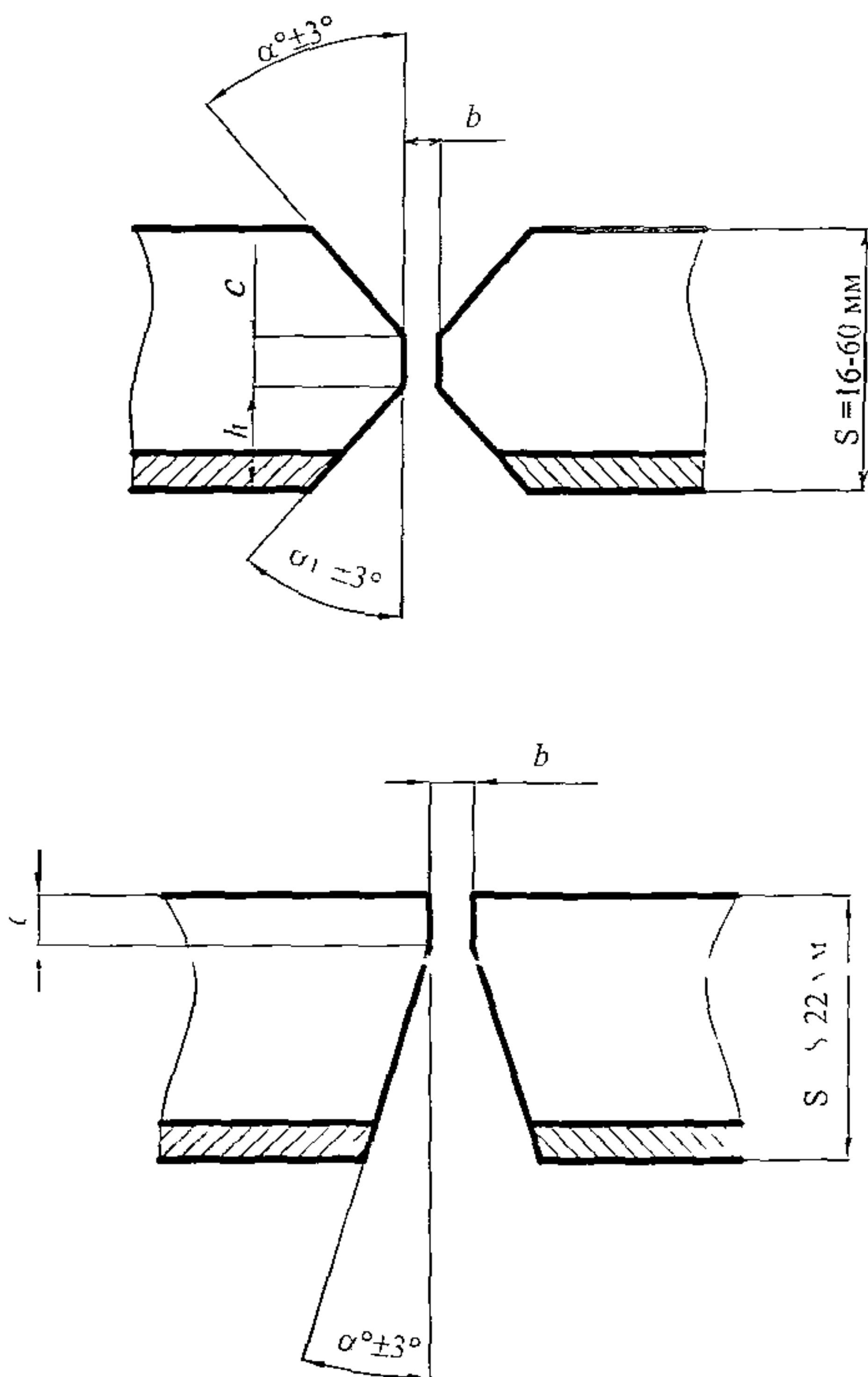
8.8 Если прихватки не являются несущими в период транспортирования и изготовления изделия, они могут быть выполнены в один проход длиной 30-50 мм с расстоянием между ними 25-30 толщин свариваемых элементов. Размеры прихваток, воспринимающих внешние нагрузки, должны быть определены расчетом. Приварка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

8.9 Сварка двухслойной стали может выполняться способами, технологические схемы которых по группам приведены в табл. 47.

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

Таблица 4I Рекомендации по применению (заказу) двухслойных сталей различных классов сплошности сцепления слоев по ГОСТ 10885

Класс сплошности сцепления слоев по ГОСТ 10885	Применение в химическом оборудовании по		
	условиям эксплуатации	технологии изготовления	условиям поставки
1	1 Детали подвергающиеся значительным нагрузкам направленным на отрыв лакирующего слоя (например трубные решетки днища и др детали к лакирующему слою которых привариваются нагруженные устройства) 2 Сосуды и аппараты работающие в циклическом температурном режиме при колебании температур во время эксплуатации более 50°C 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 лакирующего слоя (например штампованные днища корпуса подвергаемые отпуску и др.)	1 Аппараты поставляемые на экспорт 2 В соответствии с требованиями технического проекта или других 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 двх		
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 двх листового проката I класса сплошности сцепления слоев			



Размеры конструктивных элементов (b c h α α_1) согласно ГОСТ 16098

Рисунок 9 Схема разделки кромок под сварку двухсторонней 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 двусторонняя сварка полностью аустенитными сварочными материалами рекомендуется при толщине двуслойной стали 14 мм и менее (в особенности при толщине менее 8 мм) по маркам двуслойной 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 двуслойных 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. 43, 44 и 45 указано требование по ограничению проплавления в технологическом процессе сварки должны быть предусмотрены меры ограничивающие глубину проплавления и соответственно степень размягчения 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 двуслойной стали и приращка толщины стенки на коррозию, предусмотренная в проекте.

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

Основаниями для допуска технологии в производство должны служить положительные результаты механических испытаний твердости макро- и микроструктурного и химического (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.

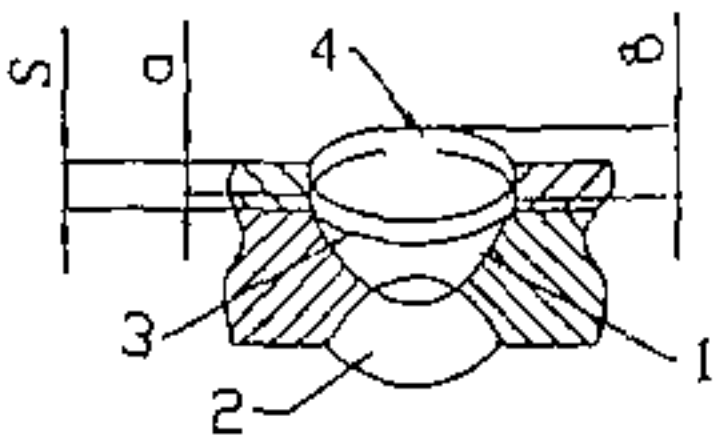
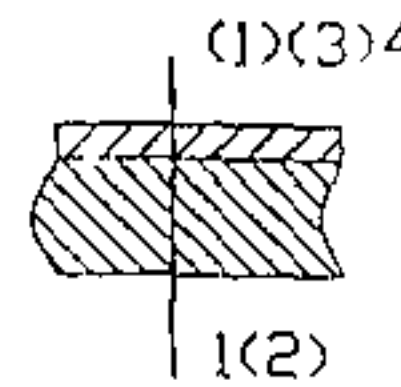
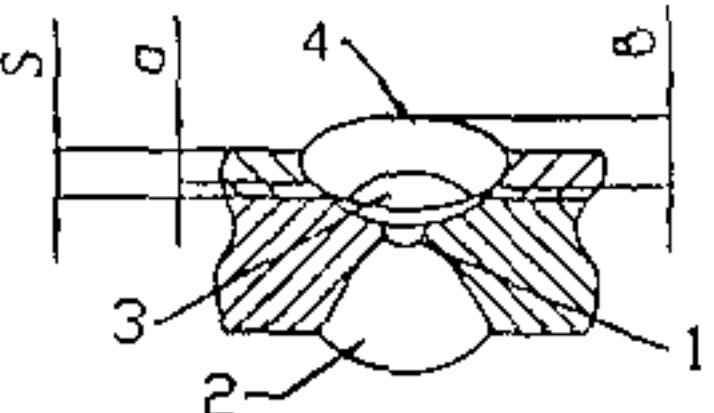
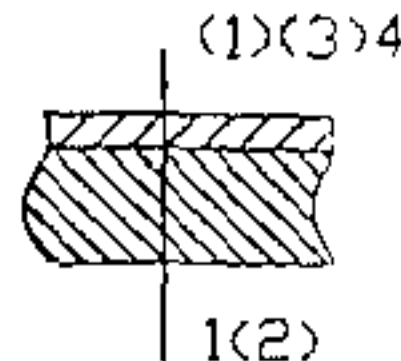
Твердость должна быть проверена на макрошлифах. В структуре всех слоев сварного шва независимо от группы исполнения не допускается наличие маргансита (или ему подобных структур, являющихся признаком хрупкости металла шва).

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.

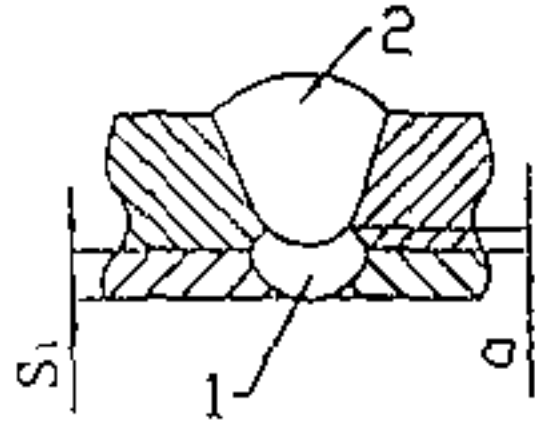
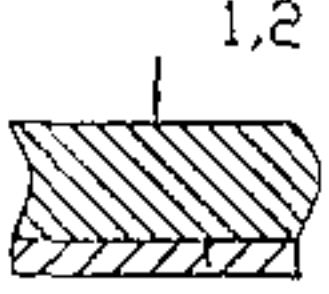
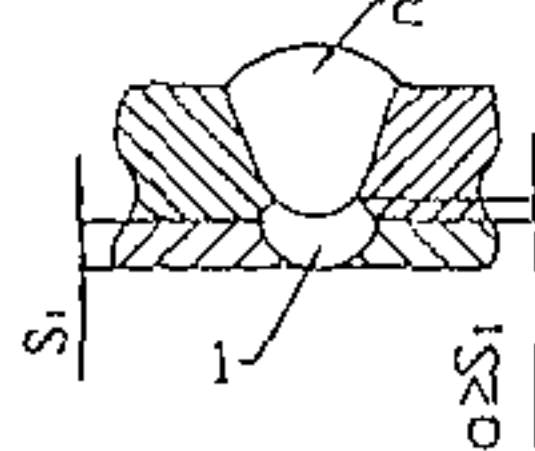
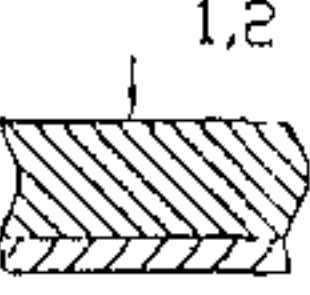
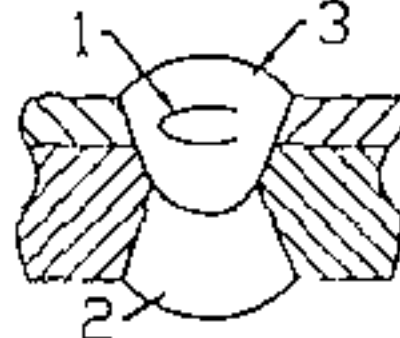
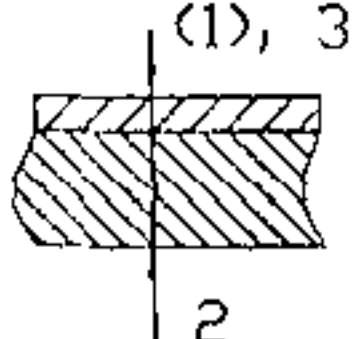
8.17 Для выбора оптимальных сварочных материалов из рекомендуемых табл. 44 и 45 для переходного слоя группы исполнения I, основного слоя группы исполнения II и основного и плакирующего слоев группы III в соответствии с режимами и местными условиями сварки на предприятии изготовителе изделия рекомендуется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

8.18 Сварку двуслойных сталей с основным слоем из сталей 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 стальных

Группа исполнения	Технологический способ сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	Расположение и последовательности выполнения слоев	Сторона с которой выполняются слои	Нормы	Назначение слоев	Структурный класс металла	Рекомендуемое количество слоев	Особые условия
1			1	Подарезный или основной	Перлитный	Не нормируется	Не допускается проплавление прилегающего слоя двухслойной стали
			2	Основной или подварочный	Перлитный	Не нормируется	Не допускается проплавление прилегающего слоя двухслойной стали
			3	Переходный	Аустенитный		Сограниченным проплавлением $S_1 > a \geq 2/3 S_1$
2				Прилегающий	Аустенитный	Не менее 2	Сограниченным проплавлением $b < S_1$

Продолжение таблицы 42

Группа исполнения	Технологическая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	Расположение и последовательность выполнения слоев	Сторона, с которой выполняются слои	Номер слоя	Назначение (назначение) слоя	Структурный класс металла	Рекомендуемое количество слоев	Особые условия выполнения
II			1	Наплавляющий	Аустенитный	Не менее 2	1-й слой 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 Наплавляющий	Аустенитный Аустенитный	1 Не нормируется	С проплавлением, регламентируемым в зависимости от химического состава сварочных материалов

ПРИМЕЧАНИЯ

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

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

3 Под слоем шва понимается один или несколько параллельно расположенных 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	C2 C3 C4 C5 C6* C7 C8 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C19 C20 C21 C22	C9 C10 C11 C12	C1 C6*
Угловое	У2 У3* У4 У5 У6 У7 У8* У9 У10 У11	У1*	У1* У*
Тавровое	T1* T* T T5	T3	T1* T3*
ПРИМЕЧАНИЕ Знаки * обозначены типы швов в исполнение которых возможно по двум группам			

Таблица 44 Электроды для двухслойных сталей

Группа способов сварки	Стой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электрод		Условия применения
	Номер	Название		Тип электрода по ГОСТ 10052	Марка электрода технические условия	
I	1	Основы	Тюбная	По рекомендации для стали основного слоя		
	2	Переход ный	08X18H10T 12X18H10T 08X22H6T 08X13	Э 10X2 H15Г	ОЗЛ 6 и др	С ограниченным проплавлением основного слоя
				08X24H25M Г	АНЖР 3У ТУ 14-168 73	
				08X24H40M7Г	АНЖР 2 ТУ 14-4 598	
I	3	Переход ный	10X17H15M2T 10X17H15M3T 08X17H15M3T	11X17H25M6AG 08X24H25M3Г Э 10X25H15Г2 Э 02X19H18Г5АМ3	ЭА595/9 ОСТ 5 9244 ОЗЛ 6 АНЖР 3У ТУ 14-168 73	С наплавкой толщиной не менее двух плакирующих слоев
I	3	Переход ный	06XН28МДТ	08X24H40M7Г2 05X25H27M5Д5Г2 04X25H27M5Д5Г2Ф	АНЖР 2 ТУ 14-4 598 ОЗЛ 17УП АНВ 78	
I	4	Плаки рующий	08X18H10T 12X18H10T	Э 04X20H9 Э 07X20H9 Э 10X25H15Г	ОЗЛ 56 ОЗЛ 8 АНВ 79 ОЗЛ 6	Без троевания стойкос и против мелкокристаллитной коррозии Для температуры более 550°C без требования стойкости против мелкокристаллитной коррозии
				Э 08X20H9Г2Б Э 08X19H10Г2Б Э 10X25H15Г2Б	ЦТ 11 ОЗЛ 7 ЦТ 15 АНВ 73 ЦТ 9	

Продолжение таблицы 44

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Условия применения
	Номер	Название		Тип электрода по ГОСТ 10087	Марка электрода, технические условия	
I	4	Плакиру ющие	08X13	Э 10X20H1 Г	ОЗЛ-6	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
				Э 08X24H40M7Г2	АНДР 2 ТУ 14-4 598	
			08X17T 15X20T	08X20H15ФБ 10X20H1 Б Э 10X20H15Г2 Э 10X20H1 Г2Б Проволока 08X20H15ФБЮ (ЭП-4)	АНВ 9 АНВ 10	Более 500°C без трегования по межкристаллитной коррозии
			10X17H15M2T 10X17H13M3T	07X19H11M5Г Ф Э 09X19H10Г2M2Б	ЭА-400/10У ОСТ 5 9244 НЖ 13	Более 500°C без трегования по межкристаллитной коррозии более 450°C с содержанием феррита не более 6%
I	4	Плакиру ющие	08X17H15M5T	07X19H11M5Г2Ф Э 09X19H10Г2M2Б	ЭА-400/10У ОСТ 5 9244 НЖ 13	Если допускается ферритная фаза Не менее двух слоев при подтверждении стойкости против межкристаллитной коррозии предваритель ные испытания
			08X17H15M3T	Э 02X19H18Г5АМ3 Э 02X20H14Г2М2	АНВ 17 ОЗЛ 20	
			06XН28МДТ	03X23H27M5Д3Г2Б 03X23H26M3Д3Г2Ф 04X23H26M3Д3Г2Б	ОЗЛ 17У АНВ 28 АНВ 37 ОЗЛ 37 2	До 500°C Не менее двух слоев
II	I	Плакиру ющие	08X18H10T 12X18H10T 15X20T 08X17T	Э 10X20H1 Г2Б	ЦЛ 9	Не менее двух слоев более 350°C без требования по межкристаллитной коррозии
			08X15	По рекомендациям для плакирующего слоя (4) группы I		
			10X17H15M2T 10X17H13M3T	Э 09X19H10Г2M2Б	НЖ 13	Те же что для плакирующего слоя 4 групп способов I не менее двух слоев
			08X17H15M3T	Э 02X19H18Г5АМ3	АНВ 17	
			06XН28МДТ	05X23H28M3Д3Б 03X23H26M3Д3Г2Ф 03X25H25M3Д3Г2Б	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 переходного слоя (3) группы I		С ограниченным проплавлением плакирующего слоя
III	2	Основной	08X18H10T 12X18H10T 15X25T 08X17T 08X13T	11X15H25M6AG2	ЭА 5959 ОСТ 5 9244	С ограниченным проплавлением
					НИАТ 5	
				Э 10X20H70Г2М2Б7В	ОЗЛ 25Б	
III	2	Основной	10X17H13M2T 10X17H13M3T	08X24H40M7Г2 08X25H60M10Г2	АНЖР 2 ТУ 14-4-598	
					АНЖР 1 ТУ 14-4-568	
III	1 3	Подварочный и плакирующий	08X18H10T 12X18H10T 08X17T 15X25T 08X13	Э 10X25H13Г2Б	ЦЛ 9	Без требований стойкости против межкристаллитной коррозии
				Э 10X25H13Г2	ОЗЛ 6	
			10X17H13M2T 10X17H13M3T	08X24H40M7Г2 08X24H60M10Г2	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 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°C						

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

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Условия применения
	Номер	Название		Проволока сварочная по ГОСТ 2246	Защитная среда	
	1 2	Основной	Любая	По рекомендации для стали основного слоя		
I		Переходный	08X18H10T	Св 08X18H10T	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
			12X18H10T	Св 08X25H15БТЮ Св 01X23H16ГТ		
			15X25T 08X17T 08X15	Св 08X25H40M7 (ЭП 675) ТУ 14-1-4968		С наплавкой не менее двух плакирующих слоев

Продолжение таблицы 45

Группа способов сварки	Стой шва		Марка лакирующего слоя двусторонней стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Условия применения
	Номер	Название		Проволока сварочная по ГОСТ 2246	Защитная среда	
I	3	Переходный	10X17H15M2T 10X17H13M3T 08X17H15M3T 06X17M6MT	Св 08X25H40M7 (ЭП 675) Св 08X25H60M10 (ЭП 606) ТУ 14-1-4968	Флюс 48 ОФ 6 ОСТ 5-9206 Флюс АН 26с ГОСТ 9087 Аргон ГОСТ 10157	
				Св 07X25H17Г2Т Св 08X25H15БТЮ	Флюс 48 ОФ 6 ОСТ 5-9206	С наплавкой не менее двух лакирующих слоев
	4	Плакирующая	08X18H10T	Св 06X19H9T	Флюс АН 26с ГОСТ 9087 Флюс АН 18 ГОСТ 9087	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			17X18H10T	Св 08X25H15БТЮ Св 08X19H10Г2Б	Флюс АН 90 ТУ ИЭС 453 Аргон ГОСТ 10157	Выше 350°C – без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			15X25T	Св 07X25H13БТЮ Св 06X25H12ТЮ		
			08X17 08X1	Св 07X25H12Г2Т	Флюс АН 26с ГОСТ 9087	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10X17H15M2T 10X17H15M3T 08X17H15M3T	Св 01X17H14M5 (ЭП 551) ТУ 14-1-2795	Флюс АН 18 ГОСТ 9087 Аргон ГОСТ 10157	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
				Св 06X20H11M3ТБ Св 08X19H10M3Б		Выше 350°C – без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10X17H13M2T 10X17H13M3T 08X17H15M3T	Св 01X19H18I 19AM4 (ЭП-690) ТУ 14-1-4981 Св 06X20H11M3ТБ Св 08X19H10M3Б Св 01X19H18I 10X14	Флюс АН 18 ГОСТ 9087 Флюс АН 90 ТУ ИЭС 453 Флюс АНК 50 ТУ ИЭС 461 Аргон ГОСТ 10157	Выше 350°C – без требования стойкости против межкристаллитной коррозии в случаях недопустимости ферритной фазы после предварительных испытаний на межкристаллитную коррозию Наплавка валика не менее 2-х слоев
			15X25T	Св 01X23H28M5Д5Т (ЭП 516) Св 05X12-1Б (ЭП 978) ТУ 14-1-2571		Выше 350°C – без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
II	1	Плакирующая	08X18H10T 17X18H10T	Св 08X20H9C2БТЮ Св 06X20H9ФБС Св 07X25H15БТЮ	Флюс 48 ОФ 6 ОСТ 5-9206 Флюс АН 90 ТУ ИЭС 453 Флюс АНК 51 ТУ ИЭС 419 Аргон ГОСТ 10157	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			15X25T 08X17T 08X13	Св 07X25H17Г2Т	Флюс АН 26с ГОСТ 9087 Флюс АН 18 ГОСТ 9087	Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии

Продолжение таблицы 45

Группа способов сварки	Стой шва		Марка лакирующего слоя двучастной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Условия применения
	Номер	Название		Проволока сварочная по ГОСТ 2246	Защитная среда	
II	1	Лакирующая	10X17H13M2T	Св 06X19H11M3TB Св 08X19H10M5B	Флюс АН 90 ТУ ИЭС 454 Флюс АНК 50 ТУ ИЭС 461	Выше 350 °С – без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10X17H13M5T	Св 08X25H40M7 (ЭП 673) ТУ 14-1-4968		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			08X17H15M1T	Св 01X17H14M3 (ЭП 551) ТУ 1-1-7795 Св 04X19H11M5		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10X17H15M2T 10X17H13M5T 08X17H15M5T	Св 01X19H18Г10АМ4 (ЭП 690) ТУ 14-1-4981 Св 05X30H40M6TB (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	Чистая	То же, что для среднего класса группы I		С ограниченным проплавлением лакирующего слоя
III	2	Основной	08X18H10T 12X18H10T	Св 08X25H25M3 (ЭП 622) ТУ 14-1-4968	Флюс 48 ОФ 6 ОСТ 5-9206 Аргон ГОСТ 10157	С ограниченным проплавлением
			15X25T 08X17T 08X15	Св 08X25H40M7 (ЭП 673) Св 08X25H60M10 (ЭП 606) ТУ 14-1-4968		
			08X18H10T 12X18H10T 15X25T	Св 05X50H40M6TB (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	
			08X17 08X13	Св 10X16H25M6		
			10X17H13M2T 10X17H13M3T	Св 10X16H25AM6 Св 08X25H25M5 (ЭП 622) ТУ 14-1-4968 Св 08X25H40M7 (ЭП 673) Св 08X25H60M10 (ЭП 606) ТУ 14-1-4968 Св 05X50H40M6TB (ЭП 829) ТУ 14-1-914		

Продолжение таблицы 45

Группа способов сварки	Стой шва		Марка плакирующего слоя двустойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Условия применения
	Номер	Название		Проволока сварочная по ГОСТ 2746	Защитная среда	
III	13	Подвароч- ный и плакиру- ющий	08X18H10T 12X18H10T 15X25T 08X17T 08X15	Св 01X25H15BTЮ Св 05X30H40M6TБ (ЭП 829) ТУ 14 1 914 Св 08X25H40M7 (ЭП-673) Св-08X25H60M10 (ЭП 606) ТУ 14 1-4968	Флюс АН 76с ГОСТ 9087 Флюс 48 ОФ 6 ОСТ 5 9206 Флюс АН 18 ГОСТ 9087 Аргон ГОСТ 10157	С ограничением пропавшим
			10X1 H15 12T	Св 05X30H40M6TБ (ЭП 829) ТУ 14 1 914		То же с требованием стойкости против межкристаллитной коррозии
			10X1 H15M5T	Св 08X25H60M10 (ЭП-606) ТУ 14 1 4968		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии
			10X1 H15M5T 10X17H13M2T	Св 08X25H40M7 (ЭП 673) ТУ 14 1 4968		Без требования 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 двустойной стали в соответствии с приложением 5 ОСТ 26 291						
3 При применении сварочной проволоки стабилизированной титаном или ниобием при наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии температура применения не выше 550 С						

Таблица 46 Допускаемое максимальное содержание низкоуглеродистого и низколегированной конструкционной стали (степень разового легирования) и металла шва двустойных сталей

Предельное содержание низкоуглеродистой стали в металле, %	Сварочные материалы	
	Проволока	Электрод
20	Св 06X25H12TЮ Св 07X25H13 Св 07X25H12Г2Т Св 08X25H13BTЮ	Э 10X25H15Г2 Э 10X2 H15Г2Б
	Св 10X16H2 AM6	Э 11X15H25M6AG2 08X24H25M5Г2
60	Св 08X25H60M10 (ЭП 606) Св 08X2H40M7 (ЭП 673) Св05X30H40M6TБ (ЭП 829)	08X24H60M10Г2 08X24H40M7Г2 08X24H60M10Г2
ПРИМЕЧАНИЯ		
1 Контролируется при отработке технологического процесса. 2 Без индекса Э – даны условные обозначения электродов не предусмотренных ГОСТ 10087.		

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 операций при автоматической сварке следующая

ручная электродуговая сварка корневого шва со стороны птакирующего слоя
выборка корня шва абразивным кругом до чистого металла со стороны основного слоя

заварка корня шва ручной электродуговой сваркой со стороны основного слоя,
многопозиционная автоматическая сварка под слоем флюса основного слоя

ультразвуковая дефектоскопия

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

автоматическая дуговая сварка под флюсом птакирующего 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 дефекта. 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 птакировки не касался птакирующего слоя на 1 ~ 2 мм (рисунок 11а)

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

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

общая толщина птакирующего 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) запотнение разделки со стороны основного слоя

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

г) выполнение корневого шва (и заполнение разделки основного слоя) со стороны птакировки не доходя до птакирующего 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

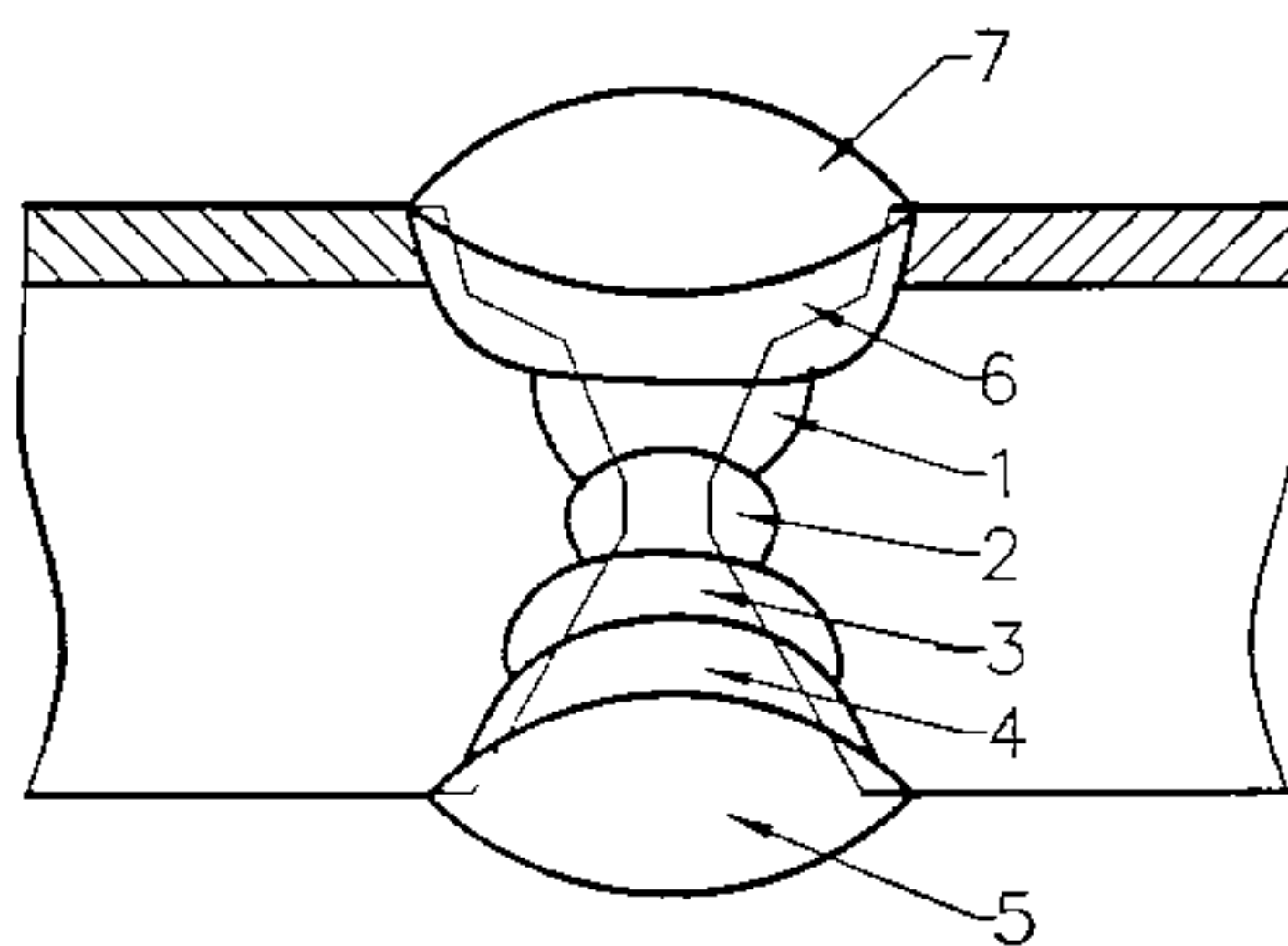
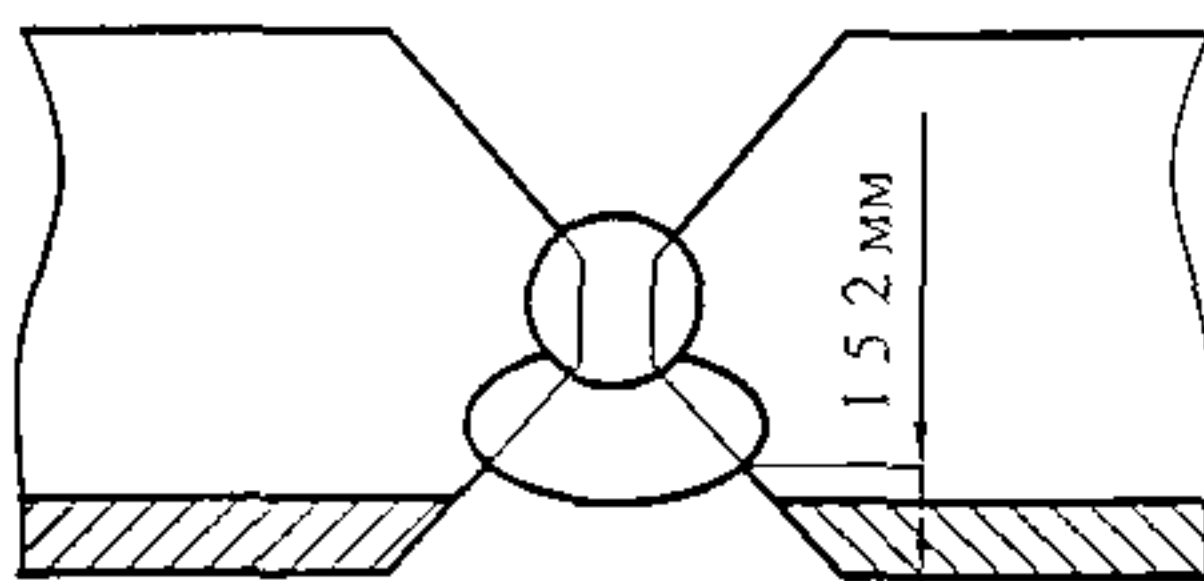
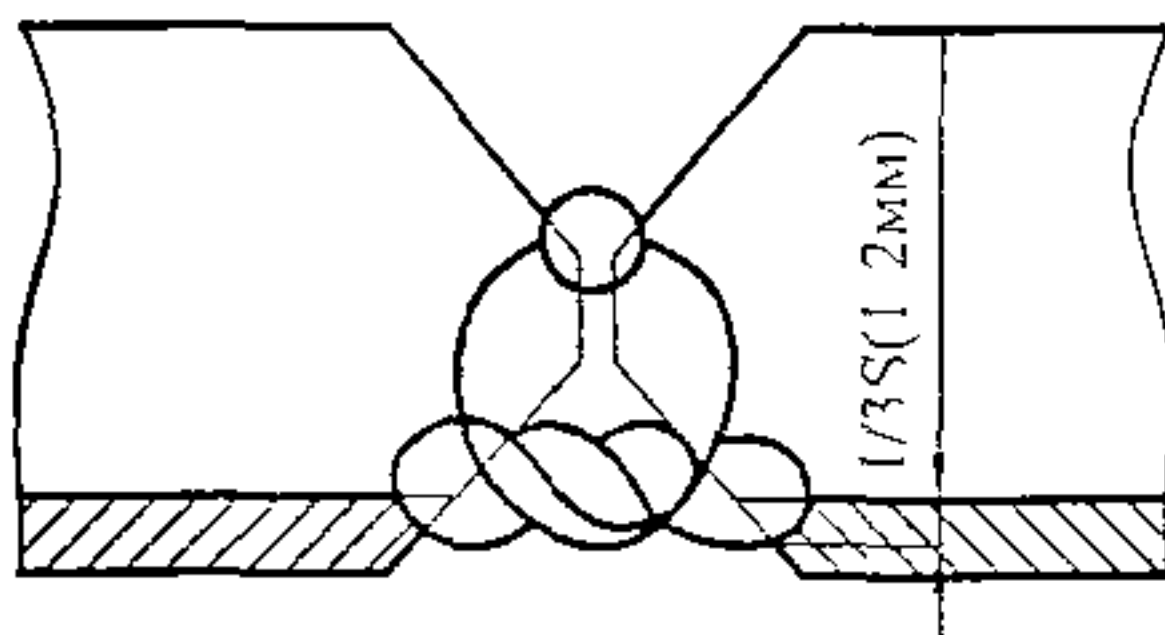


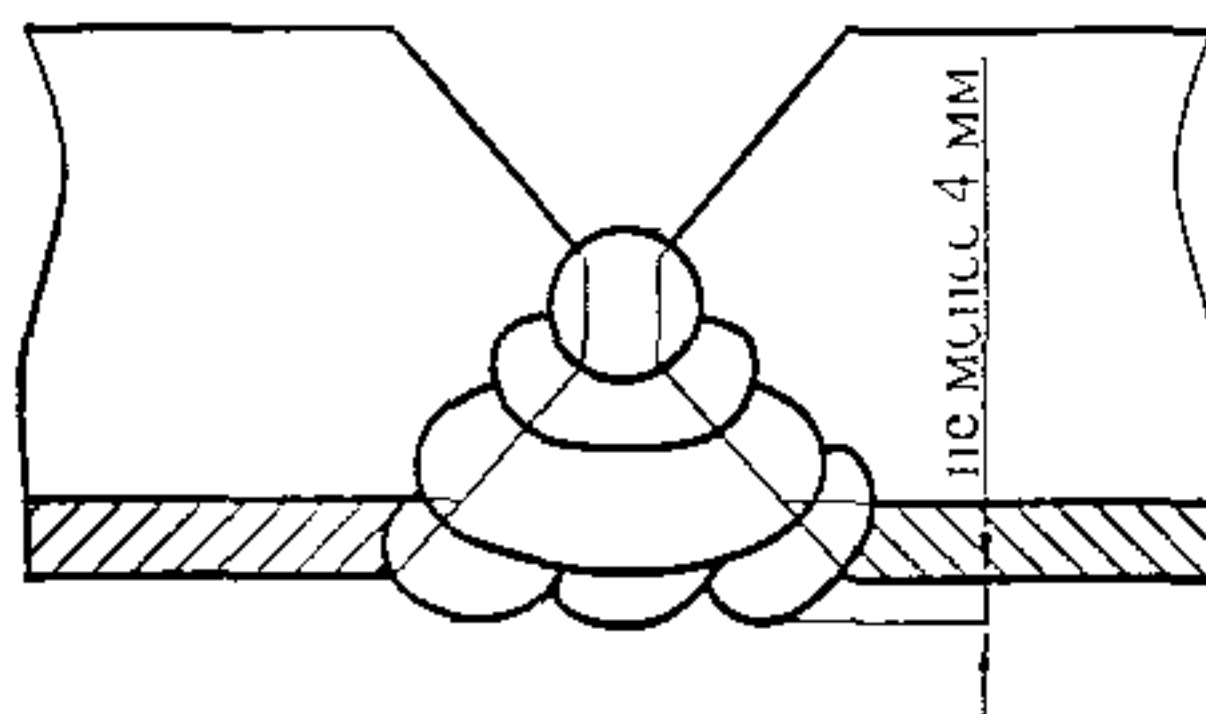
Рисунок 10 Порядок наложения швов при автоматической сварке под флюсом



а

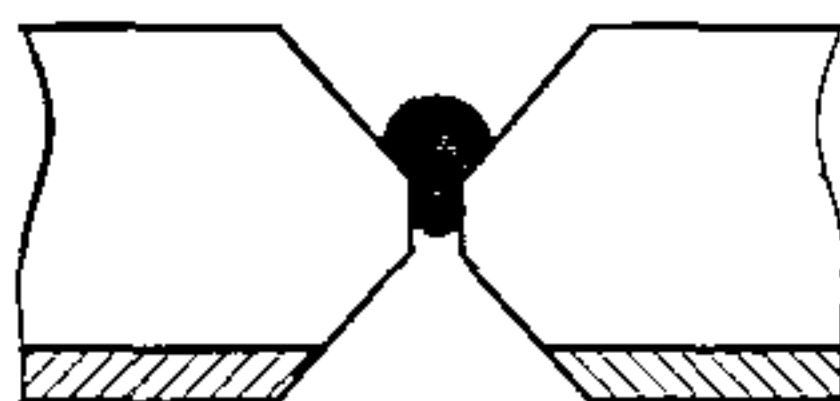


б

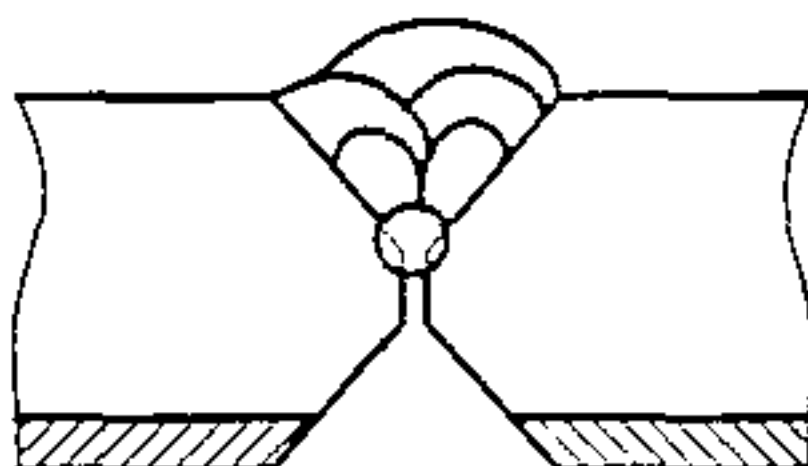


в

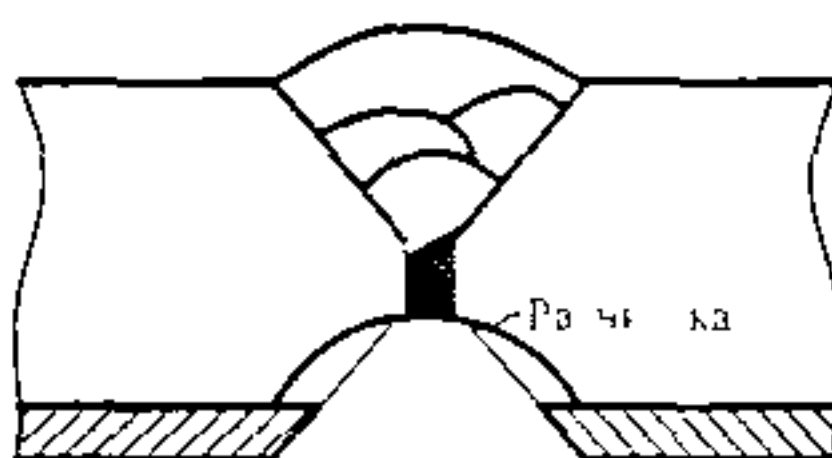
Рисунок 11 Порядок выполнения ручной дуговой сварки (по I варианту)



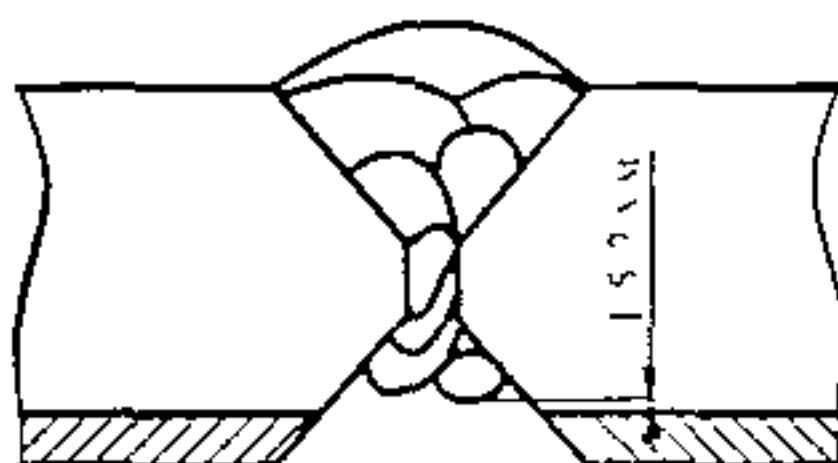
а



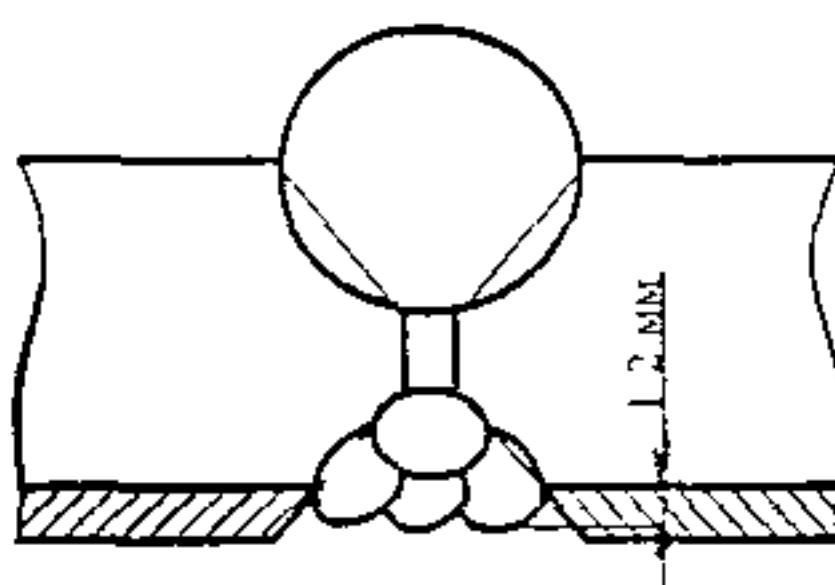
б



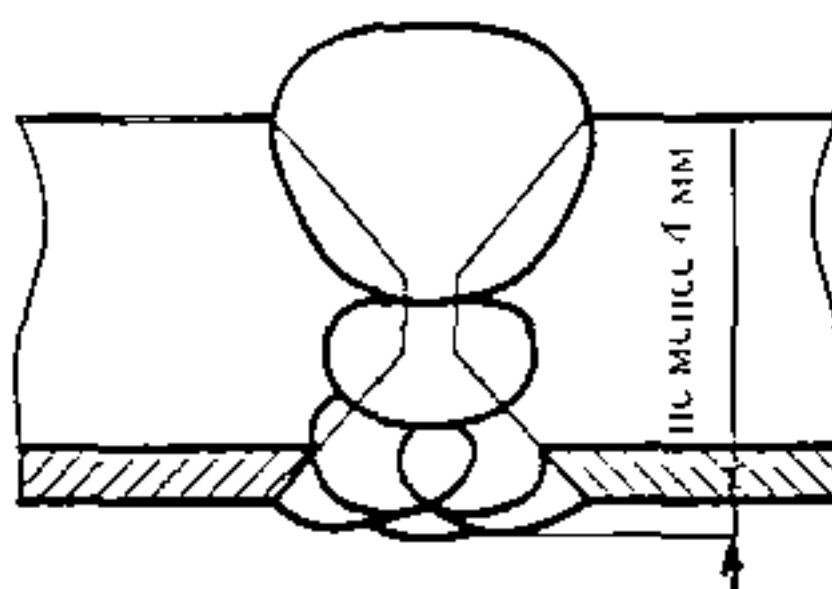
в



г



д



е

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

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 сталей

- возможность развития структурной неоднородности в сварных соединениях сталей 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 труб 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 сталей

9.5 При сварке разнородных малоуглеродистых 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 сталей 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 должны 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 аустенитной аустенитно ферритной и другими 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°C предельная минимальная температура не должна быть ниже чем бо́льшая из допускаемых для каждой из сталей но не ниже минус 40°C

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 простоек 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 сталей 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 10Н10	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	08Х15 08Х17Т 15Х25Т	Св 07Х25Н17 Св 07Х25Н17Г2Т	ГОСТ 2246	48 ОФ 6 АН 26С АН 18	Возможен подогрев в зависимости от толщины для нагруженных конструкций
	08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10, 08Х18Н12Б 08Х18Г8Н2Т 03Х18Н11 02Х18Н11 08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н13М5Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	Св 07Х25Н13 Св 07Х25Н12Г2Т Св 10Х16Н25АМ6 Св 08Х25Н25М5 Св 08Х25Н40М7 Св 08Х25Н60М10 Св 08Х25Н25М5	ГОСТ 2246 ТУ 14-1-4968	48 ОФ 6 АН 26С АН 18	До 435°C До 470°C До 550°C До 550°C
	05Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 05ХН28МДТ ХН30МДТ	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	Примечания, допускаемая рабочая температура условия сварки
А	Б				
12МХ 12ХМ 15ХМ	08Х13 08Х17Т 15Х25Т 08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Г8Н ² Т 03Х18Н11 02Х18Н11 08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М ² Т 03Х17Н14М3	Св Х2Н40М7 Св 08Х2Н60М10	ТУ 14 1-4968	АН 18	Подогрев 200-300°С термообработка Соединения со сталями 08Х13 08Х17Т и 15Х25Т для ненагруженных конструкций
	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН30МДБ				То же и приемы против горячих трещин
08Х13 08Х17Т 15Х25Т	08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Н12Б 08Х18Г8Н ² Т 03Х18Н11 02Х18Н11 08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М ² Т 03Х17Н14М3	Св 08Х2Н25М3 Св 10Х16Н25АМ6 Св 07Х2Н12Г2Т 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 требования по межкристаллитной коррозии только Св 07Х19Н10Б Св 06Х25Н12ТЮ для ненагруженных конструкций
	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН30МДБ				Приемы против горячих трещин для ненагруженных конструкций
12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Н12Б 08Х22Н6Т 08Х18Г8Н2Т 03Х18Н11	08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н15М3Т 08Х17Н15М3Т 06Х21Н6М ² Т 03Х17Н14М3	Св 04Х19Н9 Св 06Х19Н9Т Св 04Х20Н9ФБС Св 08Х20Н9С ² БТЮ Св 07Х18Н9ТЮ	ГОСТ 2246	АН 26С 48 ОФ 6	
08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н5М2Т 03Х17Н14М3	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН30МДБ	Св 1Х19Н18Г10М4 Св 01Х23Н78М3Д3Т	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 ОФ 6 по ОСТ 3 9206
- 2 Для сочетаний, включающих коррозионно-стойкие стали аустенитно-ферритного класса, допускается рабочая температура не выше 300°С
- 3 В качестве защитных газов следует применять аргон, гелий и их смеси, аргон или гелий с примесью кислорода (до 5%) или углекислого газа (до 5%)

Применение углекислого газа допускается для выполнения сварных соединений работающих преимущественно в слабо-коррозионных средах

Таблица 48 Электроды для ручной электроугловой 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 3пс Ст3сп Ст3Гпс 10 15 20 15к 16к 18к 20к 22к	16ГС 09Г2С 10Г2С1 10Г2 17ГС 17Г1С 10ХСНД 15ХСНД	ГОСТ 9466 ГОСТ 9467	Э-47 Э-42А Э-46 Э-46А	АНО 5 УОНИ 13/45	Э-47 Э-46 не ниже минус 15°C
	12МХ 15ХМ 15ХМ			АНО 4 АНО 8 и им равноценные	Подогрев до 200 300 С термообработка
	15ХМ				Подогрев до 300 350°C 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°C термообработка
					Подогрев до 300 350 С термообработка непосредственно после сварки
Ст3кп Ст3пс Ст3сп Ст3Гпс 10 15 20 15к 16к 18к 20к 22к 16ГС 09Г2С 10Г2 10Г2С1 17ГС 10ХСНД 15ХСНД	08Х15 08Х17Т 15Х25Т	ГОСТ 9466 ГОСТ 10052	Э 10Х25Н15Г2 и им равноценные	ЗНО 8 ОЗЛ 6 и им равноценные	Подогрев в зависимости от толщины и марки стали
	08Х22Н6Т 08Х18Г8Н2Т 12Х18Н9Г 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Н12Б 03Х18Н11 02Х18Н11 08Х17Н15М2Т 10Х17Н15М2Т 08Х17Н15М2Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М5			Э 11Х18Н15М6АГ2 и им равноценные	До 400°C
			Э 11Х18Н15М6АГ2	ЭА 5959 НИАТ 5 и им равноценные	До 450 С
			10Х25Н25М5Г2	АНЖР 3У	До 400 С
			08Х24Н40М7Г2	АНЖР 2	До 350°C
			08Х24Н60М10Г2	АНЖР 1	До 350°C
	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ АН50МДБ		Э 11Х15Н25М6АГ2	НИАТ 5	Приемы против горячих трещин
			10Х25Н25М5Г2	АНЖР 3У	
			Э 09МХ Э 09Х1М	ОЗС 11 ЦЛ 20 65 и им равноценные	Подогрев до 300 350 С термообработка непосредственно после сварки

Продолжение таблицы 48

Сочетание марок в сварном соединении (А Б)		Электроды			Примечание допускаемая рабочая температура условия сварки
А	Б	ГОСТ или ТУ	Тип*	Марка	
12МХ 12ХМ 15ХМ 12Х1МФ 15Х5М	08Х15 08Х17Т 15Х25Т	ГОСТ 9466	Э 10Х25Н13Г2	ОЗЛ 6 или равноценные	Подогрев сталей 12МХ 15МХ 15ХМ до 200 300°C 15Х5М до 300 350°C термообработка 08Х13 08Х17Т 15Х25Т для ненагруженных конструкций
	08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10 08Х18Н12Б 08Х18Г8Н2Т 03Х18Н11 02Х18Н11 08Х17Н13М2Т 10ХН13М3Т 10Х17Н15М2Т 10Х17Н13М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М5Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	ГОСТ 9466 ГОСТ 10052 ТУ 14-4 598 ТУ 14-4 568	08Х24Н40М17Г2 08Х24Н60М10Г2 Э 11Х15Н25М6АГ2	АНДР 2 АНДР 1 ЭА 395/9	
	03Х21Н2М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН50МДБ				То же и приемы против горячих трещин
08Х13 08Х17Т 15Х25Т	08Х22Н6Т 12Х18Н9Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х18Н12Б 08Х18Г8Н2Т 03Х18Н11 02Х18Н11 08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3 03Х21Н2М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ ХН50МДБ	ГОСТ 9466 ГОСТ 10052	Э 11Х15Н25М6АГ2 Э 10Х25Н13Г2 Э 10Х25Н13Г2Б	НИАТ 5 ОЗЛ 6 ЦЛ 9 или равноценные	Подогрев до 150 250°C – 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	
12X18H9T 08X18H10T 08X18H10 08X18H17Б 08X22H6T 08X18Г8H2T 03X18H11 02X18H11	08X17H13M2T 10X17H13M2T 10X17H13M3T 08X17H15M3T 08X21H6M2T 03X17H14M3	ГОСТ 9466 ГОСТ 10052	Э 07X20H9 Э 04X20H9 Э 08X20H9Г2Б	ОЗТ 8 ОЗТ 14А ЦТ 11	Без требований по межкристаллитной коррозии То же до 550°C При требовании по межкристаллитной коррозии до 350°C
	03X21H21M4ГБ 06XH28МДТ, 03XH28МДТ, XH30МДБ	ГОСТ 9466 ТУ 14-4 715	03X23H27M3Д5Г2Б	ОЗТ 17V и им равноценные	Приемы против горячих трещин
08X17H13M2T 10X17H13M3T 10X17H13M3T, 08X17H15M3T 08X21H6M2T 08X17H14M3		ГОСТ 9466 ГОСТ 10052	Э 02X19H18Г5АМ	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°C					

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 07X25H13 Св 07X25H12Г2Т Св 06X25H12ТЮ	Э 10X25H13Г2
45	Св 10X16H25AM6 Св 08X25H25M3 (ЭП 627)	Э 11X15H25M6АГ2 10X25H25M3Г2
60	Св 08X25H60M10 (ЭП 606) Св 05X30H40M6ТБ (ЭП 829) Св X25H40M7 (ЭП 673)	08X24H60M10Г2 08X24H40M7Г2
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 специально 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 исключаяющей подачу пыли извне.

Двери и ворота участка должны быть защищены тамбурами и занавесями, предохраняющими рабочие места от ообразующихся 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/м². Температура воздуха при сварке должна быть не ниже 5°C.

10.1.2 Все работы по сборке должны производиться в условиях, исключаящих попадание влаги, жировых веществ и др. загрязнений 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 12ХУ, 100ХУ0, 22, 22А, 25А, 25-40П, СМ1, СМ27В) по ГОСТ 2424, вращающимися металлическими щетками, мелкой наждачной шкуркой 9Б 8, 9Б 9 по ГОСТ 3009, зернистостью не более № 12 или в тканитовом круге.

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 чистыми бязевыми салфетками, смоченными ацетоном или спиртом эфирным 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 оклеивания с двух сторон изоляционной лентой ПВХ 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.

Прихваты 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°C. Сварку выполнять в камере с контролируемой атмосферой или с местной защитой.

10.1.9 Для обеспечения защиты тыцевой 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, окатины.

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

Газонасыщенный стон с другими цветами побежалости (темно синий, серый) подлежит удалению.

10.1.13 Котцевые и круговые швы сваривать с перекрытием на 15-20 мм начала шва.

Процесс сварки вести без перерывов. При возобновлении 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 аргондуговая 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 тантанированного 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 гетии 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 окатины.

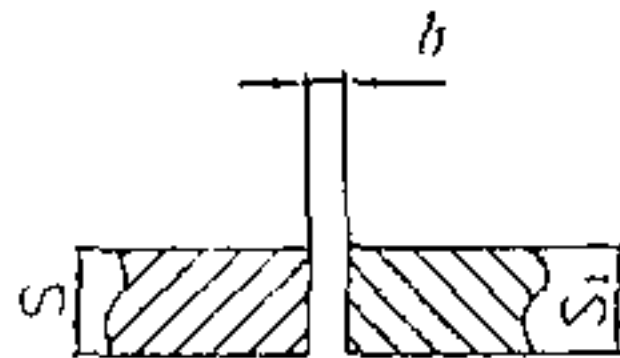
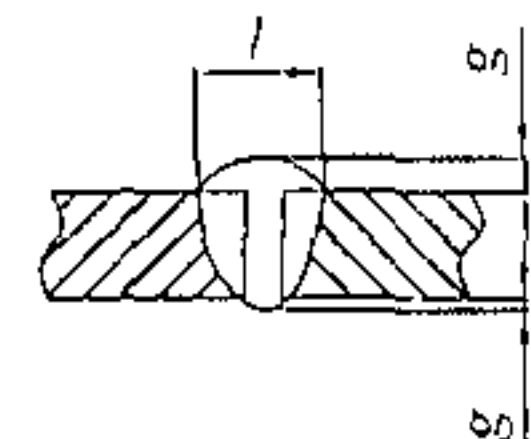
10.2.6 Сварку вести на постоянном токе прямой полярности.

10.2.7 При сварке ось вольфрамового электрода располагать под углом 60-80° к изделию.

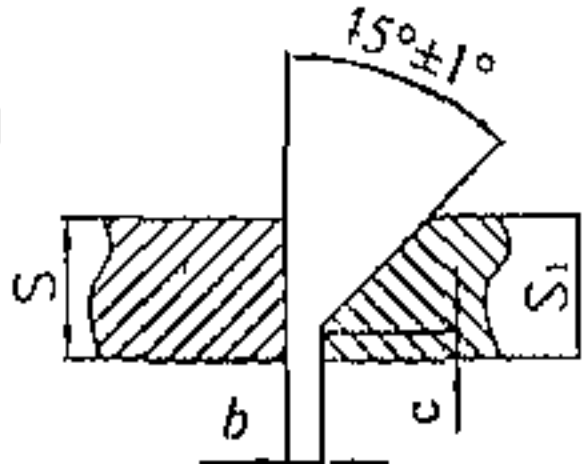
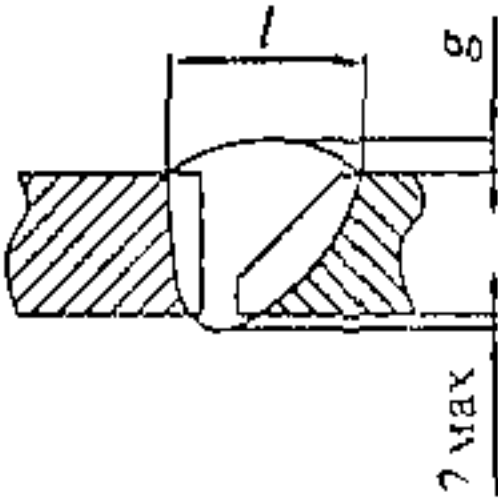
10.2.8 Присадочный материал подавать непрерывно под углом 20° к изделию.

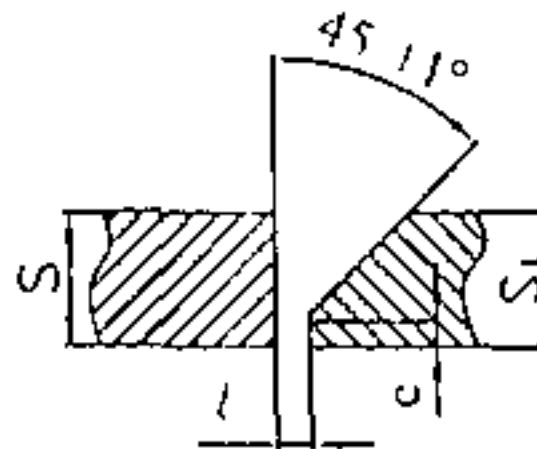
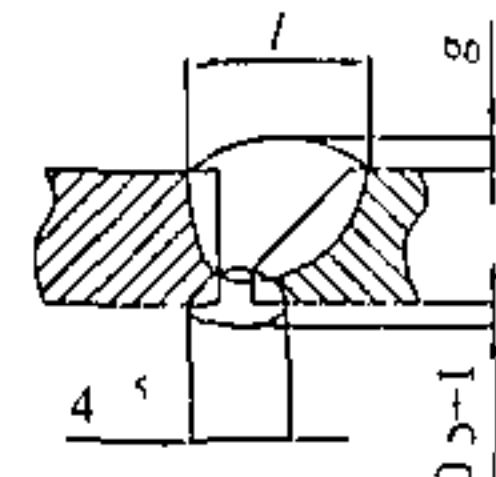
10.2.9 Вылет вольфрамового электрода из мундштука горелки должен составлять 10-15 мм. При сварке в глубокую раздетку вылет допускается увеличивать до 20 мм. При использовании специальных горелок вылет устанавливается исходя из конструктивных особенностей последних.

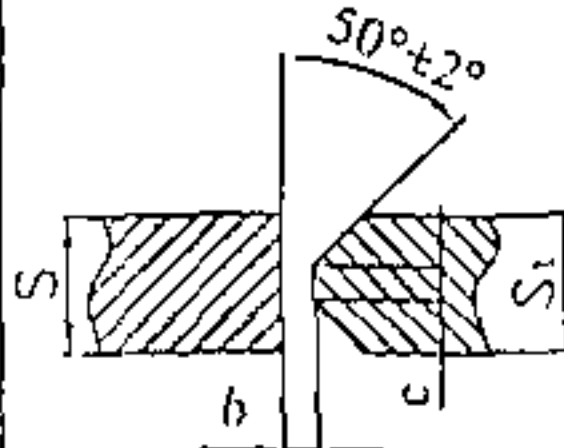
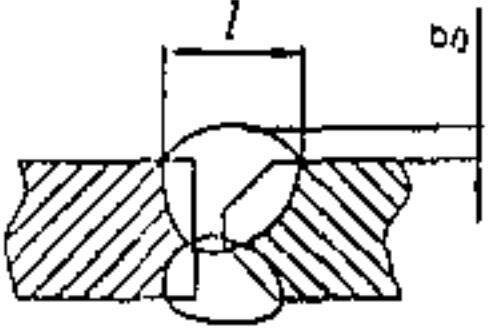
Таблица 50 Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных стыковых соединений типовых стальных

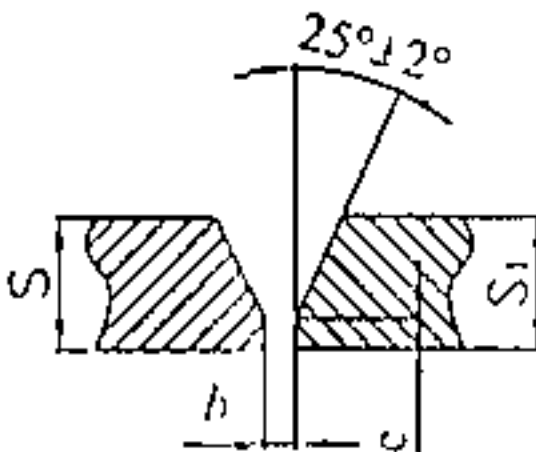
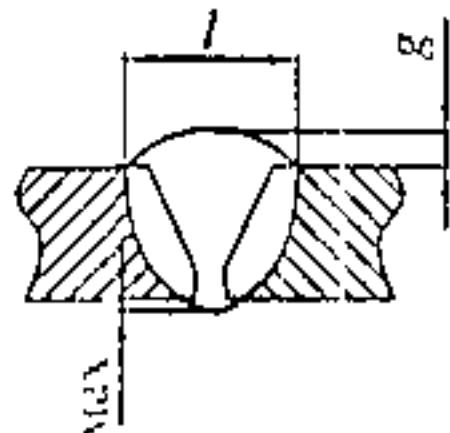
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки α β γ δ	Размеры мм								
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения		S S	l		l		g		ζ	
					н мин	н макс	н мин	пред откл	н мин	пред откл	н мин	пред откл
С1			III	От 0,5 до 1,0	0	0,2	4	11	0	10,3	0	0,3
			АнIII	0,5		± 3	0,5	0,5				
			IIIн							Св 1,0 к 3,0		8
			III							Св 3,0 до 5,0		10
										Св 5,0 до 8,0		14
										Св 8,0 к 10,0		16

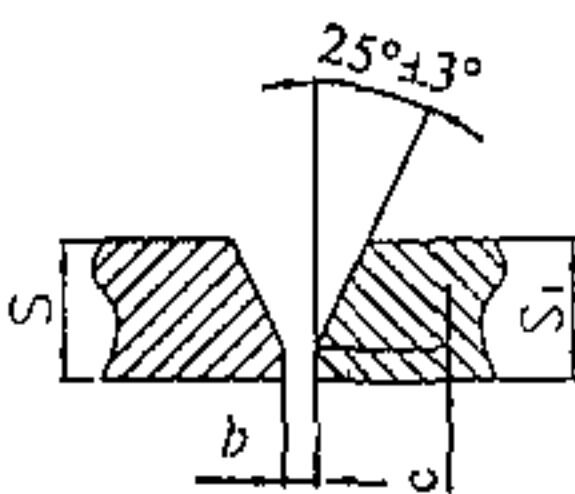
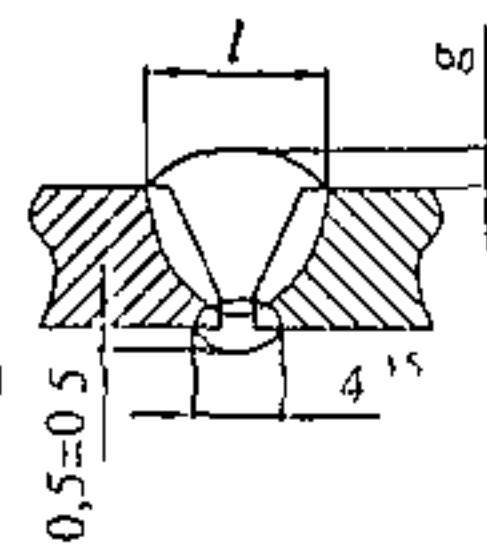
ПРИМЕЧАНИЕ Выполнение сварного шва III, IIIн и III рекомендуется при условии, что в месте соединения обеспечено полное проплавление с формированием обратного валика. При импульсной сварке проплавление достигается за счет

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ГОСТ 261	Размеры, мм													
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения		S — S	b		l		g		c						
					но мин	пред откл	но мин	пред откл	но мин	пред откл	но мин	пред откл					
С2			III ИП	От 3 до 4	1	0,5	8	12	0,5	1,0	±0,5	0	±0,5				
				Св 4 до 6	1,5	±0,5	10	13	0,5		0,5						
				Св 6 до 8			12	14 2									
				Св 8 до 10	2,0	±1,0 0,5	14						15 3				
				Св 10 до 12			16										
				Св 12 до 14			18	1,0									
				Св 14 до 16	20	14 2											
				Св 16 до 18	26												
				Св 18 до 20	28	1,5											
				Св 20 до 22	30												
				Св 22 до 24	32					15 2		±1,0					
				Св 24 до 26	4,0		36	2,0	±1,0 0,5								
				Св 26 до 28			38										
				Св 28 до 30													

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры мм								
	подготовленных крайних свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	b		l		g		c	
					номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл
		III ИП	От 3 до 4	0,5	+0,5	6	2	0,5	+0,5	0	0,5	
			Св 4 до 6	1,0	7	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	15 3	1,0	+1,0 0,5	2,0	+1,0 1,0		
			Св 12 до 14		18							
			Св 14 до 16		20							
			Св 16 до 18	3,0	22	5 2	1,5	+1,0 1,0	2,0	+1,0 1,0		
			Св 18 до 20		25							
			Св 20 до 22		28							
			Св 22 до 24	4,0	30	5 2	1,5	+1,0 1,0	2,0	+1,0 1,0		
			Св 24 до 26		32							
			Св 26 до 28		34							
			Св 28 до 30	38								

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры, мм								
	подготовленных крайков свариваемых деталей	нуждающихся сварного соединения		S	b				l		g	
					номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл
С4			ИИИ ИП	От 4 до 6	1,0	+1,0	0,5	+1,0	8	+1,0	0,5	+1,0
				Св 6 до 8					10			
				Св 8 до 10	2,0	+1,0	0,5	+1,0	12	1,0	1,0	
				Св 10 до 12					14			
				Св 12 до 14					16			
				Св 14 до 16	3,0	+1,0	1,0	+1,0	18	1,5	1,0	
				Св 16 до 18					20			
				Св 18 до 20					22			
				Св 20 до 22					23			
				Св 22 до 24	4,0	+1,0	1,5	+1,0	24	2,0	1,0	
				Св 24 до 26					25			
				Св 26 до 28					26			
				Св 28 до 30	5,0	+1,0	2,0	+1,0	27	2,5	1,0	

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26-1	Размеры, мм								
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения		S = S ₁	b		c		l		e	
					номин	пред. откл	номин	пред. откл	номин	пред. откл	номин	пред. откл
С5			ИИИ ИИИ	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			16	+1,0 -0,5	1,0	±1,0
				Св 12 до 14					18			
				Св 14 до 16	3,0	+1,0 -0,5			20			
				Св 16 до 18					22	+1,0 -3		
				Св 18 до 20					24			

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

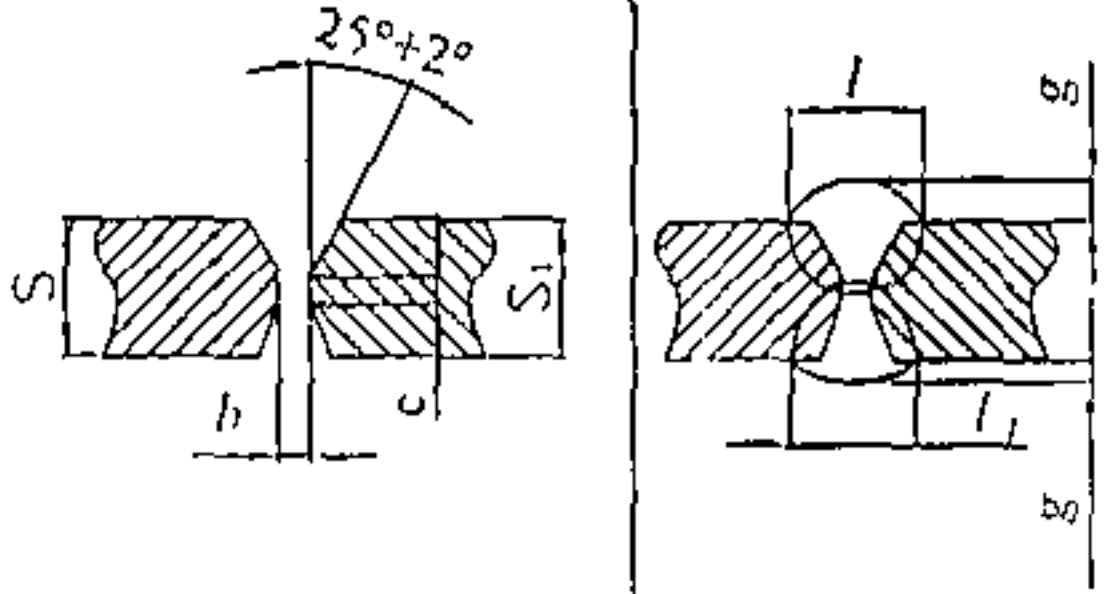
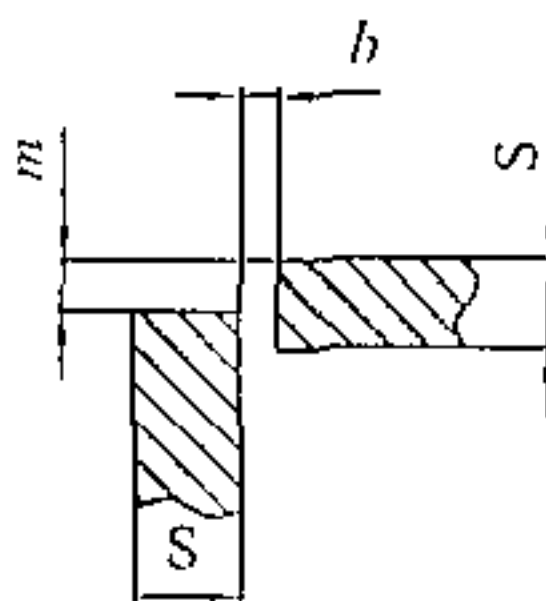
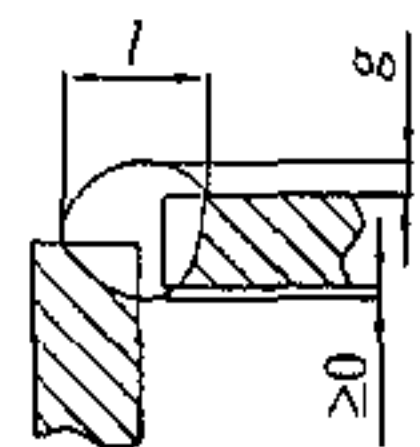
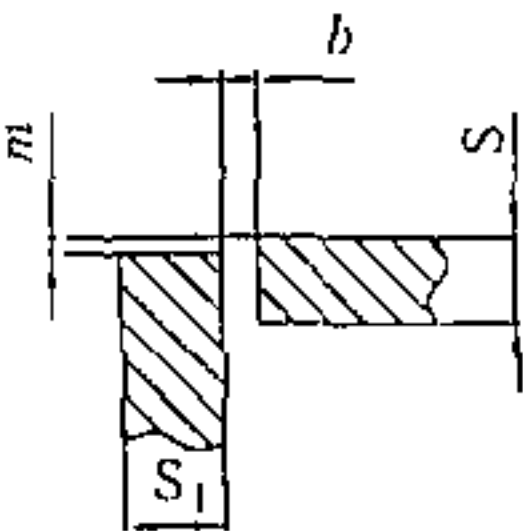
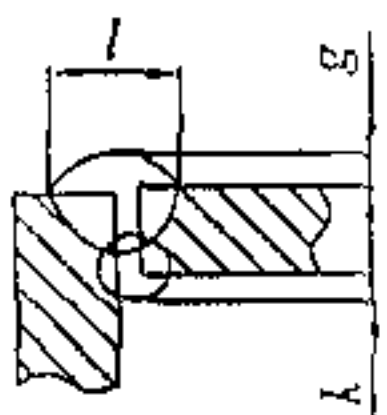
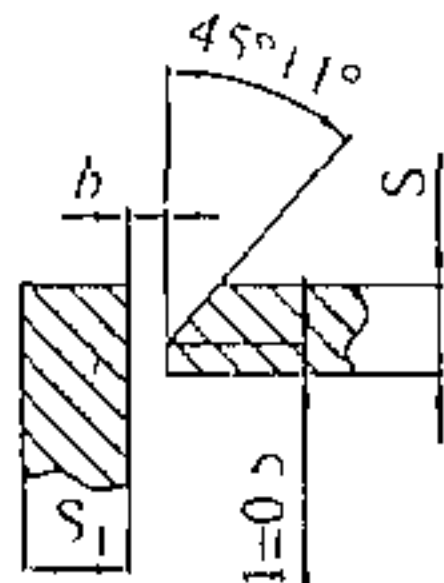
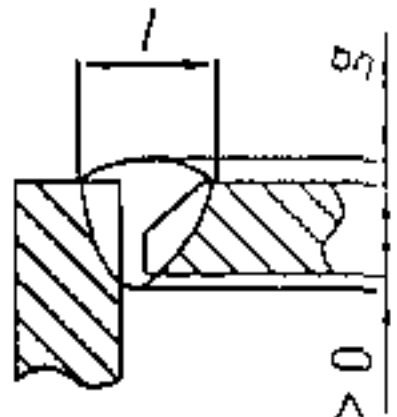
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ГОСТ 1761	Размеры мм												
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения		S - S	b		c		l - l ₁		g - g ₁					
					номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл				
			III III	От 6 до 8	10	+10	10	+10	10	+3 -2	0,5	+10				
				С в 8 до 10	20	+10			12	+1 -2						
				С в 10 до 12					13							
				С в 12 до 14					14							
				С в 14 до 16	30	+10	10	+10	15	+5 -2						
				С в 16 до 18					16							
				С в 18 до 20					17							
				С в 20 до 22			20	+1,0 20	18							
				С в 22 до 24	40	+1,0			20							
				С в 24 до 26					21							
				С в 26 до 28					21	+6 -2						

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

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26 1	Размеры мм								
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	m		b		l		g	
					номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл
У1	 $S_1 \geq S$		III IIIИ ИИ	От 0,8 до 1,5	0	+0,5	0	+0,5	3	12 1	0	+0,5
				Св 1,5 до 2,0					4			
				Св 2,0 до 4,0	0,5	+1,0	0	+1,0	6	12	0	+1,0
				Св 4,0 до 6,0					8	13		

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26	Размеры мм											
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шпательного соединения		S	m		h		l		e		f		
					номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	
У2	 $S_1 \geq S$		ИИ ИИИ ИИИ	От 2,0 до 4,0	0	+1,0	0	+1,0	6	+2	0	+1,0	2	+1,0 0,5	
				Св 4,0 до 6,0	0,5	1,0			8	+3			4	12,0	
				Св 6,0 до 8,0	1,0				10						6

Продолжение таблицы 51

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки ГОСТ 8736-1	Размеры мм						
	подготовленных крайков свариваемых деталей	швы сварного соединения		S	b		l		z	
					номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл
УЗ	 $S_1 \geq S$	 $b/l > 0$	III III	От 3 до 6	1,5	+1,0 0,5	8	+4 2		
				Св 6 до 10	2,5	+1,0 0,5	12	5 2	0,5	+0,5
				Св 10 до 14			16			
				Св 14 до 18			20	15 3	1,0	+1,0
				Св 18 до 22	4,0	1,0 0,5	25			
				Св 22 до 26			30			
								+6	1,5	+1,5

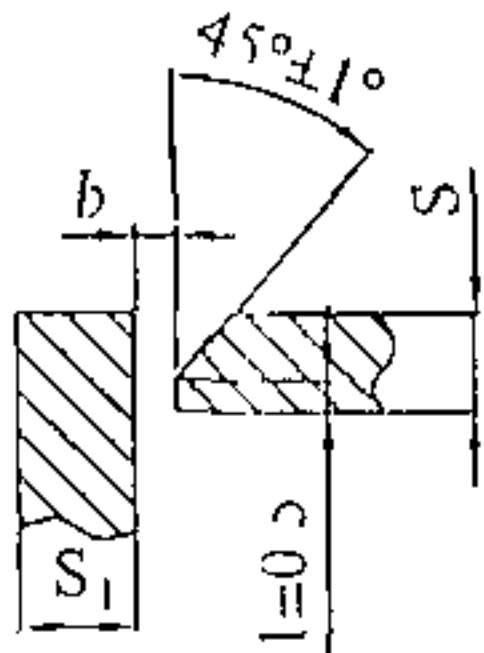
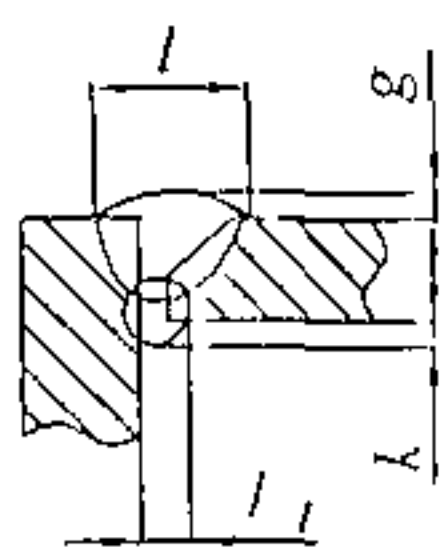
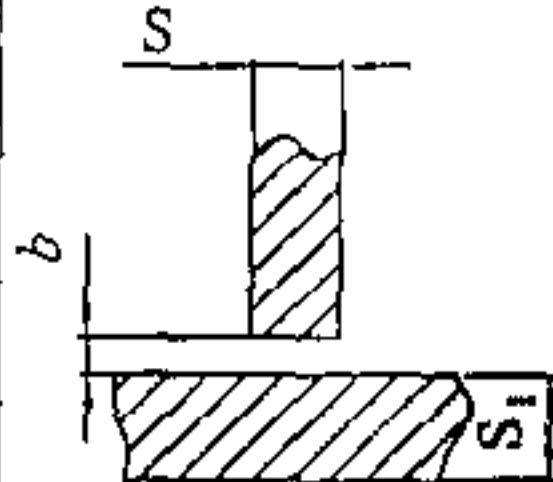
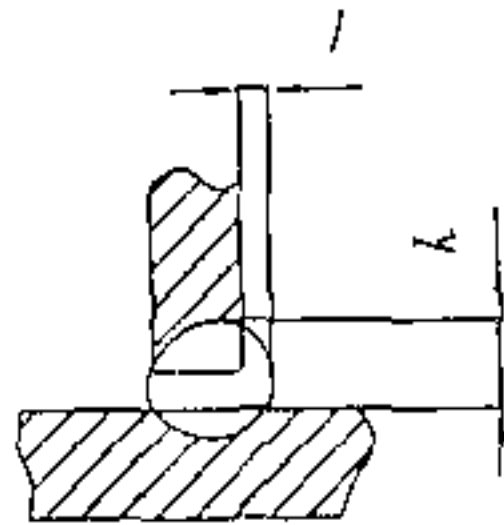
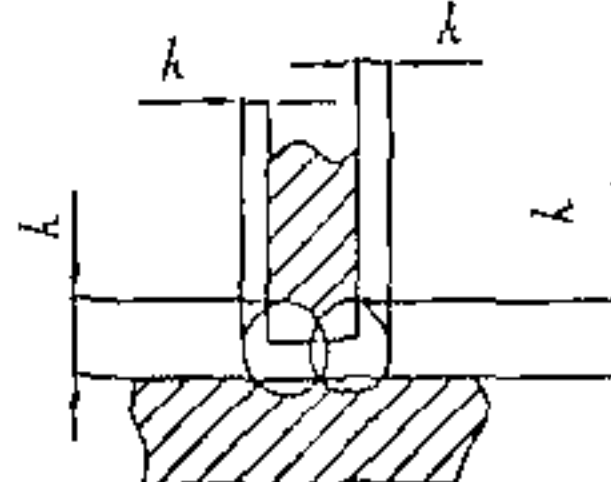
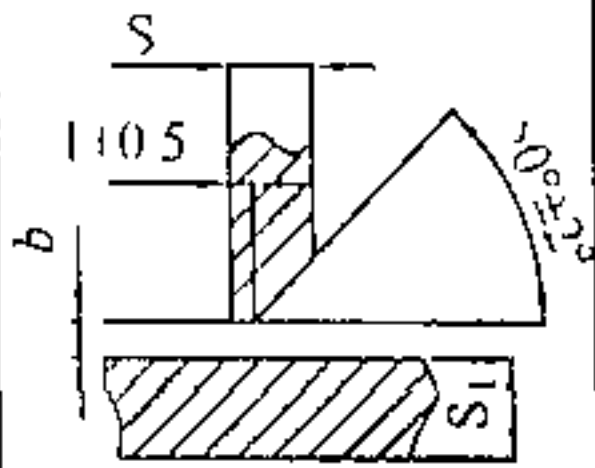
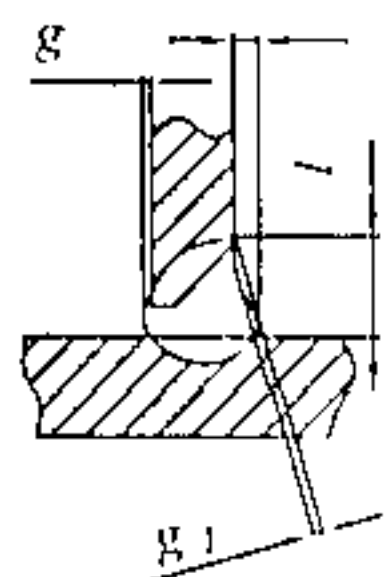
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26.1	Размеры мм										
	подготовленных торцов свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	l		l		g		k, k ₁			
					н. мин	г. р. т откл	н. мин	г. р. т откл	н. мин	г. р. т откл	н. мин	г. р. т откл		
У4	 $S_1 \geq S$		ИИИ III	От 3 до 6	1,5	$\begin{smallmatrix} +1,0 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$	8	$\begin{smallmatrix} +4 \\ -2 \end{smallmatrix}$	0,5	$\pm 0,5$	3	± 1		
				Св 6 до 10	2,5		10	5			5	12		
				С 10 до 11	16		6							
				Св 14 до 18	20				$\begin{smallmatrix} +5 \\ -3 \end{smallmatrix}$	1,0	$\pm 1,0$			
				Св 18 до 22	10	$\begin{smallmatrix} +1,0 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$								24
				Св 22 до 26					28	$\begin{smallmatrix} +6 \\ -3 \end{smallmatrix}$	1,5	$\pm 1,5$		
				От 26 до 30					32					

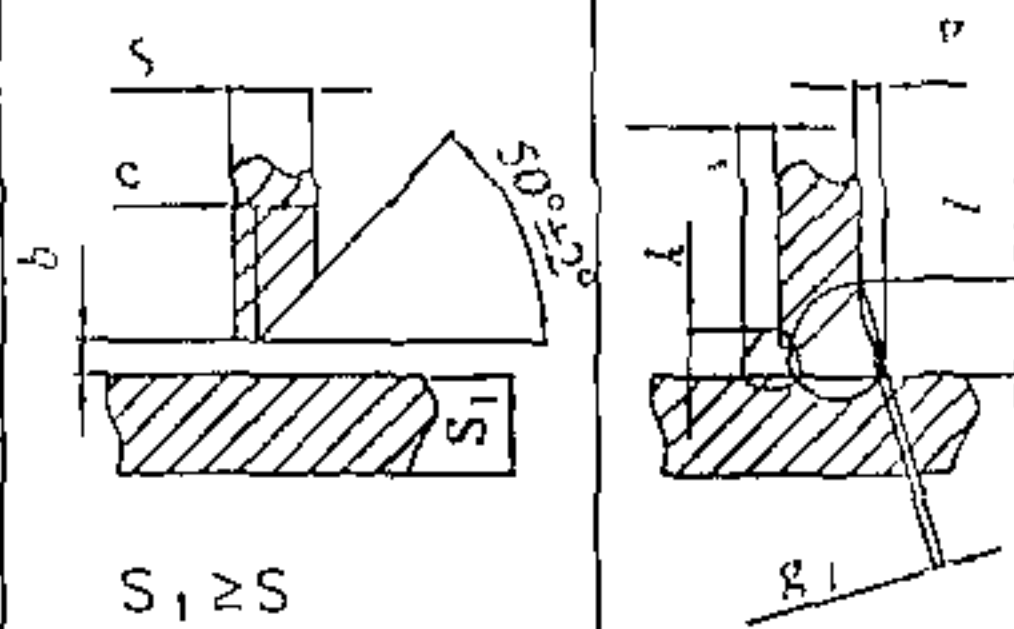
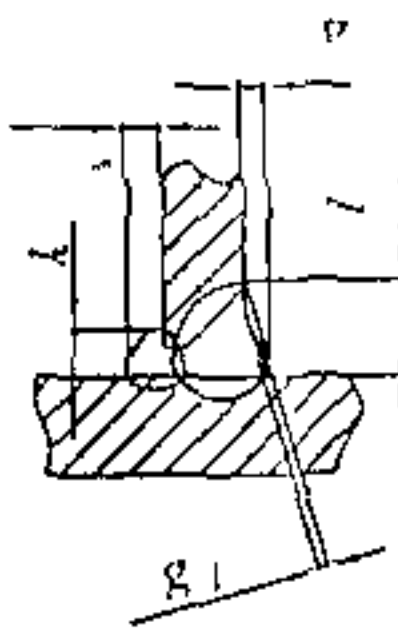
Таблица 52 Основные типы конструктивные элементы и размеры сварных и врезных соединений титановых сплавов

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ОСТ 26-1	Размеры мм		
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	b	
					номинал	пред откл
Т1	 $S_1 > S$		III IIIИ IIIИ	От 1 до 2	10	10,5 10
		Св 2 до 3		20		
				От 1 до 2	10	10,5 10
		Св 2 до 3		20		
		Св 3 до 4			110	
		Св 4 до 6		30		

ПРИМЧАНИИ

Величины, указанные в таблице, принимаются по рисунку и из конструктивных соображений с учетом условий эксплуатации и указывается в обозначении шва на чертежах

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

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ГОСТ 26-1	Размеры, мм																
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения		S	b		c		l		g		g ₁		k					
					номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл				
ТЗ			ИИп ИП	От 3 до 4	1,5	+1,0 0,5	1,0	+0,5	6	+3 -2	1	+1	-	-	2	+1				
				Св 4 до 6	2,5	+1,0 0,5			10	+4 -2	2		-	-						
				Св 6 до 8					12		3		-	-						
				Св 8 до 10					15				-	-						
			Св 10 до 12	4,0	+1,0 0,5	1,5	+1,0	18	+5 -2	4	+2	0	+1,0	3	+2					
			Св 12 до 14					20												
			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				4	+2					
			Св 26 до 28					36												

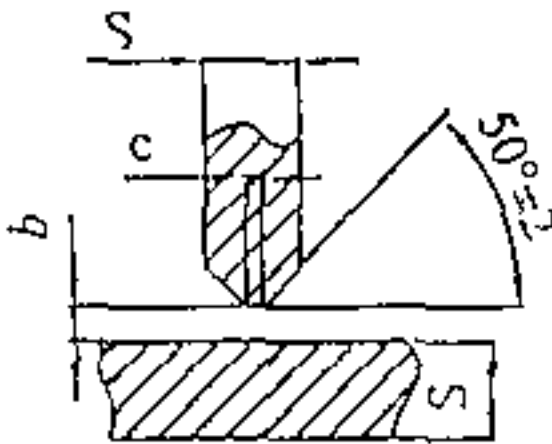
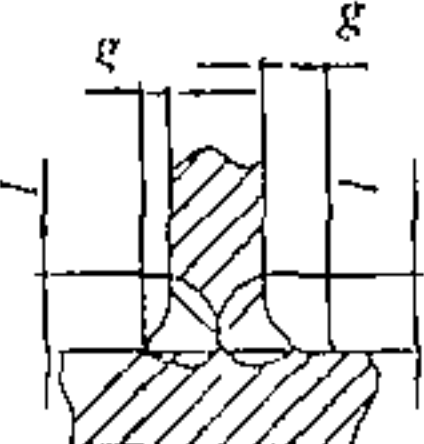
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки по ГОСТ 1261	Размеры мм								
	подготовленных кромок свариваемых деталей	тип сварного соединения		S	b		c		l		g	
					номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл
14	 $S_1 \geq S$		III ИП	От 5 до 6	10	+1,0	10	+1,0	6		2	±1,0
				Св 6 до 8					7			
				Св 8 до 10					8			
			Св 10 до 12	20	9					3		
			Св 12 до 14		10							
			Св 14 до 16		12							
			Св 16 до 18	30	13				±5 2	4		
			Св 18 до 20		16							
			Св 20 до 22		17							
			Св 22 до 24	30	20		18					
			Св 24 до 26				19					
			Св 26 до 28				21					
			Св 28 до 30				22					

Таблица 3 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 9 977
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 обработки

10.2.12 Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки приведены в таблице 4

Таблица 4 Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки инертных газов

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
3,0	2,5-3,0	1,5-3,0	120-160	10-14	15-20	10-15	16-18	1
4,0	2,5-3,0	1,5-3,0	120-160	10-16	15-20	10-15	18-20	2
6,0	2,5-3,0	1,5-3,0	140-180	10-16	15-20	10-15	18-20	3-4
8,0-10,0	2,5-3,0	2,0-3,0	160-180	10-16	16-20	10-15	18-20	8-10
12,0	3,0-4,0	2,0-4,0	180-220	10-16	16-20	10-15	18-20	12
14,0	3,0-4,0	3,0-4,0	200-220	10-16	20-30	8-12	18-20	14
16,0	3,0-4,0	3,0-4,0	200-240	10-16	20-30	8-12	18-20	16
18-20	4,0-5,0	3,0-4,0	200-300	10-16	20-30	8-12	18-20	20
20-26	4,0-5,0	4,0-5,0	250-300	10-16	20-30	8-12	18-20	24
26-30	4,0-5,0	4,0-5,0	250-300	10-16	20-30	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.

10.3.3 Ориентировочные режимы автоматической сварки титана неплавящимся электродом приведены в таблице.

Таблица 33 Ориентировочные режимы автоматической сварки стыковых швов титана неплавящимся электродом

Толщина свариваемого металла мм	Диаметр вольфрамо вого электрода мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Свароч ный ток А	Напряже ние на дуге В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки м/ч	Расход аргона, л/мин	
							для защиты дуги	для защиты обратной сторony шва
Без присадочного металла								
0,5	1,5		30-40	8-10	40-50		8-10	2-4
0,8	1,5		60-80	8-10	50-55		8-10	2-4
1,0	1,5		80-100	8-10	75-85		10-12	2-4
1	1,5-2,0		120-140	8-10	75-85		10-12	4-6
2,0	2,0-2,5		160-200	9-11	75-85		12-14	4-6
3	2,0-2,5		180-240	10-12	75-85		12-14	4-6
5,0	2,5-3,0		260-300	10-12	75-80		14-16	4-6
С присадочным металлом								
3	2,5-3,0	1,5-2,0	200-260	8-10	70-75	70-80	14-16	4-6
4	2,5-3,0	1,5-2,0	200-260	8-10	70-75	70-80	14-16	4-6
6	2,5-3,0	1,5-2,0	200-260	8-10	70-75	70-80	20-30	5-8
10-20	2,5-3,0	1,5-2,0	200-260	8-10	70-75	70-80	20-30	5-8
ПРИМЕЧАНИЕ Превышение расхода газа до 10% от толщины металла								

поверхности детали.

10.3.5 Отклонение оси электрода от стыка свариваемых деталей не должно превышать 0,5-1,0 мм по всей длине шва. Присадочную проволоку подавать непрерывно под углом 75-90° к оси вольфрамового электрода.

10.3.6 Присадочную проволоку применять в зависимости от марки сплава согласно таблице 32.

10.3.7 Сварку производить на автоматах типа АРК, сварочных установках с тракторами типа АДВС и горелками типа АГВ и др.

10.4 Автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом

10.4.1 Кромки стыковых швов под сварку применять согласно ОСТ 26 11 06. Применение других типов сварных швов, удовлетворяющих требованиям ОСТ 26 11 06, допускается по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией в соответствии с приложением 2.11.6.10.11.5.

10.4.2 Для сварки следует применять постоянный ток обратной полярности (плюс на электроде).

10.4.3 Вылет электродной проволоки из токопроводящего наконечника 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 горелки 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	260-400	15-20	60-90	12-14 30-40	3-6	гелий, аргон
8-10	Двусторонний с двумя симметричными скосами двух кромок	1,6	340-560	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	560-400	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 26 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 деталей, но не более 1 мм

Расстояние вольфрамового электрода до свариваемой поверхности 1-2,5 мм

10.5.5 Сварные швы 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 и гелий

10.5.7 Кромки и прилегающие к ним поверхности с двух сторон на ширину 20-40 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 погонный метр 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	21-26
Зазор мм	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2

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	вставку 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 20-25	7-8 9-10	60-70 40-50	35-45
30	На провар сглаживание	Гелий гелий	960-980 350-400	17-18 25-28	12-14 9-10	60-70 45-55	40-50 35-45
40-60	На провар сглаживание	гелий гелий	970-1000 400-450	15-16 26-28	10-12 9-10	60-70 50-60	35-45

10.5.12 При выполнении прямолинейных швов необходимо начинать и заканчивать сварку на заходных планках. Размеры заходных планок 80x200xS выводных 80x100xS на 1 продольный шов

10.5.13 При сварке коцевых швов начало каждого прохода необходимо перекрывать на 80-100 мм

10.6. Аргондуговая 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 раздета 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

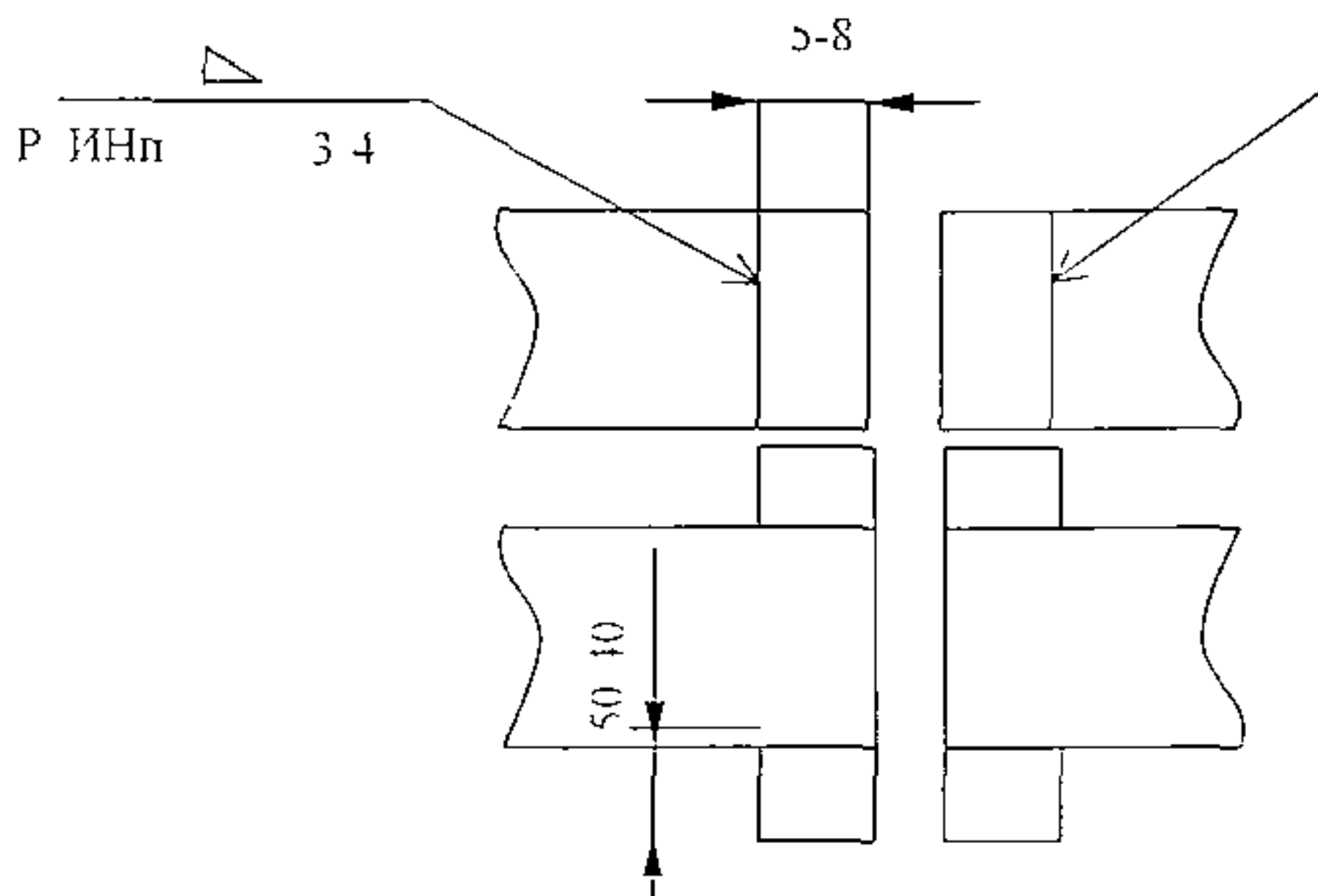


Рисунок 13. Формы и размеры технологических планок

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 стоя: первый стоя – проволокой диаметром 2 мм на сварочном токе 200-300 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)

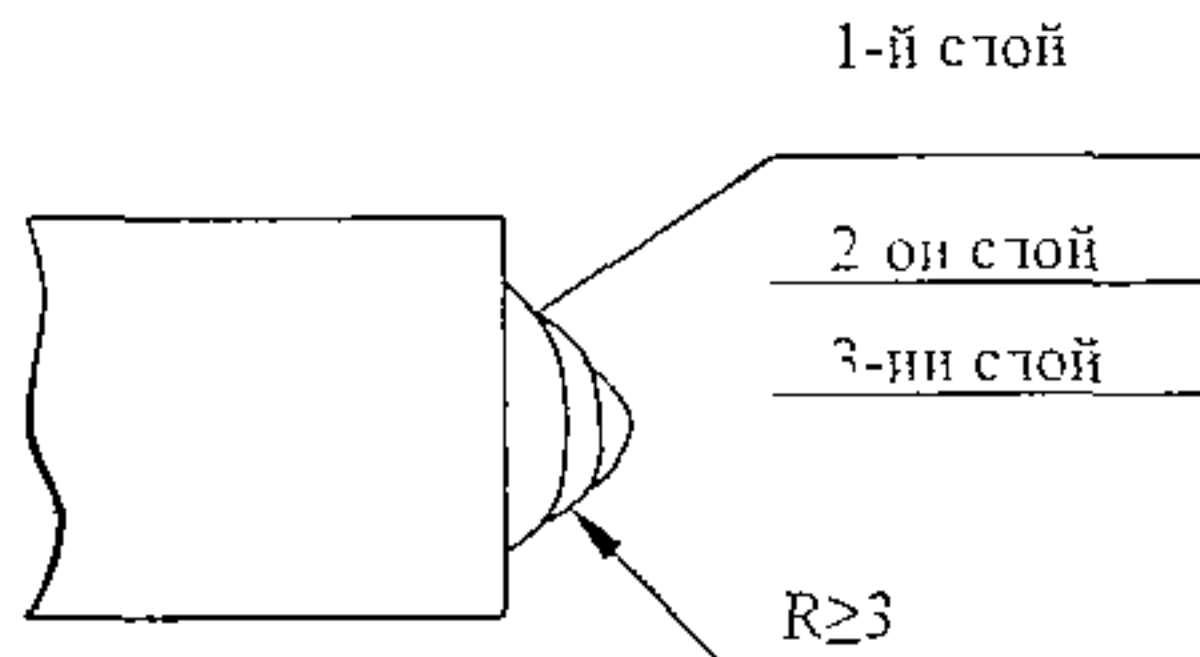


Рисунок 14. Взаимное расположение валиков при сварке

10.6.6 Перед сборкой сварного соединения наплавку следует предъявить ОТК

10.6.7 Сборку стыков следует производить на прихватках выполненных ручной аргоновой сваркой с защитой обратной стороны прихваток местным продувом инертным газом

10.6.8 Сварной шов выпотнять в несколько проходов. При выпотнении корневого прохода вольфрамовый электрод располагать в осевой плоскости зазора, а присадочную проволоку прижимать к одной из свариваемых кромок (рисунок 15)

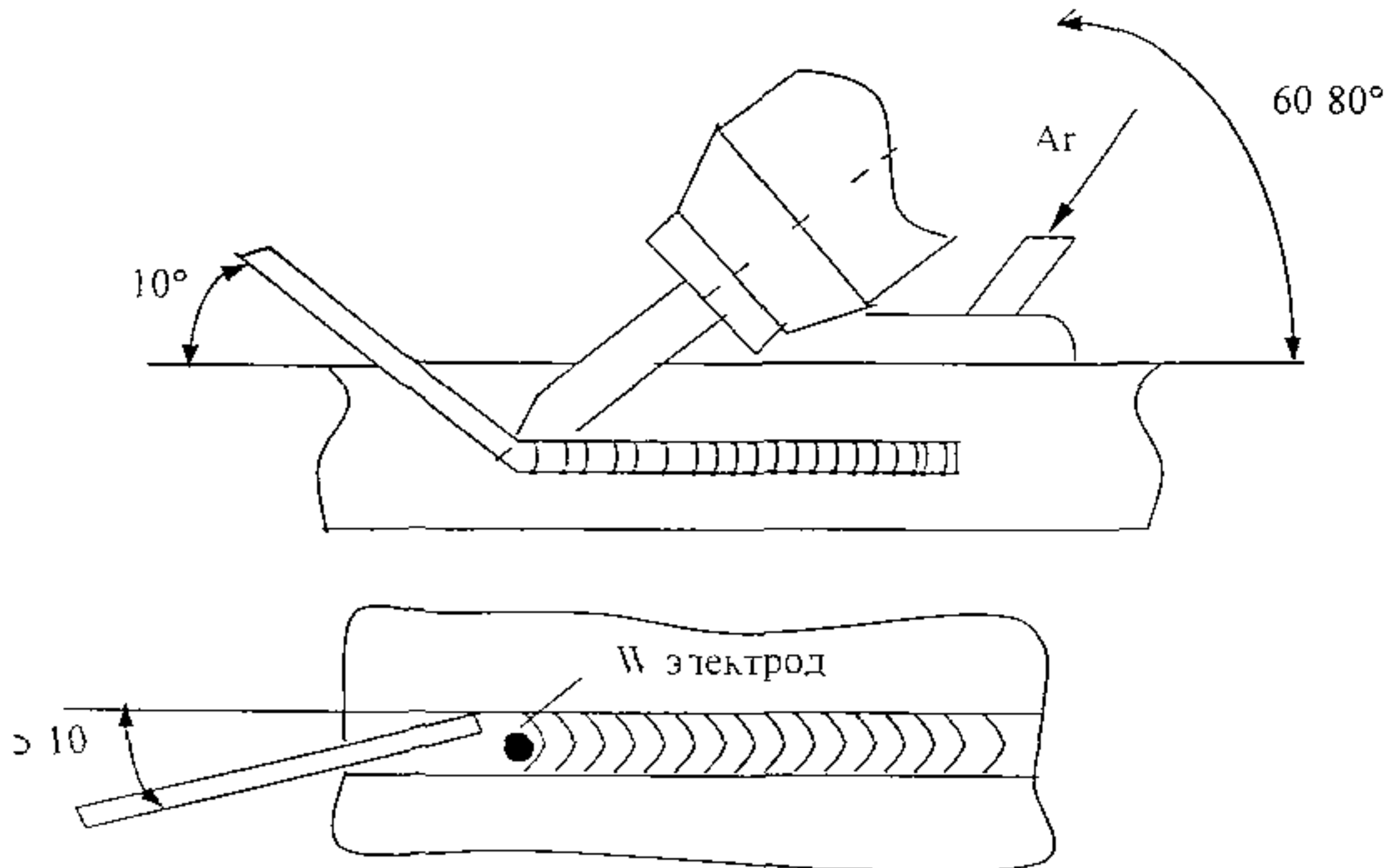


Рисунок 15 Расположение вольфрамового электрода и присадочной проволоки

10.6.9 Порядок заполнения щелевого зазора должен быть следующим. 1 и 2 слои шва выполняются проволокой диаметром 3 мм на токе 150-180 А. 3 и 4 слои – проволокой 5 мм на токе 300-320 А. последующие слои (кроме 5 го) – проволокой диаметром 6 мм на токе 400-420 А. 5-ый слой выравнивающий – без применения присадочной проволоки на токе 160-180 А (рисунок 16)

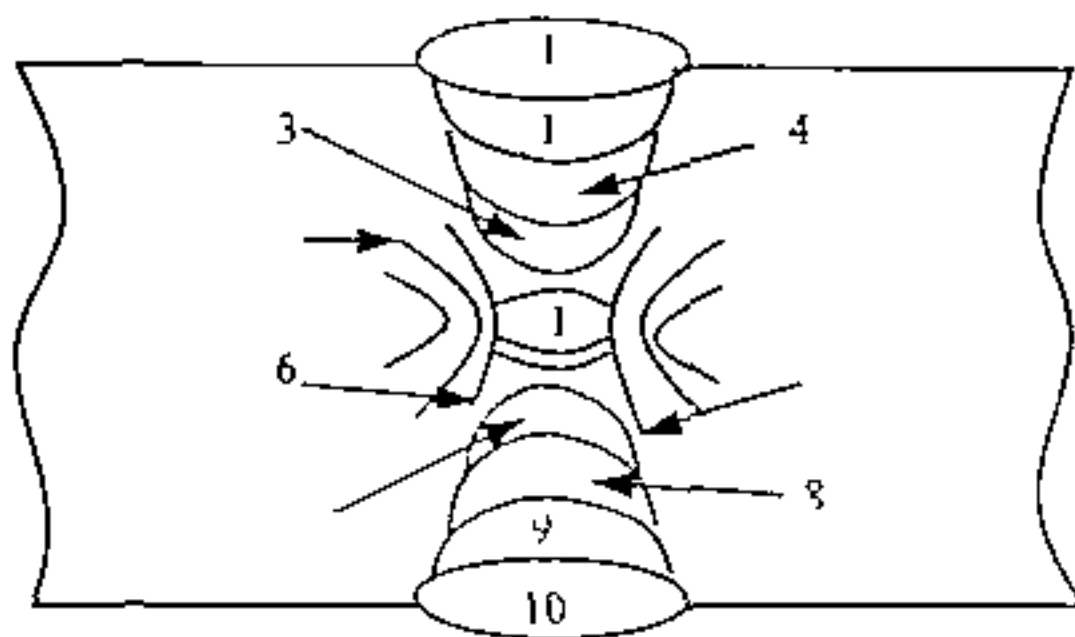


Рисунок 16 Порядок заполнения щелевого зазора

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)

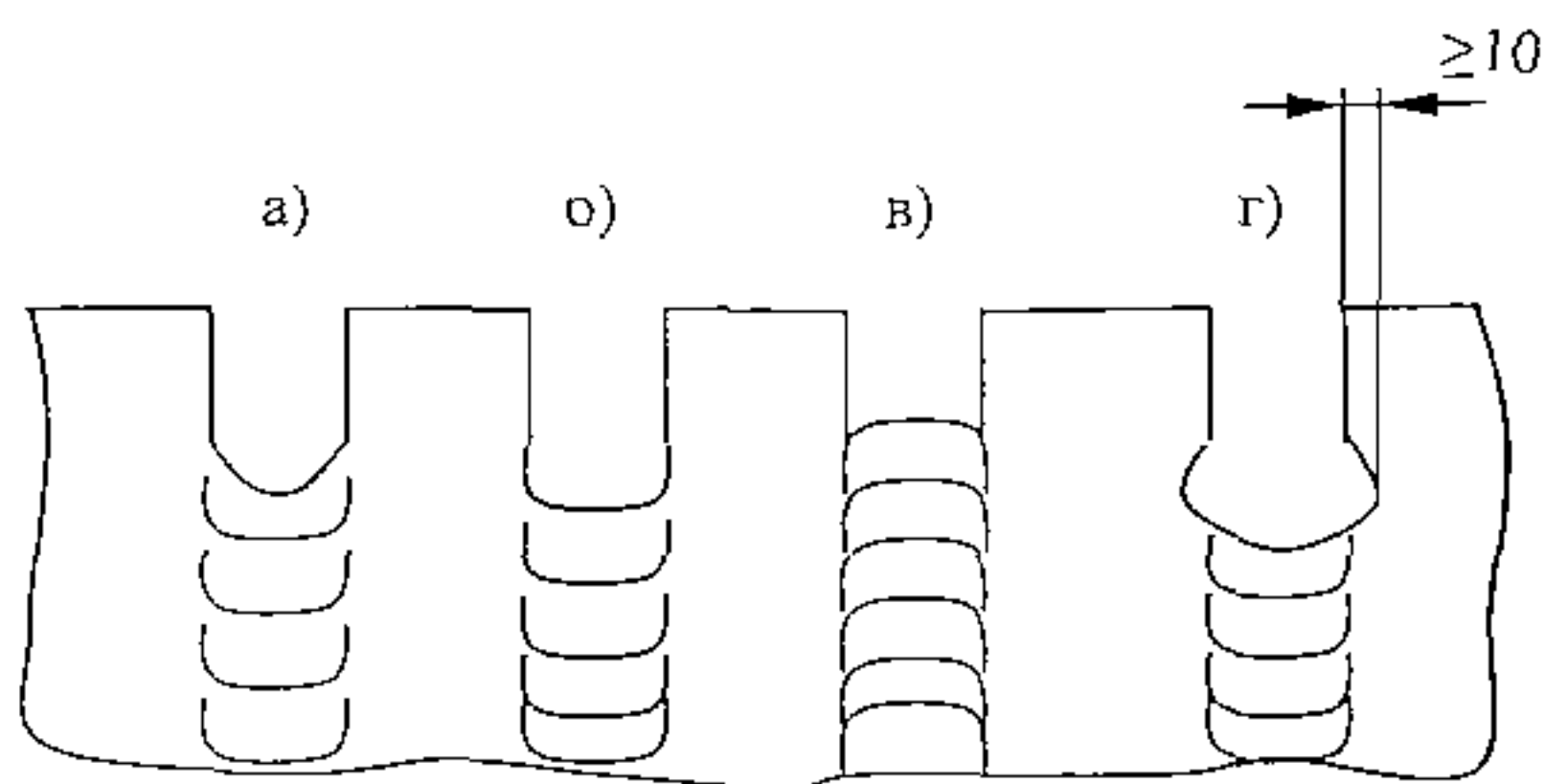


Рисунок 17 Виды формирования шва при сварке по щелевому зазору
 а) хорошее формирование
 б) в) г) – неудовлетворительное формирование

10.6.11 Верхние стоны сварного шва выпотняются 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 10.11.

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, АБС и др.

10.7.4 В качестве присадочного металла применять проволоку согласно табл. 2.

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 типовой 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°C.

10.7.9 При многослойной сварке второй и последующий швы выполнять после остывания предыдущих до температуры 60-80°C.

10.7.10 Режимы автоматической дуговой сварки под флюсом приведены в табл. 39.

Таблица 9 Режимы автоматической дуговой сварки
титановых сплавов под флюсом

Толщина сваривае- мого 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 остающемся 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 остающемся подкладке	3 0	340 360	30 32	150	50
5	На медной подкладке	3 0	370 390	30 32	150	50
6	На остающемся подкладке	3 0	380-400	30 32	162	50
6	На медной подкладке	3 0	390-420	28 30	150	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	3 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	5 0	350-400	28 30	162	50
15	То же	6 0	290 420	30 32	175	50

10.8 Электродуговая сварка

10.8.1 Электродуговую сварку производить на переменном токе промышленной частоты

10.8.2 Для электродуговой сварки титана и его сплавов применять флюс АН Т?

10.8.3 Электродуговую 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
три пластинчатых 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 электродугового 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	10 14 14 17 16 22 22 24	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 14800 и тн 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 10 113

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 σ_b сварных соединений алюминиевых сплавов должно быть не ниже σ_b основного металла

Ударная вязкость (КСУ) 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 провода по ГОСТ 7871	марка сварочной провода по ГОСТ 7871	марка сварочной провода по ГОСТ 7871	марка флюса	марка сварочной провода по ГОСТ 7871	
A99 A85 A8 A7 A6	АФ4а ОЗА 1' ЗА 1 1 (АФ1)	A99 Св A97 Св A85T	Св A97 Св A85T	Св A97 Св A8 T	АН A/ УФОР A/	Св A85T	
АД00 АД0 A5 АД1		Св A85T Св A5	Св A85T Св A5	Св A8 T Св A5			
АМц АмцС			Св АМц	Св АМц	АН A/ УФОР A/		
АМг1			Св АМг	Св АМг5			
АМг5			Св АМг5 Св АМг5 ¹⁾	Св АМг5 Св АМг5			
АМг5			Св АМг5 Св АМг6	Св АМг Св АМг6			АН A4
АМг6			Св АМг6 по ГОСТ 7871	Св АМг6			АН A4
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 6² Сварочная проволока для сварки в защитных газах
разнородных сплавов на алюминиевой основе¹

Марка свариваемых материалов	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871
A85 A8 АД0 AMц AMцС	Св AMц
A85 A8 АД0 + AMг5	Св AMг5 Св AMг6
A85 A8 АД0 + AMг5	Св AMг6
A85 A8 АД0 AMг6	Св AMг6
AMц AMцС AMг5	Св AMг5 Св AMг6
AMг2 + AMг3	Св 1557, Св AMг5 Св AMг6
AMг2 + AMг5	Св 1557, Св AMг6
AMг2 AMг6	Св 1557 Св AMг6
AMг3 + AMг5	Св AMг6
AMг3 + AMг6	Св AMг6
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 6³ Значения ударной вязкости и угла изгиба сварных соединений
алюминиевых сплавов

Марка сплава	A99 A85 A8 A7 A6 A5 АД0 АД1 AMц AMцС AMг1	AMг5	AMг5	AMг6
Угол изгиба не менее град	120	60	45	45
Ударная вязкость ДА/см ² , (кгс/см ²) не менее От 0° до плюс 150°С От минус 70° до 0°С		—	29 (29) 28 (28)	32 (32) 28 (28)

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	C1	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(0,8-2)\text{мм}^{1)}$	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(0,8-3)\text{мм}$	
Стыковое	Без скоса кромок	Двусторонний	C7	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(3-4)\text{мм}$ Ручная дуговая сварка покрытыми электродами ²⁾ $S=S_1=(4-25)\text{мм}$	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(4-20)\text{мм}$ Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(4-20)\text{мм}$	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(4-8)\text{мм}$
Стыковое	Без скоса кромок	Двусторонний	C7	Покрытыми электродами $S=S_1=(6-25)\text{мм}$	Аргондуговая двухэлектродная сварка (два плавящихся электрода) $S=S_1=(12-30)\text{мм}$ Сварка по ГОСТ 8713 $S=S_1=(8-22)\text{мм}$	
Стыковое	Без скоса кромок	Односторонний на остающейся подкладке	C5	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(0,8-12)\text{мм}$ Ручная дуговая сварка $S=S_1=(6-10)\text{мм}^{2)}$	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(0,8-12)\text{мм}$ Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(4-12)\text{мм}$	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(4-8)\text{мм}$
Стыковое	Со скосом кромок	Односторонний на съёмной подкладке	C18	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(5-30)\text{мм}^{1)}$	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(3-20)\text{мм}$ Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(12-30)\text{мм}$ Аргондуговая двухэлектродная сварка (два плавящихся электрода) $S=S_1=(30-60)\text{мм}$	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(12-30)\text{мм}$

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	C21	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (5-30)$ мм Ручная дуговая сварка $S = S_1 = (5-60)$ мм	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (5-40)$ мм Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (6-50)$ мм Аргондуговая двухэлектродная сварка (два плавящихся электродами) $S = S_1 = (30-60)$ мм	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (5-30)$ мм
Стыковое	С двумя симметричными скосами кромок	Двухсторонний	C23	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм Ручная дуговая сварка $S = S_1 = (25-60)$ мм	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (12-50)$ мм Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (20-40)$ мм Аргондуговая двухэлектродная сварка (два плавящихся электродами) $S = S_1 = (30-60)$ мм	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (12-50)$ мм
Стыковое	С двумя симметричными криволинейными кромками	Двухсторонний	C26	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (50-40)$ мм	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (30-60)$ мм Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (50-60)$ мм $S = S_1 = (100-120)$ мм Аргондуговая двухэлектродная сварка (два плавящихся электродами) $S = S_1 = (30-60)$ мм	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (30-60)$ мм $S = S_1 = (100-120)$ 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 $S=S_1=(15-12)\text{мм}$	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(15-12)\text{мм}$	Аргонотиговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(10-12)\text{мм}$
Угловое	Со скосом одной кромки	Двусторонний	У7	Аргонотиговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(5-20)\text{мм}$	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом $S=S_1=(5-20)\text{мм}$	Аргонотиговая сварка плавящимся электродом $S=S_1(>20)\text{мм}$
Угловое	Со скосом кромок	Двусторонний	У10	Аргонотиговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(12-30)\text{мм}$	Аргонотиговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(12-30)\text{мм}$	Аргонотиговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(12-30)\text{мм}$
Тавровое	Без скоса кромок	Двусторонний	Т3	Аргонотиговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(15-20)\text{мм}$ Ручная дуговая сварка $S=S_1=(15-20)\text{мм}$	Аргонотиговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(15-20)\text{мм}$ Аргонотиговая сварка плавящимся электродом	Аргонотиговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(4-20)\text{мм}$
Тавровое	Без скоса кромок	Односторонний	Т1	То же	То же	То же
Тавровое	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний	Т8 Т3 ($S>30$)	Аргонотиговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(12-60)\text{мм}$	Аргонотиговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=(12-60)\text{мм}$ Аргонотиговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(12-60)\text{мм}$ Аргонотиговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S=S_1=(50-60)\text{мм}$	Аргонотиговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=(12-60)\text{мм}$

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	H1 H2	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S, S_1 = (1 \div 20) \text{ мм}$	Аргондуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом $S, S_1 = (1 \div 20) \text{ мм}$	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S, S_1 = (1,5 \div 6) \text{ мм}$
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 осуществляется с подогревом от 150 до 350°C						

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 толщине 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°C в течение 2 мин

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

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

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

- сушка при температуре 60°C 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 криоцитом (65% флюса АФ4А и 35% криотита).

11.3.2 Допускается использовать также электроды с покрытиями ЭОЗ-А1 и ЭАЛ-1 (АФ1).

11.3.3 При толщине 12 мм и более прихватку и сварку производить с подогревом до 200-300°C.

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. 6.

Таблица 6. Режимы ручной дуговой сварки алюминия марок А99, А85, А8, А7, А6, А5, АД00, АД0, АД1

Форма подготовленных кромок	Характер внешнего 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	320-380
		12	8	350-450
		16		400-450
		20		450-550
		25		500-550
Без скоса кромок	Односторонний на остающемся 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		600-700
		45		
		50		
		60		

11.3.10 При длине шва более 500 мм рекомендуется применять обратную ступенчатый способ сварки.

11.4 Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

11.4.1 Сварочные материалы принимают согласно табл. 61-63

11.4.2 В качестве неплавящегося электрода применяют танталированные 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°C 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, °C	Продолжительность нагрева, мин
А99, А85, АД0, АД1	Любая	350	60
АМц	Любая	250	60
АМг1, АМг3	< 1	100	30
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	Кот. во слоев	Примечание
С1	1,5	1,0	1,0	5-6	60-90	1	
	2,0	3,0	2,0	5-6	80-110	1	
С7	3,0	4,0	3,0	7-8	100-130	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	Котловостоев	Примечание
C5	20 30-40 50-120	30-40 40 40-50	20-25 30 30	5-6 7-8 7-8	80-100 150-170 180-200	1 1 1-4	
C21	50-120 120-300	50 60 80	40-50 60-80	10-12 12-14 12-14	180-220 240-260 400-450	2-10 2-5	Количество слоев изменяется в зависимости от толщины изделия
C25	50-120	50 60	40-50	10-12 12-14	180-220 240-260	2-10	То же
	120-300	80	60-80	12-14	400-450	2-5	
T3-T1	15-200	50-60	40	8-10	180-260	1-5	Количество слоев изменяется в зависимости от толщины изделия и катета шва
H1-H2	15-200	40 50 60	30-50	8-10 10-12 12-14	140-150 180-220 220-260	1-5	То же

11.5 Автоматическая сварка по ф 11.4

11.5.1 Автоматической сваркой целесообразно сваривать

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

котельные 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 А1 и УФОК А1 приведены в табл. 68

Таблица 68 Состав флюсов %

Компоненты	Марка флюса	
	АН 41	УФОР А1 по ТУ 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°C в течение 1,5-2 ч,
- измельчения их до размера 1 > 2,0 мм в поперечнике,
- просев через сито с 16 отв/см²,
- взвешивания согласно рецептуре (см. табл. 68)
- перемешивания
- расплавления (в шигле из окалиностойкой стали или графита) при 750-800°C с выдержкой при этой температуре в течение 10 мин
- разлива флюса для остывания на противень высотой стоя не более 10-15 мм,
- измельчения флюса до размеров 0,2-1,0 мм
- просушки флюса при температуре 200-250°C

11.5.5 Допускается использование механической смеси компонентов флюсов или керамических флюсов

11.5.6 Сборку выполнять с минимальными зазорами (0,05 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°C

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

11.5.9 Во избежание прилипания брызг при сварке поверхность швов по обе стороны шва покрывают шловым 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 швом

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 55 мм сваривается в один стое 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 Рекомендемые 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	1,2-1,4	170-180	28-30	25-26	24-26	6-10
8	1	1,4-1,6	190-210	30-32	20-22	24-26	8-10
10	1	1,6-2,0	220-280	2-36	18-22	26-28	8-12
	2	1,6	300-320	32-34	16-18	26-30	8-10
12	1	2,5-2,7	350-370	38-40	16-18	32-34	10-12
	2	1,6-1,8	320-340	32-4	16-18	30-32	10-12
16	1	2,8-3,0	400-450	38-42	14-16	40-44	12-14
	2	2,0-2,2	400-450	36-38	16-18	38-40	10-12
18	1	3,0-3,2	450-480	38-42	14-16	40-44	12-14
20	2	2,5-2,5	470-500	36-40	14-16	46-50	12-14
25	1	3,0-3,2	450-480	38-42	12-14	46-50	12-14
35	1	3,0-3,2	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. 61-67

11.6.2 Для сварки применяют аргон по ГОСТ 10157, газовые смеси, приведенные табл. 70

Таблица 70 Рекомендемые 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 50% 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 шва и увеличивает скорость сварки

11 6 3 Проволоку и свариваемый металл очищают способами указанными в п 11 2 2

11 6 4 Прихватку 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°C

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 крагера

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 по флюсу

11 7 1 Для двухэлектродной сварки алюминия применяют неплавящийся флюс АН 11 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 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 I 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) полукрытой дугой

11 7 9 Двухдуговая сварка аппарата выполняется в следующей последовательности:

- сварка продольных стыков обечаек с внутренней стороны с пневматическим флюсоподжигом (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	Кол-во стоев	Примечание
C7	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
C5	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	
C18	15	2 0	1 и стоев 240 280 2 и стоев 320 340	20 25	23 25	24 28	220 250 290 310	2	
C18	20	2 0	1 и стоев 360 380 2 и стоев 400-420	16 18	28 30	28 35	350 360 370 390	2	
C25	20	2 0	1 и стоев 360 380 2 и стоев 400-420	16 18	28 30	28 35	350 360 370 390	2	Первый стоев выполнять на подкладке. Корень шва перед сваркой с обратной стороны подрезать
	25	2 0	1 и стоев 360 380 2 и стоев 400-430	14 16	28 30	28 35	330 360 370 390	2	
C25	30	2 0	1 и стоев 360 380 Последующие стоев 400-430	14 16	28 30	28 35	330 360 370 390	4	Первый стоев выполнять на подкладке. Корень шва перед сваркой с обратной стороны подрезать
C26	36	2 0	1 и стоев 360 380 Последующие стоев 400-430	14 16	28 30	28 35	350 360 370 390	6	Первый стоев 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	Кот во слоев	Примечание
C7	10	2 0	00 з70	260 290	28 29	12 14	2	Сварку первого стоя выполняют на подкладке во избежание прожогов. Перед сваркой зачистить шов с обратной стороны.
Cз	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	
C18	10 15 20	2 0	з00 з70	260 290	28 29	12 14	1 3 4 (подварка с обратной стороны)	
C2з	1з 20	2 0 2 0	з00 з70 з00 з70	260 290 260 290	28 29 28 29	12 14 12 14	4 4	Первый стоя выполнять на подкладке. Корень шва перед сваркой с обратной стороны зачистить.
C 6	з0 з6	2 0 2 0	з00 з70 з00 з70	260 290 260 290	28 29 28 29	14 16 14 16	10 12	Первый стоя выполнять на подкладке. Сварка рекомендуется с подогревом.
Tз	10	2 0	з00 з70	260 290	28 9	12 14	1 с каждой стороны	Δ з 6 мм (катет шва)
T8	20	2 0	300 370	260 290	28 29	14 16	6 7 с каждой стороны	Δ = 8 15 мм (катет шва)
	з0						12 15 с каждой стороны	Δ 10 20 мм (катет шва) рекомендуется подогрев
	з6	2 0	з00 з70	260 290	28 29	14 16	18 22 с каждой стороны	Δ 15 30 мм (катет шва) рекомендуется подогрев
H1 H2	10	2 0	з00 320	260 290	28 29	12 14	1	Для толщины з0 з6 мм рекомендуется подогрев
	20					14 16	6	
	з0 з6						12 1з 18 20	

11 7 10 Сварку котельных 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 11.

11 8 2 Для выполнения прихваток и плазменной сварки применяют проволоку Св А8-Т 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 А8-Т. Допускается выполнять прихватки плазменной дугой с применением той же присадочной проволоки.

11 8 6 Размеры прихваток и расстояние между ними выполняются 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	300-400	60-70

11 8 7 При сборке соединений с толщиной металла более 6 мм места прихваток в случае аргонодуговой сварки необходимо подогревать газовым пламенем до температуры 200-250°C. Контроль температуры подогрева осуществляется термометрами ОПИР 09 или термокарандашами.

11 8 8 Прихватки перед сваркой зачищаются.

11 8 9 Плазменная сварка осуществляется дугой обратной полярности: горящий электрод (анод) 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	4	180-200	28-32	6	6-8	C5
8		220-240	32-34	7	7-9	C5
10	5	230-250	33-36	7	8-10	C5
12	5	230-250	33-36	7	8-10	C5
14	6	240-270	34-36	7	8-9	C17
16	6	270-300	34-37	8	9-9	C17
18	6	320-350	35-38	8	8-11	C21
20	6	340-380	36-40	8	9-12	C21
	6	370-410	38-41	8	10-14	C21

Таблица 75 Режимы автоматической плазменной сварки

Свариваемая толщина мм	Сварочный ток А	Скорость				Диаметр формирующего сопла, мм
		сварки м/ч	подачи проволоки диаметра 3,0 мм м/ч	для защиты	плазмобор- зующего	
6	340-350	160-180	60-65	14-16	1-1,0	4
8	350-365	170-190	60-65	16-18	1-1,4	4
10	370-390	80-100	80-90	18-20	1-1,8	5
12	400-415	70-80	90-100	20-22	1-2,0	5
14	420-435	65-70	90-105	22-24	1-2,0	6
16	440-455	58-65	100-110	24-26	1-2,0	8
18	450-465	55-60	110-120	26-28	1-2,0	8
20	470-480	50-55	120-130	26-28	1-2,0	10

ПРИМЕЧАНИЕ Расстояние от торца плазмотрона до изделия должно устанавливаться в пределах 12-22 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 прокатка 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 поглощаются перекрытием 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°C в зависимости от толщины свариваемого изделия и способа сварки.

12.1.7 При сварке элементов изделия 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 обеспыливанием 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 и 17) 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 0,5М-3 АНЦ 0,5М-4	ТУ 14-4 644 ТУ 14-4 1270 ТУ 14-4 1270

12.2.3 Прихватку 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	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

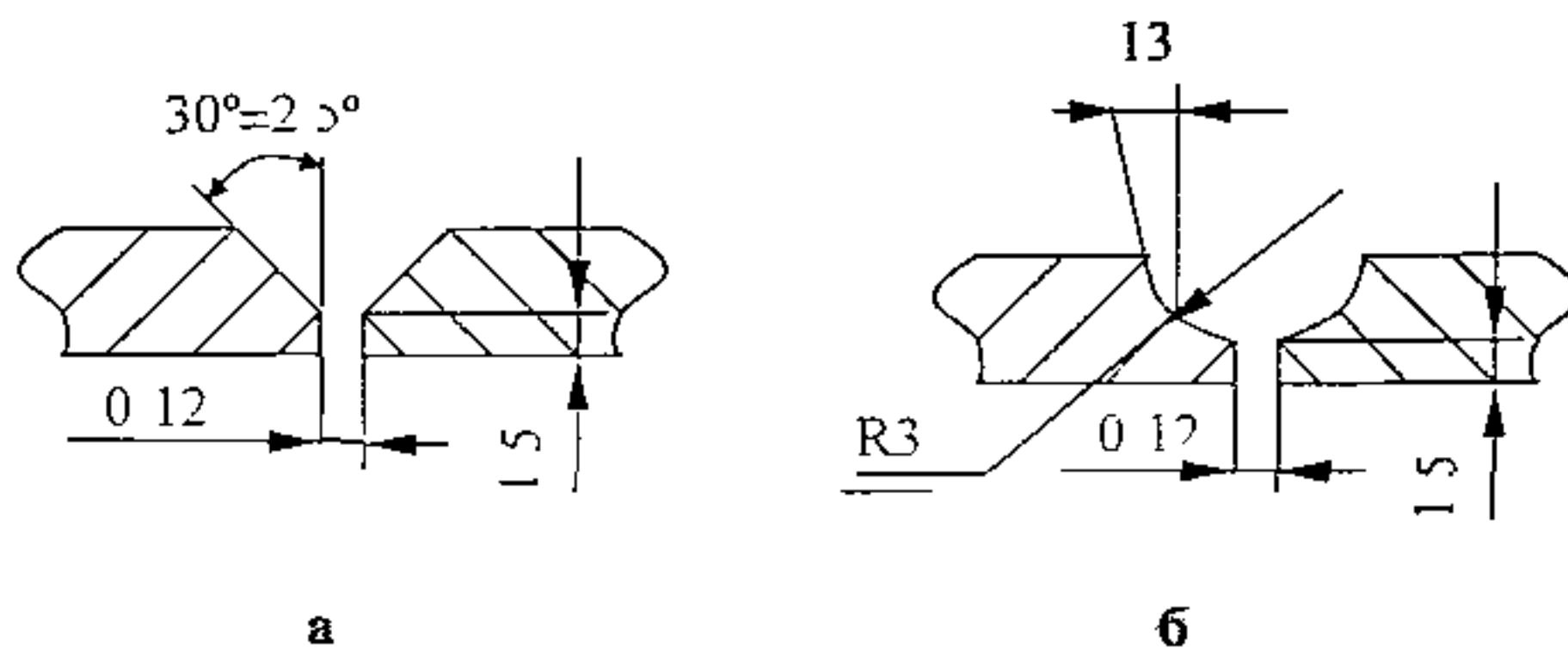
12.3.1 Кромки подготавливаются к сварке механическим способом. При толщине свариваемого металла до 10 мм - раздтка со скосом двух кромок, свыше 10 мм - с криволинейным скосом двух кромок (рисунок 18)

12.3.2 В качестве электродов используют графитовые или угольные осесимметричные 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 содержание следующих вредных примесей (%): Fe > 0,6 Sb ≥ 0,1 Pb > 0,1



а при S до 10 мм

б – при $S > 10$ мм

Рисунок 18 Форма поперечного сечения кромок свариваемых деталей

12.3.6 Для обеспечения хорошего сплавления присадочного металла с основным необходимо пользоваться флюсом БЛ 3 следующего состава

Компоненты	Содержание %
Натрий хлористый по ГОСТ 4253	12,5
Калий хлористый по ГОСТ 4254	50,0
Криолит по ГОСТ 10561	35,0
Уголь древесный	2,5

12.3.7 Флюс в виде тонкоизмельченной смеси наносят на стержни путем напыления

12.3.8 Перед напылением стержни окунают в жидкое натриевое стекло ($\rho = 130135$)

12.3.9 Напыленные стержни сушат при комнатной температуре в течение 2 ч

12.3.10 Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности по режимам приведенным в табл. 78

12.3.11 Сварку выпотняют справа налево

12.3.12 Угол наклона присадочного стержня необходимо поддерживать равным $15-20^\circ$. Не допускать колебательных движений присадочного стержня

12.3.13 Дугу следует возводить 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 электроде 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 и меди БрКМц3-1, БрОЦ 4-3 по ГОСТ 16130. В случае отсутствия специальных требований допускается применение проволоки МНЖКТ 5-1-0 2 0 2. Если при сварке высокоцинковых латуней требуется иметь максимальное содержание цинка в металле шва, то применяют проволоку 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 танталированный 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 5-6 мм необходимо проводить с предварительным подогревом 200-300°C, а толщиной – свыше 8 мм с предварительным и сопутствующим подогревом 300-500°C.

12.4.13 Стыковые швы необходимо заваривать в нижнем или близком к нему положении шва.

12.4.14 Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки стыковых соединений меди представлены в табл. 79.

12.4.15 Ориентировочные режимы сварки без разделки кромок в азоте и гелии приведены в табл. 80.

12.4.16 Режимы сварки титани можно выбрать 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 титани для тех же толщи и величины сварочного тока меньше примерно в 1,5 раза по сравнению со сваркой меди.

Таблица 79. Рекомендываемые режимы ручной аргонодуговой сварки стыковых соединений меди неплавящимся электродом.

Толщина мм	Разлетка кромки	Число проходов	Проходы	Диаметр присадочного прутка, мм	Сила сварочного тока А	Расход аргона л/мин
1 0	Без скоса кромки	1		1 2	40 100	4 5
1 5		1		2 0	50 120	4 5
2 0		1		2 0	110 140	4 5
3 0		1		3 0	170 220	5 6
4 0		2		3 0	200 250	5 6
5 0	Со скосом кромки	2	1	4 0	300 350	5 6
6 0		3	1	3 0	300 350	6 7
			2	4 0	300 350	6 7
			подварочный шов	4,0	300 350	6 7
10 0		4	1	3 0	300 350	7 8
			2	5 0	300 350	7 8
			3	6 0	300-400	7 8
			подварочный шов	5 0	300 350	7 8
12 0		5	1	5 0	250 300	8 10
			2	5,0	300-400	8 10
			3	6 0	350-450	8 10
			4	6 0	350-450	8 10
			подварочный шов	5 0	300 350	8 10
20		6	1 и 2	3 0	300-400	10 12
			3 и 4	5 0	300-450	10 12
			5 и 6	6 0	300 350	10 12
25		8	1 и 2	5 0	300-400	12 14
			3 и 4	5 0	350-450	12 14
			5 и 6	6 0	400 550	12 14
	7 и 8		6 0	450 600	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	гелий
8 0 10 0	6	4	210 250	8 12	гелий
12 0	6	5	250 300	8 12	гелий

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°C толщиной свыше 8 мм с предварительным и сопутствующим подогревом 300 500 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 9793 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
Al-P M-P M-P	МНЖКТ 2 1 0 2 0 2 BrKMy 1	ГОСТ 16130 ГОСТ 5222	Азот аргон азот гелий азот	ГОСТ 9295 ГОСТ 10157 ГОСТ 9295 ТУ 51 940

Таблица 83 Режимы полуавтоматической сварки тонкой меди плавящимся электродом в среде азота

Толщина свариваемого металла мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Витет электрода мм	Напряжение на дуге В	Сварочный ток А	Ориенти ровочная скорость сварки м/ч	Расход защитного газа л/мин
1,5	0,8	10 11	24 25	150 140	18 20	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	
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 навесом или по продвинутому плавящимся электродом без присадочного материала						

12.6 Автоматическая сварка под флюсом

12.6.1 Автоматическую сварку меди и титана 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 33 и АНФ 3 следующего состава %

Флюс МАТИ 33		Флюс АНФ 3	
Флюс ОСЦ 45	- 77,0	Концентрат плавиковый по ГОСТ 4421	75
Кислота борная по ГОСТ 9356	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 33.

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 крошками, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В
6	0,5-1,0	4	204	27	450-550	30-32
8	1,0-2,0	4	21	25	600-650	28-30
10	2,0-3,0	4	282	25	700-800	26-28
40	2,0-3,0	6		24	1000-1100	24-26
50	2,0-3,0	6		15	1000-1100	24-26
60	2,0-3,0	6		15	1100-1200	24-26
70	2,0-3,0	6		15	1200-1300	24-26
80	2,0-3,0	6		15	1300-1400	24-26

12.7 Газовая сварка титана Т63

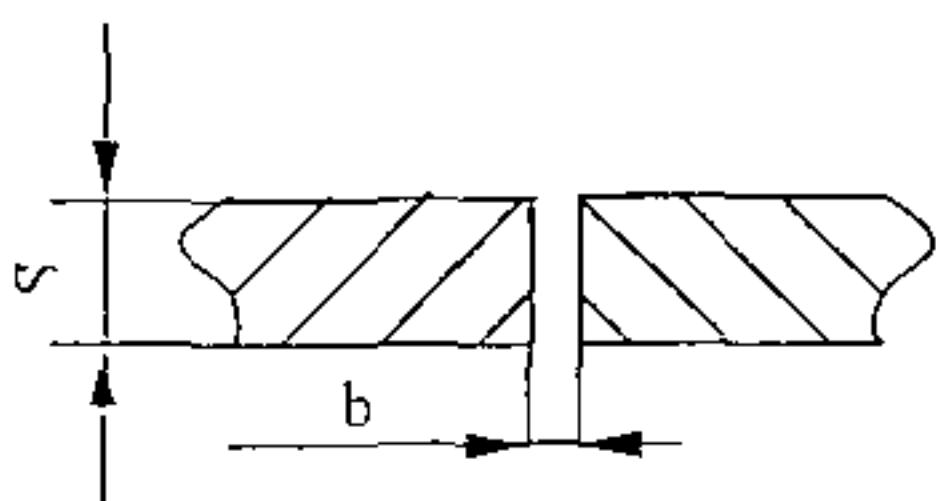
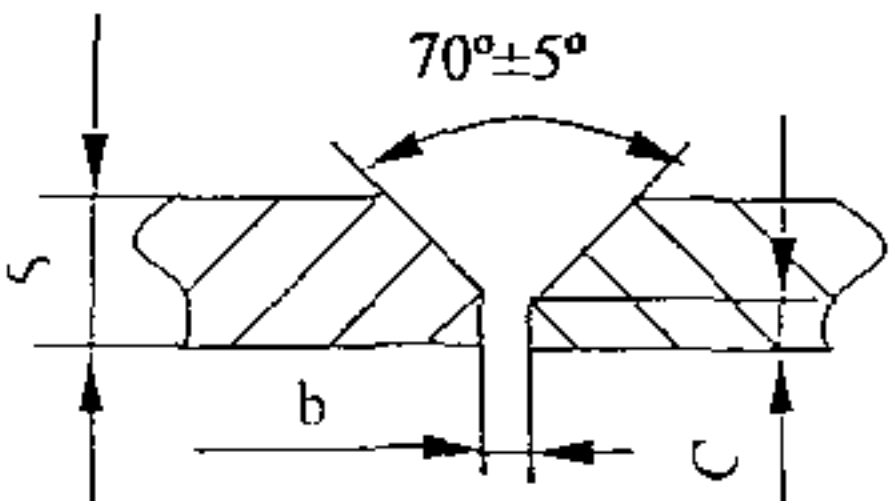
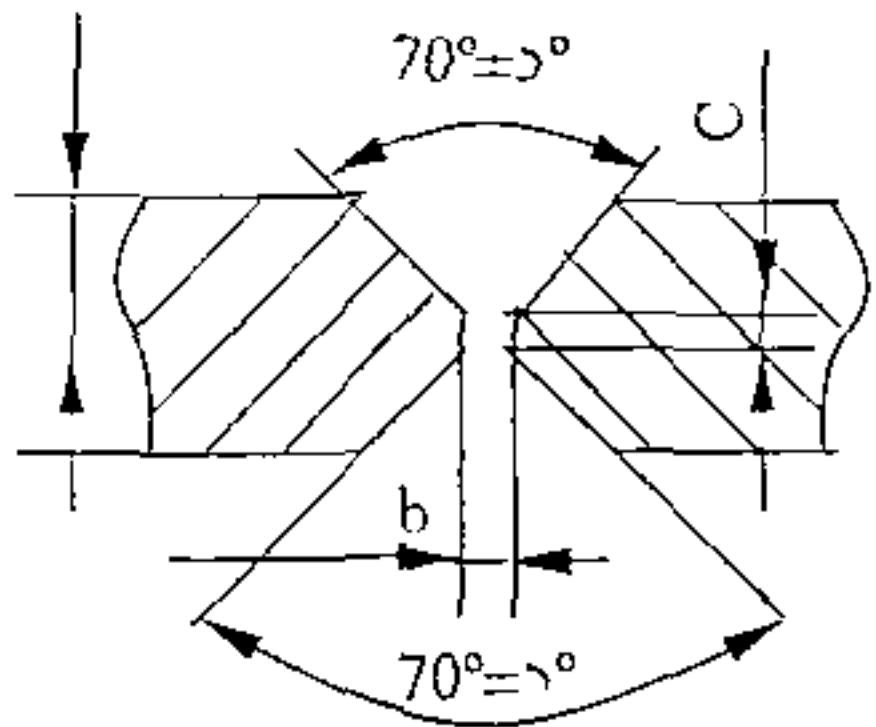
12.7.1 Кромки готовят механическим способом согласно табл. 85.

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 бурю ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), 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. 86.

Таблица 85 Подготовка кромок к сварке

Толщина металла мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление С мм	Зона 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 — газовый

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 кромок 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 титана Ц63

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 титаном неплавящимся электродом

12.8.1 Для сварки меди с титаном (Л63) применять присадочную проволоку МНЖКТ-100202 по ГОСТ 16150

12.8.2 Детали толщиной свыше 4 мм перед выполнением прихваток необходимо прогреть в печи или газовыми горелками до 200-300°C (пламя горелок – нормальное)

12.8.3 Ориентировочные режимы сварки представлены в табл. 87

Таблица 87 Рекомендуемые режимы ручной аргонодуговой сварки меди с титаном 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 НН2, НН1А, НН1А-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;
- запотенением инертным газом внутреннего объема изделия;
- сваркой в специальных камерах с защитной атмосферой;
- сваркой на остающемся подкладке из той же марки, что и основной металл.

13.1.4 Возбуждение дуги производить только на поверхности свариваемых кромок в раздетке 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 шов накладывать после остывания предыдущего до температуры 100°C

швы, обращенные к агрессивной среде, заваривать в последнюю очередь, ограничивая 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 танталированные 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
НМцАТК 1 0 1 5 2 5 0 15	ТУ 48 21 284	0 10	1 0 1 5	0 1 0 2	2 0 3 0	1 1 1 8	0 1 5	0 1	0 0 1	0 0 2	
НмцАТ 5 0 1 5 0 6	ТУ 48 21 284	0 10	2 5 3 3	0 2	0 3 0 6	1 1 1 8	0 1 5	0 1	0 0 1	0 0 1	

13 4 5 Вольфрамовые электроды необходимо затачивать на конус на длину равную 5 6 диаметров электрода

13 4 6 Перед началом сварки газовые магистрали должны быть продуты инертным газом в течение 15 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 25 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 15 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 многостопной 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 присадочным металлом 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 выпотренных 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 2 ПБ 10 115 Сварку выпотнять первый слой (корневой) проволокой диаметром 2 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

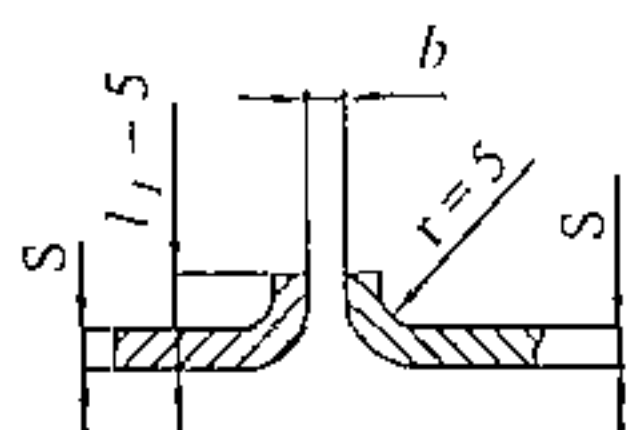
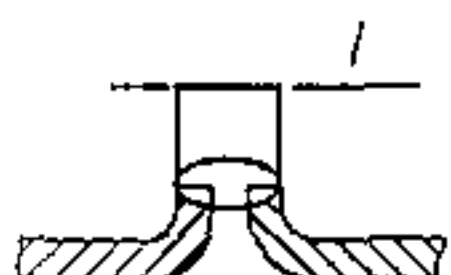
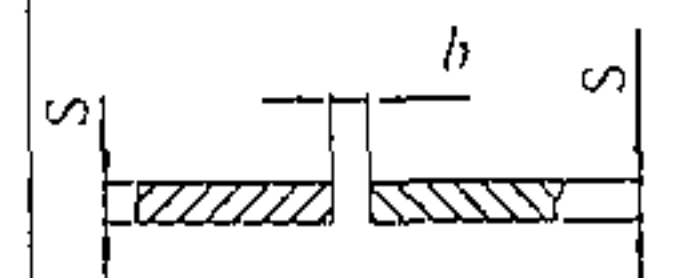
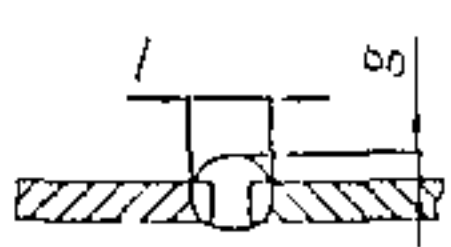
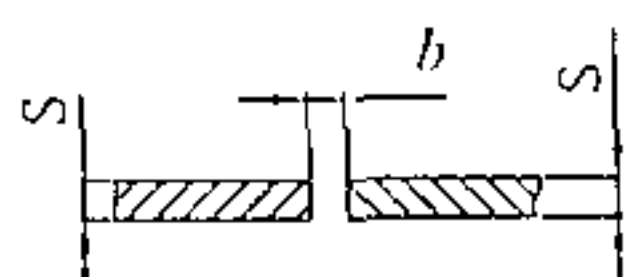
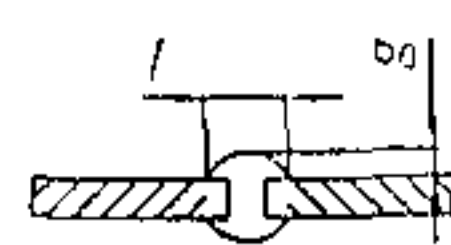
13 5 2 Для сварки конструкции из никеля в композиции с углеродистыми сталями следует применять электроды ЭА 595/9 и ОЗЛ 6 (ГОСТ 9466 и ГОСТ 10052) а также в композиции с нержавеющей сталями для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом применять проволоку марки ХН65МВУ (ЭП760) по ТУ 14 1 4727

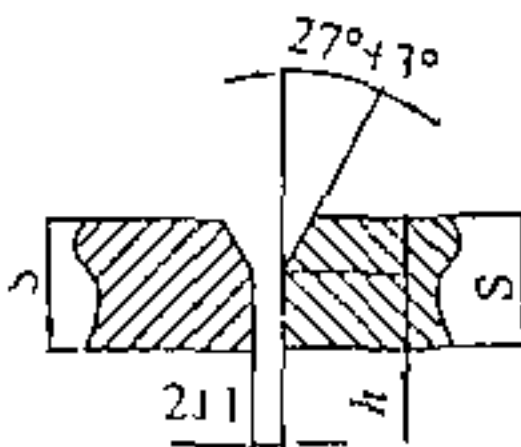
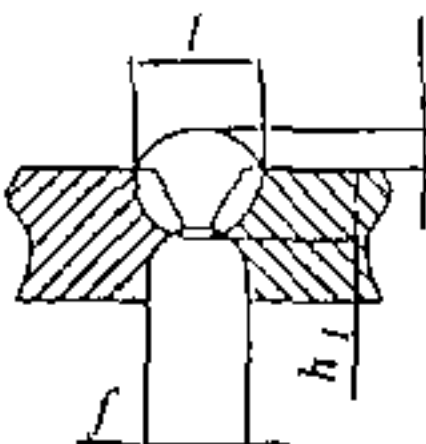
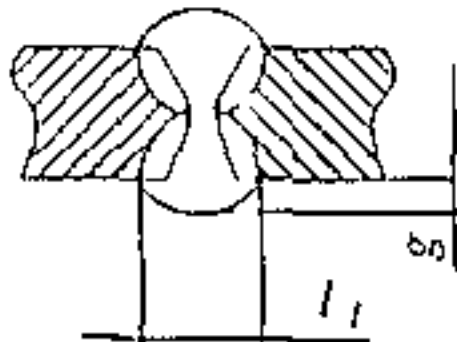
13 5 3 Сварку выпотнять на постоянном токе обратной полярности возможно короткой дугой

Повторное возбуждение дуги должно производиться в стыке на расстоянии 20 30 мм от кратера шва

13 5 4 Вывод сварочных кратеров на основной металл не допускается

Размеры мм

Условное обозначение (тип) шва	Конструктивные элементы		S S	b		l		g		Диаметр электрода мм	Режимы сварки		
	подготовки кромок	выполненного шва		но мин	пред откл	но мин	пред откл	но мин	пред откл		Сварочный ток А	Номер электродов	Расход аргона л/с
Сн1			1,2	0	0,5	2,5			2,0	30-100	1	0,16-0,20	
			3-6		+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								60-80		
			2,0	1	+1,0	6	+2	1,5	+1,0	1,5	90-100		0,16-0,20
			3-4								120-140		0,20-0,23
Сн4			2,0	2	+1,0	5	+1,2	1,5	+1,0	1,5	30-100	2	0,16-0,20
			3-4								100-140		0,20-0,23

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры, мм								Режимы сварки							
	подготовка кромки	внешний вид шва	S = S	h	h _f	f	l	l _f	g		Диаметр электрода, мм	Сварочный ток А	Номер слоя в шве	Решение проектир. л/с				
							не более		номинал	предоткл								
Сп21			4-6	3-5			17		0,5	110 0,5	3	180-200	1 (2) и последующие	0,20-0,25				
			6-8	5-6	2-3	4-5	19	10						0,20-0,26				
			8-10	6-8	3-4	6-7	22	1		20 0,5								
			10-12	8-10	4-5	6-8	25	13										
									0,5	20 0,5	4	200-250		0,23-0,26				

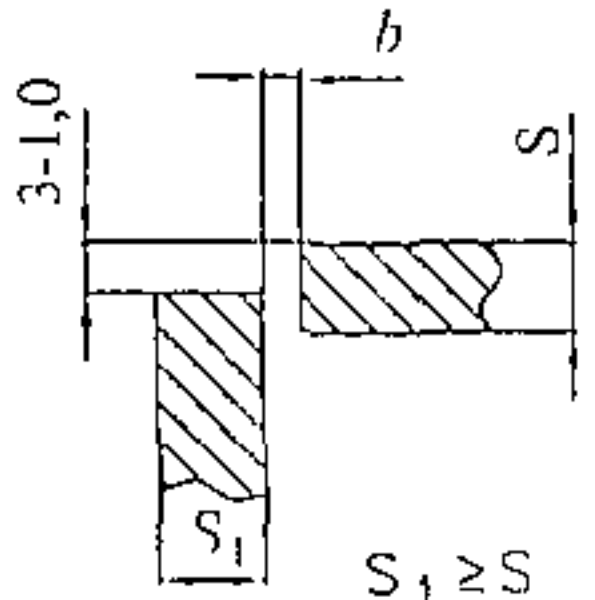
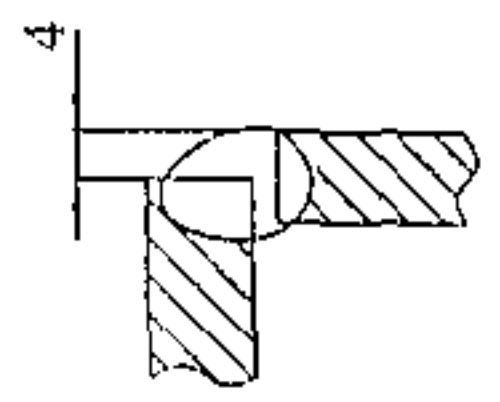
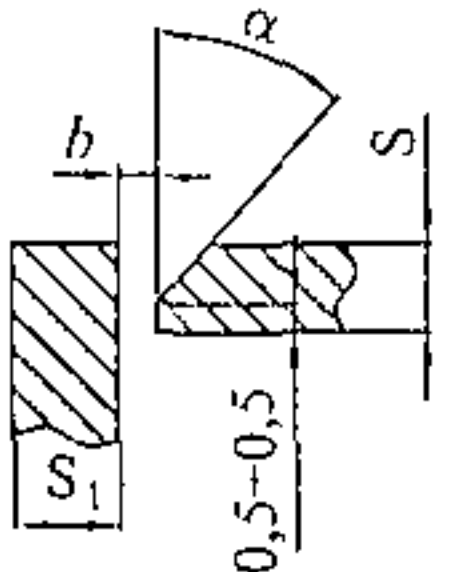
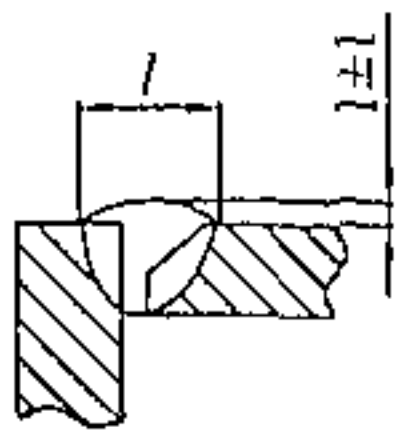
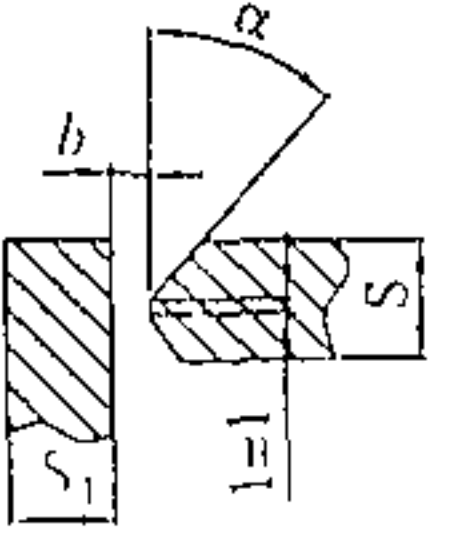
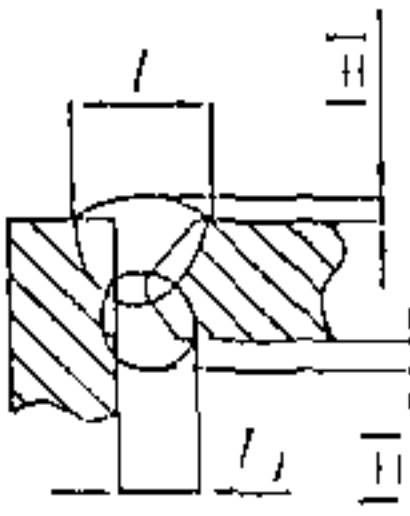
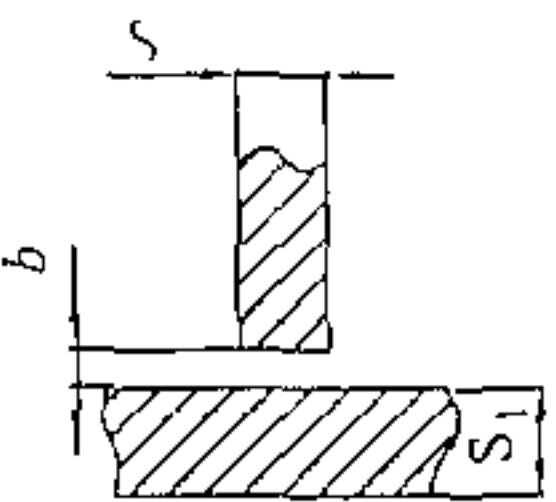
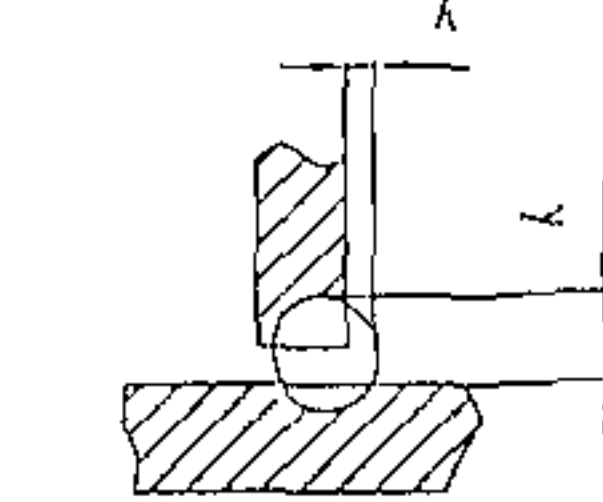
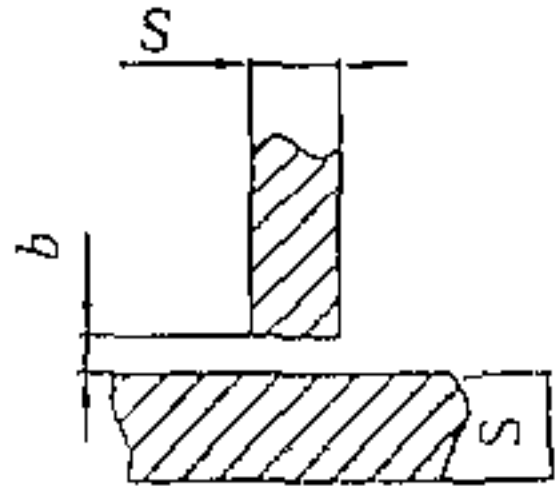
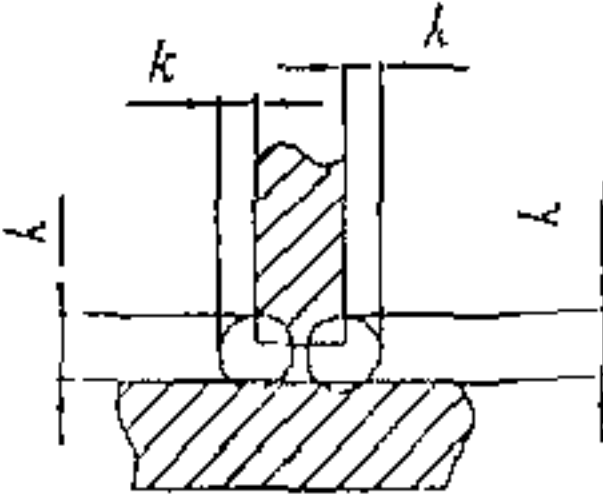
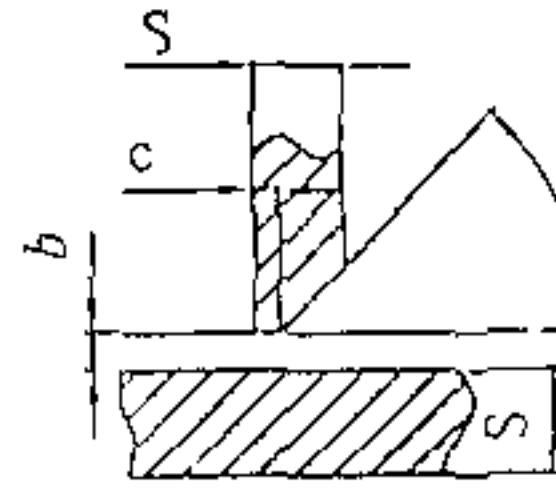
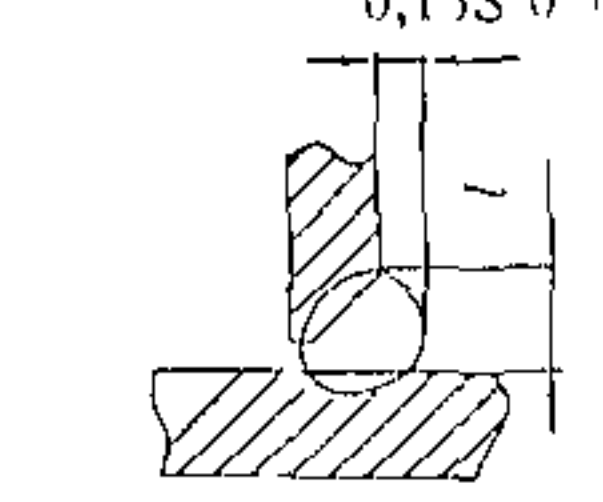
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Соеб сварки	Размер, мм							
	подготовки крайков	выполненного шва		S	b		l		l ₁		α пред откл ±2
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	
У1н			ШШ	От 6,0 до 10,0	0,5	+0,5	-	-	-	-	
У2н					1,0	-	18	-	-	-	
				Св 10,0 до 20,0	2,0	+1,0	22	12,0	-	-	50
У3н			ШШ	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 крайков	выполненного шва		S S	b		c		l		α град пред откл ±2°	
					номина	пред откл	номина	пред откл	номина	пред откл		
Т1н			III	От 2,0 до 3,0	11,0	0						
	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	50	
				Св 4,0 до 8,0					10			
				Св 8,0 до 14,0					16	±2,0		
				Св 14,0 до 16,0					18			

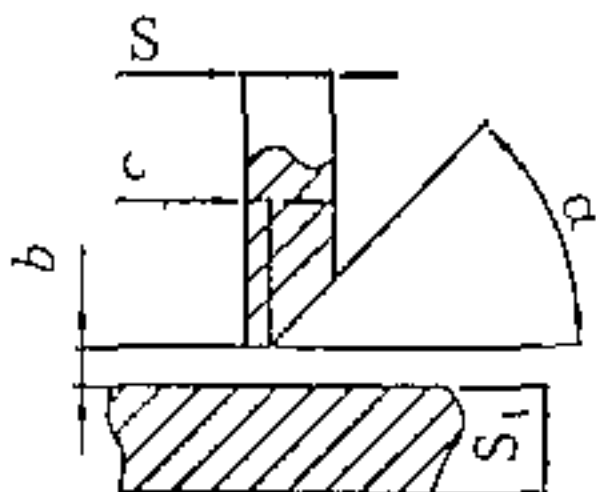
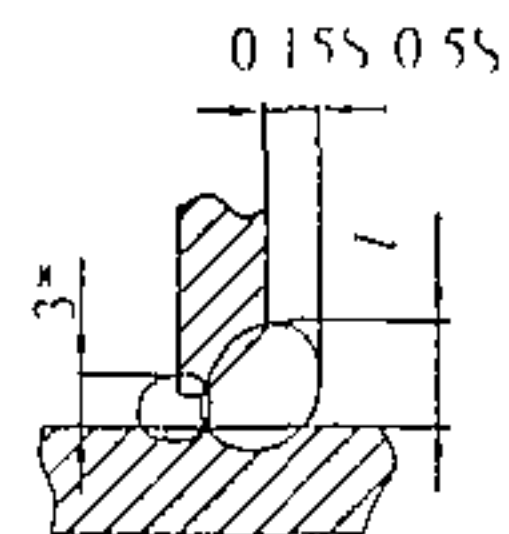
Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Размеры, мм							
	подготовки крайков	выполнено о шва		S S ₁	b		c		l		α при пред откл ±2°
					номина	пред откл	номина	пред откл	номина	пред откл	
ТЗп			ИНп	От 30 до 10	0	±10	0.5	±0.5	7	±10	50
				Св 40 до 50					10		
				Св 80 до 140					16		
				Св 140 до 200					18		

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/см ² , не менее	
ОЗЛ 32 (НМцАТК1 0 1 5 2 5 0 15) ТУ 14-4 786 (ВНИИПТХИММАШ СОЗ)	450	300	25	380	120	150	Для сварки конструкций работающих в агрессивных средах и под давлением
П 2НЧ НП2 ВНИИПТХИММАШ	30		10	350	60	150	Для ремонта сварных швов
НС 1НП2 Пермский политехнический институт				410	120	180	Для сварки и ремонта конструкций работающих без давления с температурой стенки не более 100 С в растворах щелочей
НР 1 НП2 Пермский политехнический институт				380	90	120	

13.5.5 Сварку следует производить 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 сквозных 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	0,02			0,005	0,006	осн

Таблица 95 Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля без скоса кромок

Размерт мм

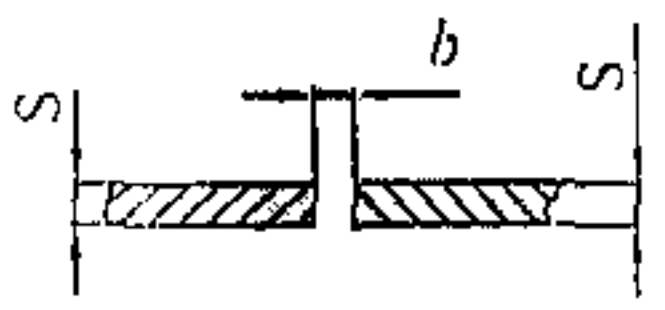
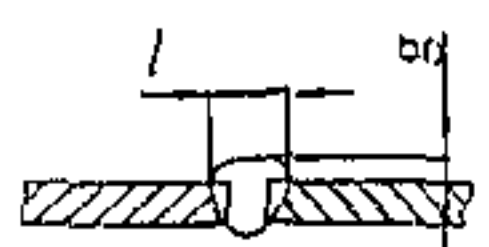
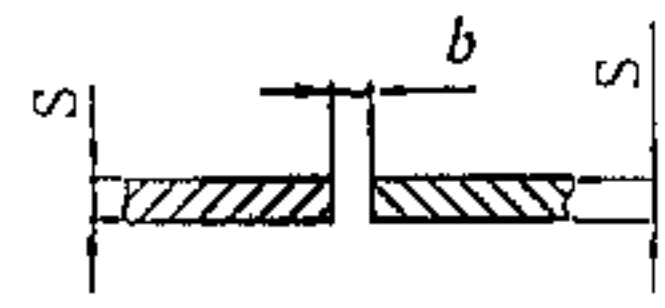
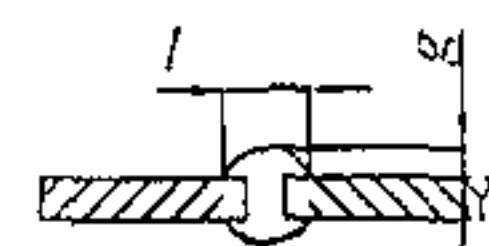
Условное обозначение (нп) шва	Контроль качества		S, S ₁	l		l		p		Режимы сварки		
	подготовки кромок	выполнения шва		н мин	пре откл	н мин	пре откл	н мин	пре откл	Диаметр электрода мм	Сварочный ток А	Номер электрода
Сп2			3	1		7	±1	1,5	±1	3	120-140	1
			4						±1			
Сп3			3,5		1,1	8	1/2	1,5	±1	4	150-180	1,2

Таблица 96 Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок

Размеры мм

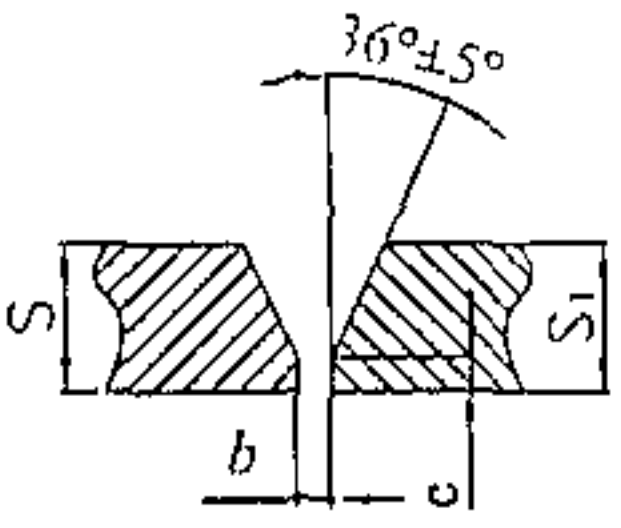
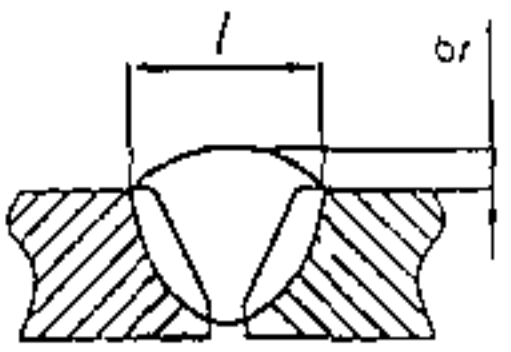
Условное обозначение (тип) шва	Конструктивные элементы		s, s_1	c, b		l не более	α		Режимы сварки		
	подготовки кромок	нормы изготовления		номина	предотв		номина	предотв	Диаметр электрода мм	Сварочный ток А	Порядок слоев
Сп15			3-5			12			3	120-140	1 и последующий
				1	11			±1,5 0,5			
			6-8			18	0,5		1	150-180	2 и последующий
									3	120-140	1
			10-12	2	±1 2	25		±2 0,5	4	150-180	2 и последующий
									3	120-140	1
			14-16			31			4	150-180	2 и последующий
				2	±1 2		0,5	±2 0,5	3	120-140	1
			18-20			38			4	150-180	2 и последующий

Таблица 97 Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений со скосом двух кромок с поваркой корня шва
Размеры мм

Условное обозначение (тип) шва	Конструктивные элементы		S S ₁	c b		l	l ₁	Δ		Режимы сварки		
	подготовки кромок	выполненного шва		номинал	предоткл	не более	предоткл 12 1	номинал	предоткл	Диаметр электрода мм	Сварочный ток А	Последовательность слоев в шве
Сн18			3 5			12				3	120 140	1 и последующий 1 и подварочный
			6 8	1	11	18	8	1 5	1 5 0 5	4	150 180	2 и последующий
			10 12	2	12 2	25				3	120 140	1 и подварочный
										4	150 180	2 и последующий
			14 16			31	10			3	120 140	1
										4	150 180	2 и последующий
			18 20	2	12 2	38		0 5	+2 0 5	3	120 140	1
										4	150 180	2 и последующий

Таблица 98 Ручная дуговая сварка плавящим электродом стыковых соединений никеля с двумя симметричными скосами двух кромок

Размеры мм

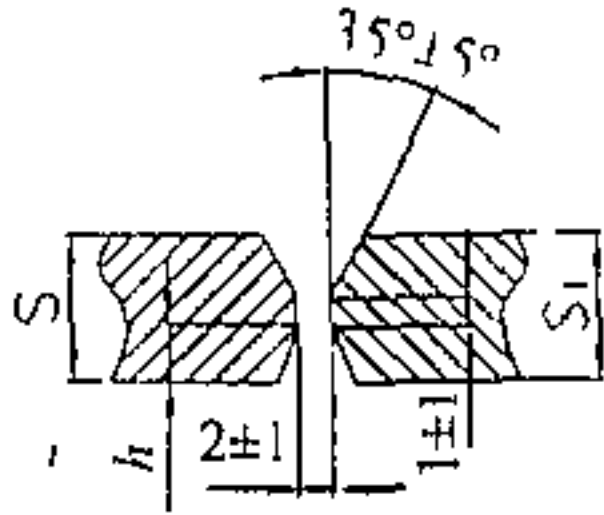
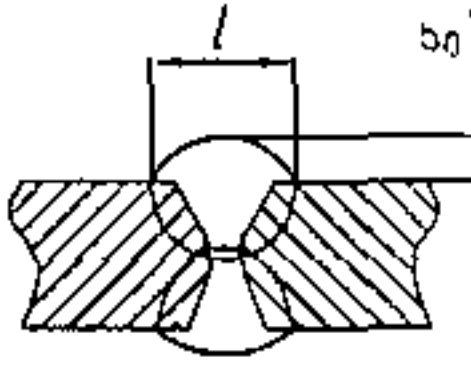
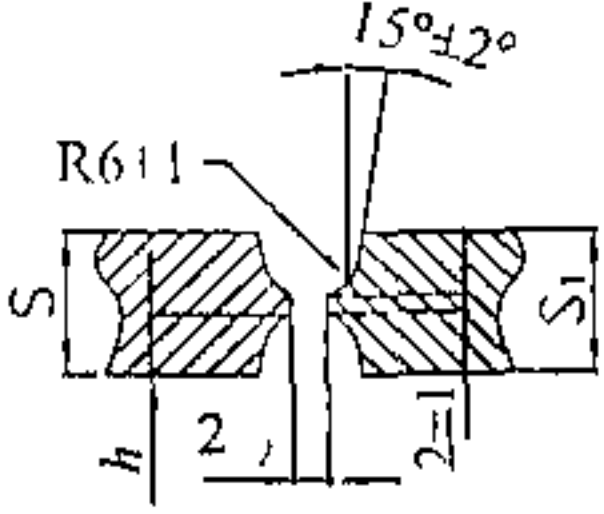
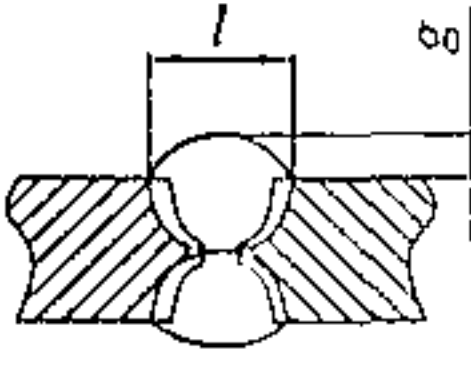
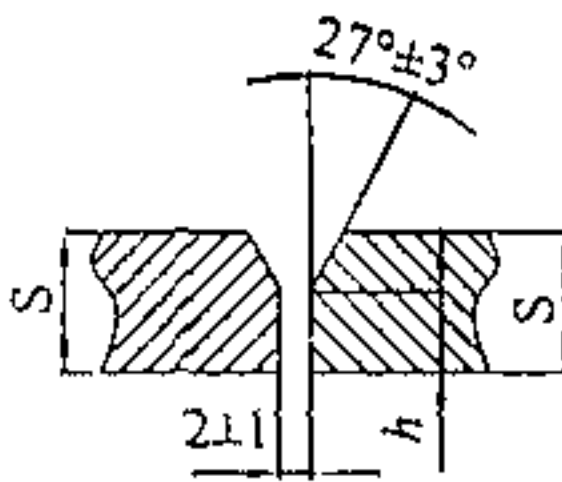
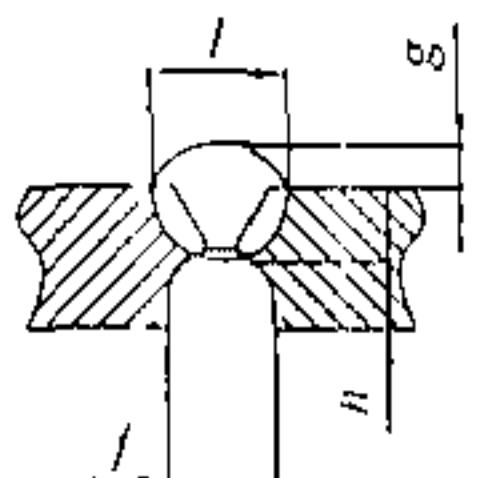
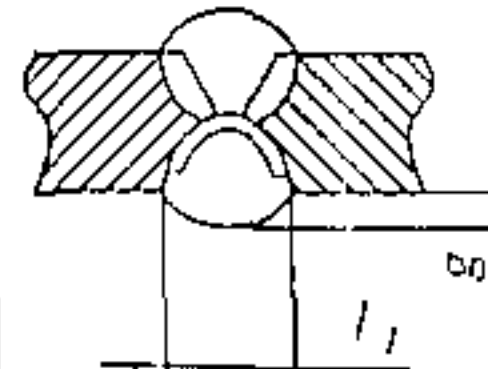
Условное обозначение (тип) шва	Конструктивные элементы		S, S_1	h	l ис. б. лисс	Режимы сварки				
	подготовки кромок	исполненного шва				номинал	пред. откл.	Диаметр электрода мм	Сварочный ток А	Номер слоя в шве
Сн21			12-14	5-7	19	0,5	12,0 0,5	3 4	120-140 150-180	1 2 и последующий
			16-18	7-8	22			3 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		13,0 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	30			3 4	120-140 150-180	1 2 и последующий
			38-40	17-18	29		12,5 0,5	3 4	120-140 150-180	1 2 и последующий

Таблица 99 Ручная дуговая сварка плавящим электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с последующей строжкой

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры мм								Режимы сварки			
	подготовки кромки	выполнения шва	S	S ₁	h	h ₁	f	l	l ₁	g		Диаметр электрода мм	Сварочный ток, А	Номер слоя в шве
								не более		по мин	пред откл			
Сн25		 	6-10		6-7	4-5	6-8	22	13		+1,0 -0,5	3	120-140	1-2 подварочный
			12-14		8-10	6-7	8-10	24				4	150-180	1 и последующий
			16-18		11-13	7-8			15	0,5	+2,0		130-170	1 и последующий
			20-22		14-15	8-10	11-13	32	18		-0,5		150-170	1 и последующий

13.6 Автоматическая дуговая сварка под флюсом

13.6.1 Для автоматической сварки следует применять сварочную проволоку НМцАТК101-25015 по ТУ 4871-284 и флюсы плавящиеся марок АН 22 АН 18 по ГОСТ 9087

13.6.2 Перед употреблением флюс необходимо просушить при 300-350°C 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 и следовательно ее неравномерного плавления и повышения окисления легирующих элементов вылет электродной проволоки из мундштука должен быть 30-40 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 концевых швов необходимо перекрыть начало шва на 30-60 мм

13.6.9 Шлаковую корку и нерасплавленный флюс удалять после остывания шва ниже 100°C

13.6.10 Автоматическая сварка концевых стыков с разделкой кромок может производиться по ручной подварке

13.6.11 Подварка может выполняться аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки НМцАТ101-25015 или дуговой сваркой электродами ОЗП 32

13.6.12 Конструктивные элементы подготовленных кромок, размеры швов, предельные отклонения по ним должны соответствовать ГОСТ 871 и ГОСТ 11333

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

Условно 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	
С79	5	5	1	370-400	32-34	75-90	50-60	
			2	420-450			70-80	
	6	4	1	450-500	30-34	70-79	50-60	
			2	500-550			68-70	
	8		1	550-600	34-36		75-90	68-70
			2	600-650				70-80
	10		1	650-700	36-40	75-90	50-60	
			2	700-750			60-70	
	12		1	750-800	38-40	80-90	60-70	
			2	800-850			70-80	
	16		5	1	850-900	40-42	180-184	80-85
				2	900-950			85-90
	18	1		900-950	42-44	180-184		85-90
		2		950-1000				90-95
	20	1		1000-1050	44-46	180-184	90-95	
		2		1050-1100			95-100	

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	1-3	750-800	38-40		
	16					850-900	18,4-23,8
	18						
	20						

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	24-36	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	82,8-86,4	
	8					90,0-97,2	
	9				35-37	18,0-18,4	111,6-118,8
	10	86,4-90,0					
	12	650-700		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 выпотенных 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 выпотнять валики сварного шва обращенные к коррозионной среде. При невозможности выпотнения 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°C 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 выштамповки

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 от 2 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 сварщикам прокатанными при температуре 190–210°C 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 отклонений по диаметру.

Таблица 105 Сварочные материалы для сварки коррозионно стойких сплавов на никелевой основе

Марка свариваемого материала	Марка проволоки технические условия для аргондуговой сварки	Марка и тип электрода, ГОСТ
ХН65МВ (ЭП561)	ХН65МВ (ЭП760) ТУ 14-1-4727	ОЗТ 21 (Э 07Х70Н60М15В5) ГОСТ 9466 ГОСТ 10057
ХН65МВ (ЭП760)	ХН65МВ (ЭП760) ТУ 14-1-4727 ХН65МВ ВИ (ЭП758 ВИ) ТУ 14-1-4734	
ХН65МВ (ЭП758)	ХН65МВ ВИ (ЭП758 ВИ) ТУ 14-1-4734	
Н70МВФ ВИ (ЭП814А ВИ)	Н65М ВИ (ЭП982 ВИ) ТУ 14-1-3281	
Н65М ВИ (ЭП982 ВИ)	Н65М ВИ (ЭП982 ВИ) ТУ 14-1-3281	
ХН78Т (ЭИ 435)	ХН78Т (ЭИ-435) ТУ 14-1-997 ХН75МБТЮ (ЭИ 602) ТУ 14-1-997	ОЗТ 25Б (Э 10Х70Н70Г2М2Б В) ГОСТ 9466 ГОСТ 10057
ПРИМЕЧАНИЕ Допускается в качестве присадочного материала применять прутки («лапшу») нарезанные из листового проката толщиной 2–3 мм шириной з 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 отверстий 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 – 0,5S и 6–10 мм – 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 ос. кл. Э-6, 60, С-12, С-1А.

14.3.5 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 выпотнены ручной аргонодуговой сваркой с обязательной защитой обратной стороны стыка.

14.3.7 Прихватки должны выпотняться сварщиками той же квалификации что и выпотняющие 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 нагартованными щетками из нержавеющей стали.

14.3.8 При сварке продольных швов к собраным 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.

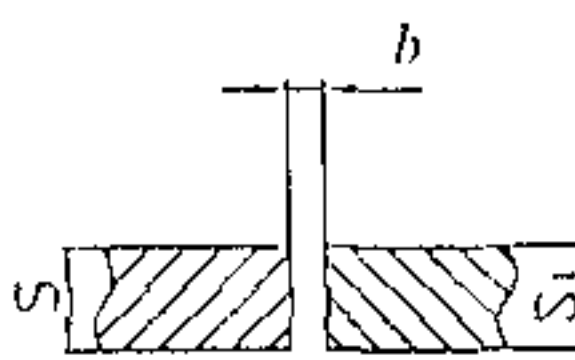
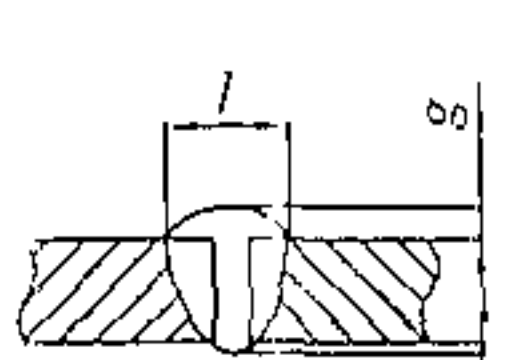
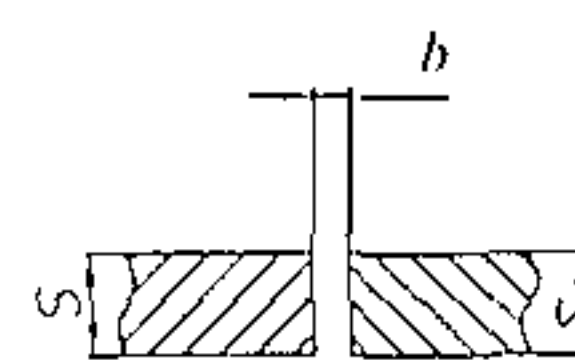
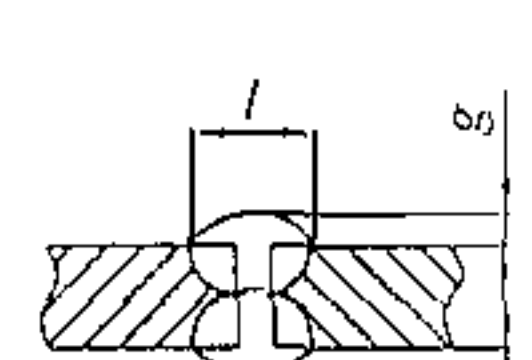
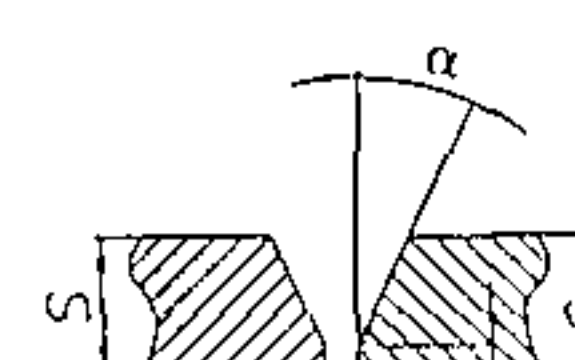
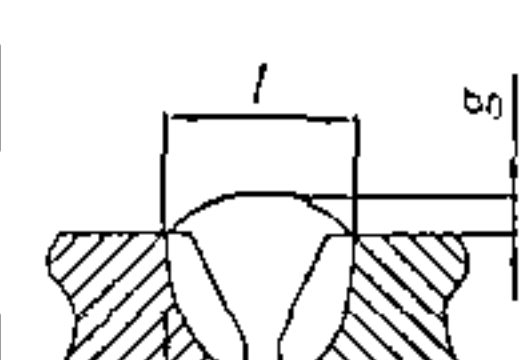
14.4.7 Сварные соединения из сплавов марок ХН65МВ ХН65МВУ ХН 63МБ Н70МВФ и Н65М ВИ должны быть стойки против межкристаллитной коррозии при контроле по методам РД 24 200 15 90.

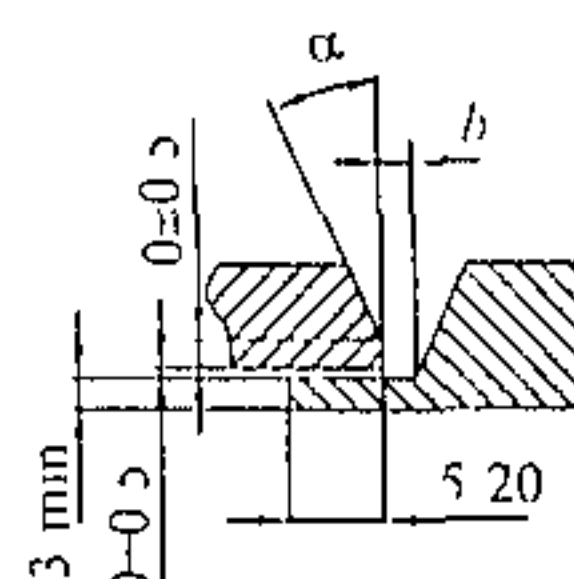
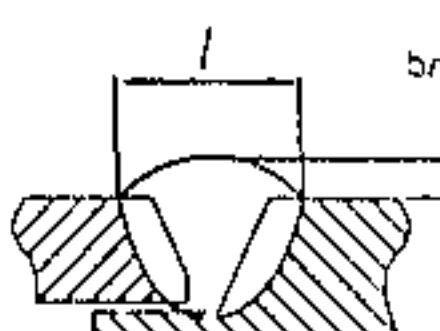
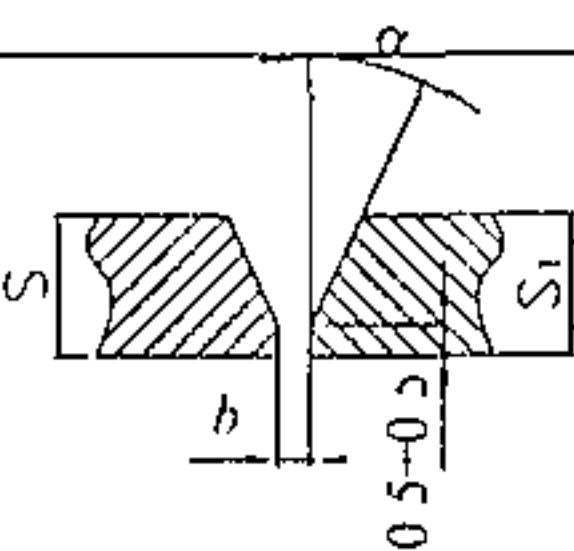
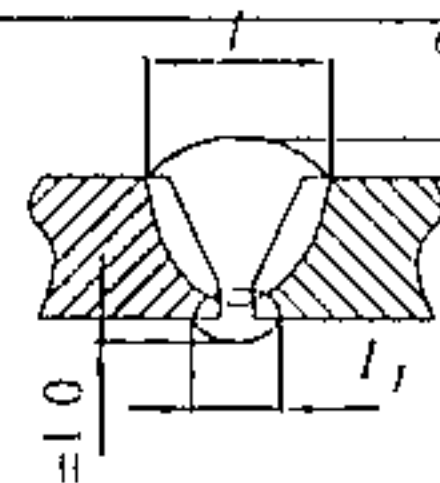
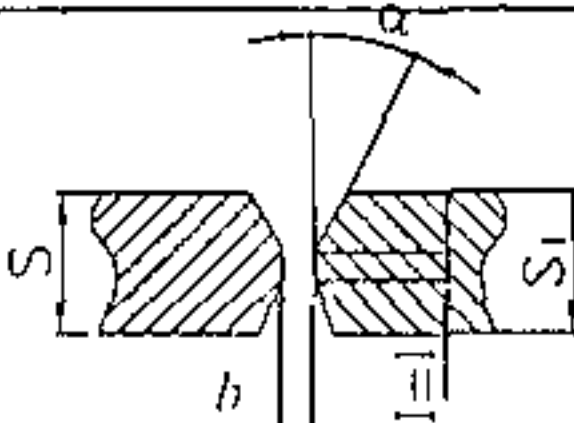
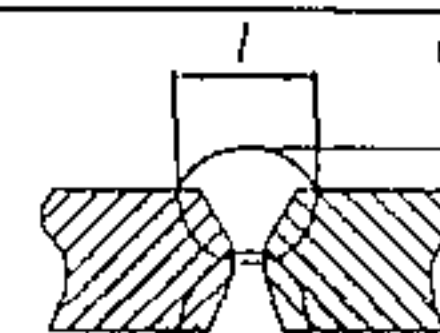
В случае выявления склонности к межкристаллитной коррозии сварные соединения указанных сплавов должны быть подвергнуты термообработке по режиму приведенному в п. 14.1.5.

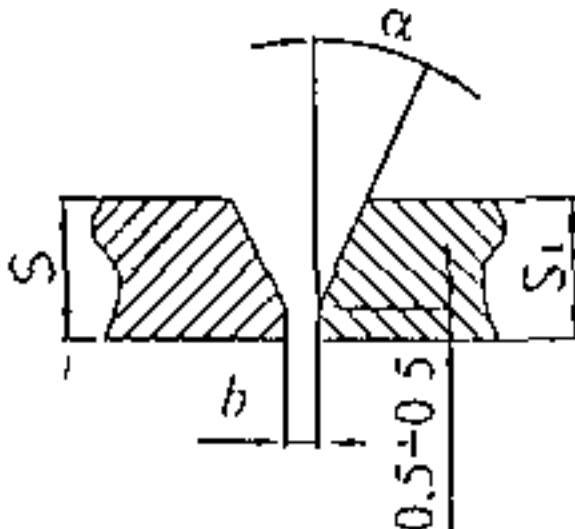
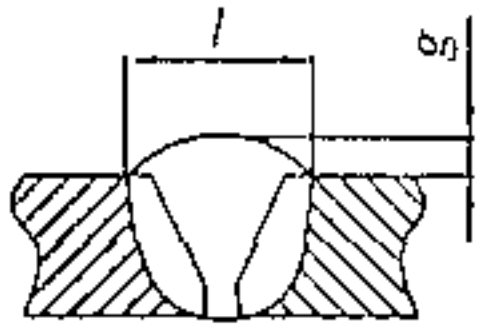
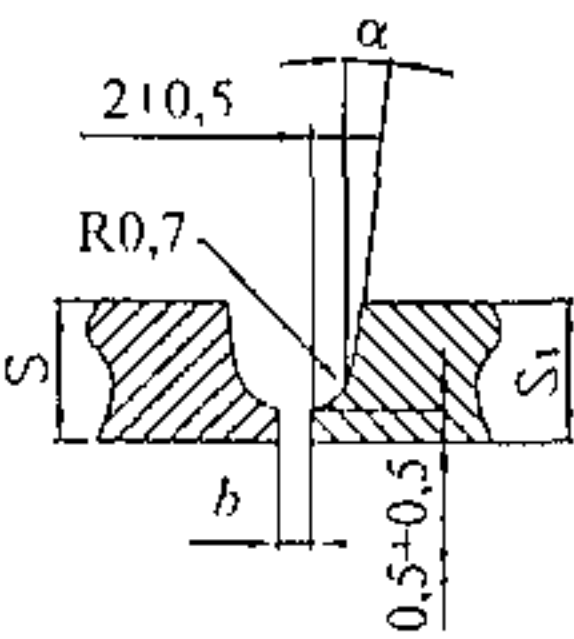
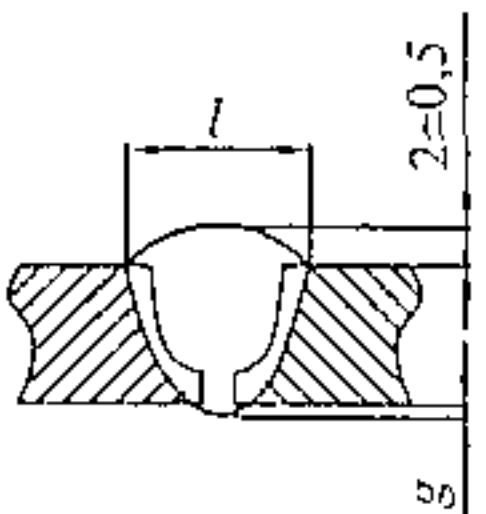
В сварных соединениях сплава ХН/8Т стойкость против межкристаллитной коррозии обеспечивается проведением последующей термообработки (980 1020°C охлаждение в воде или на воздухе).

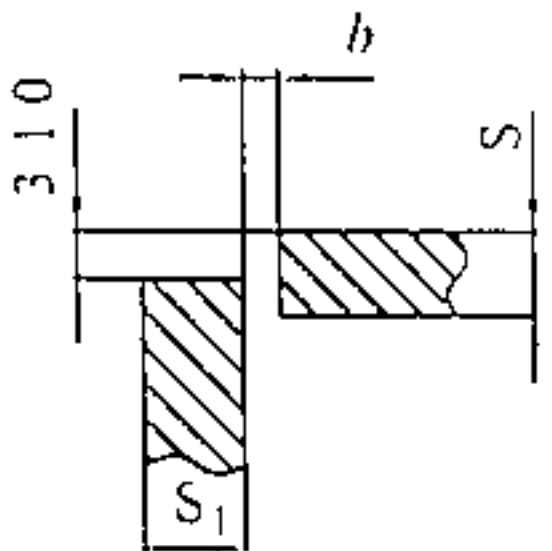
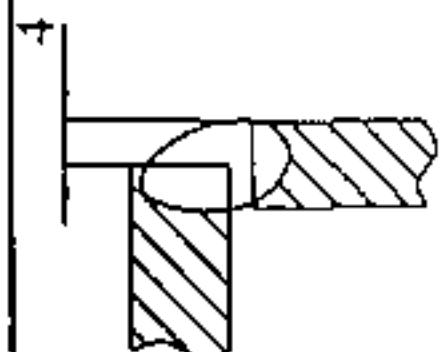
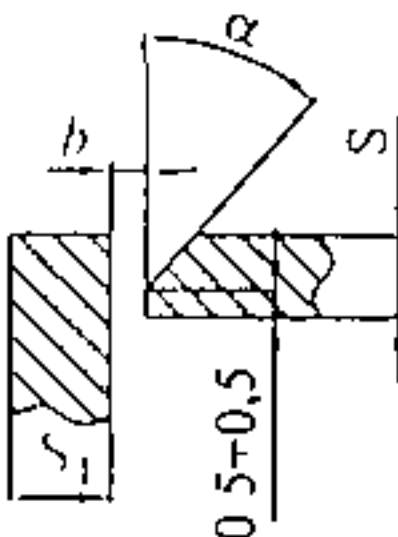
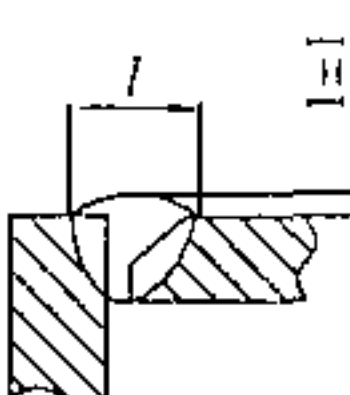
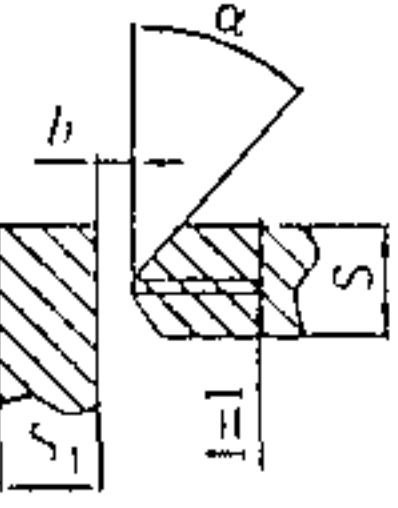
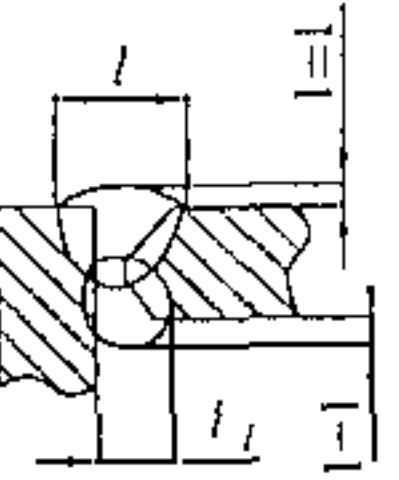
В остальных случаях необходимость термической обработки сварных соединений коррозионно стойких сплавов на основе никеля должна определяться требованиями ОСТ 26 01 858 или конструкторской документацией.

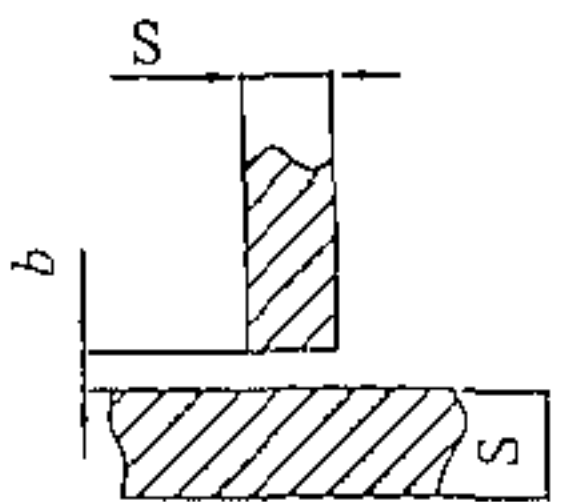
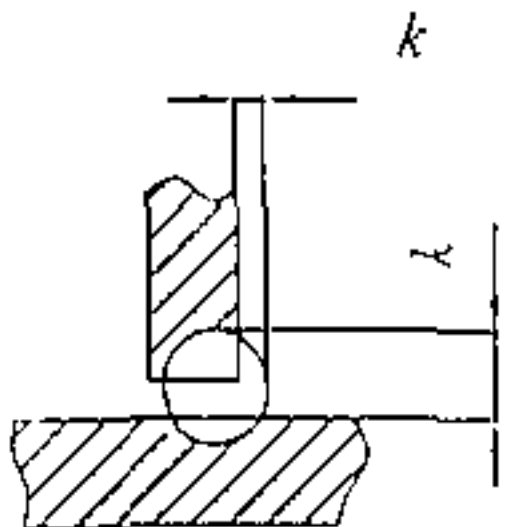
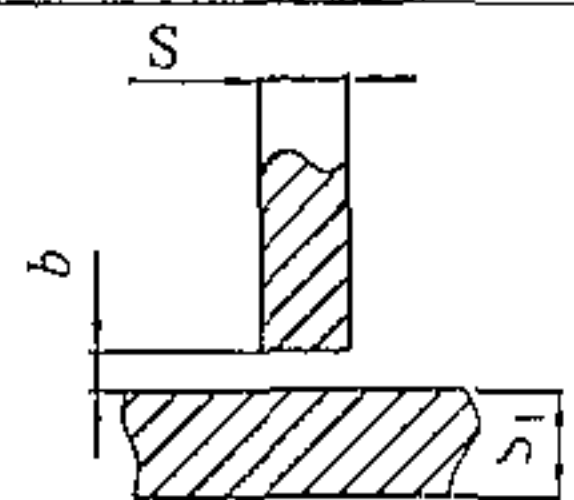
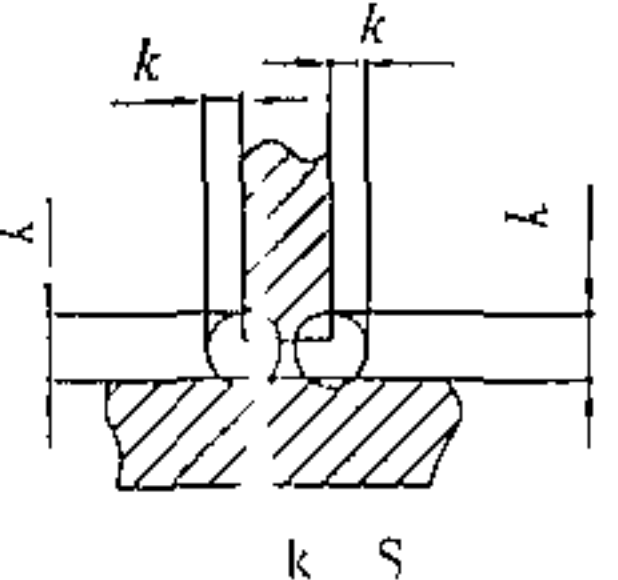
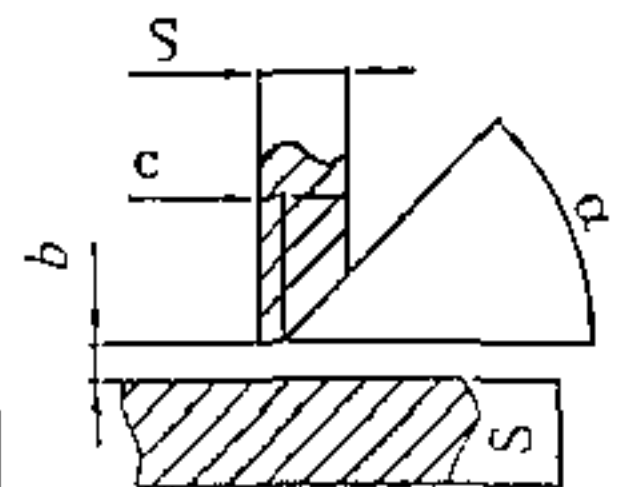
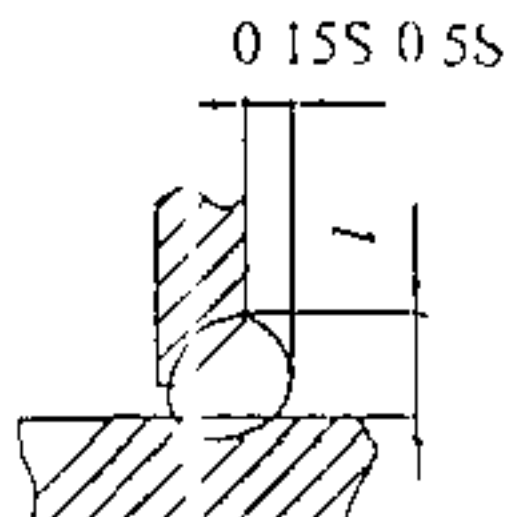
14.4.8 В случае невозможности обеспечения стойкости против межкристаллитной коррозии сварных соединений сплава Н65М ВИ (ЭП982 ВИ) с помощью последующей термообработки применять при сварке способ охлаждения водой обратной стороны шва после выполнения первого валика (корня шва) с защитой обратной стороны шва медной подкладкой с поддувом аргона. Наложение последующих валиков с обильным охлаждением водой.

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Размеры мм								
	по подготовленным крайкам свариваемых деталей	тип сварного соединения		S-S ₁	b		l ₁ 12	g		l		α град пред откл ±2°
					номинал	пред откл		номинал	пред откл	номинал	пред откл	
C1н			ИИИ	От 18 до 20	0,5	10,5	10	10,5	7	3		
C2н				Св 20 до 30					9	13		
C3н			ИИИ	От 30 до 80					10	12	35	
				Св 80 до 100	15		110		10	12	30	

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Размеры мм								
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения		S S ₁	b		l ₁ +2	g		l		α град пред откл ±2°
					номина	пред откл		номина	пред откл	номина	пред откл	
С4п			ИНп	3 0 3 5	1 0	±1 0	1 0	+0,5 -1 0	5	12	30	
				3 8 4 5					6			
				5 0 5 5					8			
				6 0					9			
				7 0					10			
				8 0					11			
				9 0					12			
				10 0					14			
С5г				От 4 0 до 6 0	1 0	1 0	±1 0	10	35			
				Св 6 0 до 10 0	14			30				
				Св 10 0 до 14 0	10			2 0	15	25		
С6г				От 10 0 до 12 0	1 0			1 0	9		25	
				Св 12 0 до 16 0					12			
				Св 16 0 до 20 0					15			

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	Размеры, мм								
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения		$S=S_1$	b		l_1 ± 2	g		l		α , град пред откл $\pm 2^\circ$
					номин.	пред. откл		номин.	пред. откл	номин	пред. откл	
C7н			ИН	От 1,5 до 2,0	0,0	+0,1		1,5	+1,5 -1,0	7	+2	35
C8н			ИНп	Св 3,0 до 4,0				1,4	+0,2 -0,3	9	14	20
				Св 4,0 до 6,5	0,6	+0,2		1,5	-0,3			
ПРИМЕЧАНИЕ: Сварные соединения типа C7н применяются при сварке труб												

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S S ₁	Размеры, мм						
	подготовленных крайков свариваемых деталей	шва сварного соединения			b		l		l ₁		α, град пред откл ±2°
					номин	пред откл	номин	пред откл	номин	пред откл	
У1п			ИИп	От 0 до 100	0,5	0,5					
У2п					1,0		18				50
				Св 100 до 200	2,0	11,0	22	12,0			
У3п				От 60 до 100	0,5	41,5	7	12,0	5	11,0	50
				Св 100 до 200					17		

Тип сварного соединения	Конструктивные элементы		Сварной сплав	Размеры мм							
	подготовка крайних свариваемых деталей	шов сварного соединения		S	l		c		l		α град предоткл Е2°
					номинал	предоткл	номинал	предоткл	номинал	предоткл	
I1в			III	От 20 до 30	0	+10					
				Св 30 до 60							
				Св 60 до 120							
				k S							
I2в			От 30 до 40	0,5	+0,5	0,5	+0,5	7	110	50	
			Св 40 до 80					10			
			Св 80 110					16			20
			Св 140								

Тип сварного соединения	Конструкция с металлом		Сварной шов	Размеры мм							
	подготовка кромок свариваемых деталей	тип сварного соединения		S S ₁	b		c		l		α град пред откл ±2°
					номинал	пред откл	номинал	пред откл	номинал	пред откл	
13в			IIIв	0,30 до 4,0	0	1,0	0,5	10,5	7	41,0 10 16 18 12,0	50
				Св 4,0 до 8,0		10					
				Св 8,0 до 14,0		1,5		16			
				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	2,0-3,0	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 3,0	2 2,5 2,5	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	2-3	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	2-3	80 100	120-140	14-18	6-8
ПРИМЕЧАНИЯ			1 Напряжение должно быть 12-13 В 2 Первый слой (корень шва) выпотнять сварочной проволокой Ø 2 мм за 1-2 прохода					

14.5 Сварка коррозионностойких сплавов на никелевой основе со сталями

14.5.1 Сварку сплавов со сталями выпотнять с зазорами и формой разделки кромок применяемых при сварке сплавов

14.5.2 Подготовку деталей под сварку и прихватку выпотнять с соблюдением требований в отношении защиты металла инертным газом как с лицевой так и с обратной стороны шва

14.5.3 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 металлов		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 (ЭП160) ХН65МБ (ЭП758У) Н70МВФ ВИ (ЭП814А ВИ) Н65М ВИ (ЭП982 ВИ) ХН78Т (ЭИ455)	Углеродистые и низколегированные Ст3 10 20 16ГС 09Г2С	Св 07Х25Н13	До 350°С В пределах применения сталей по ОСТ 26 291	ОЗЛ 6 (Э 10Х25Н1 Г2) ЭА 395 9	До 350°С В пределах применения сталей по ОСТ 26 291
	Высоколегированные типа Х18Н10Т Х17Н13М2Т Х17Н13М5Т	Св 10Х16Н25АМ6 ¹⁾ Св 01Х23Н28М3Д3Т		ЭА 395 9 ¹⁾ (11Х15Н25М6АГ ²⁾) ОСТ 5 9244 ОЗЛ 6 ¹⁾ (Э 10Х25Н13Г ²⁾)	
ПРИМЕЧАНИЯ					
1 Без травления 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 75 Правилами пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства утвержденным ГУПО МВД СССР в 1975 г и РДП 26 17 071 86 Правила по охране труда при электросварочных работах

МАШИНОСТРОЕНИИ

Э. СЗНОВ 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» вк почитать 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 ФЛПОС
марки ФЦ 16 ФЦ 16А ФЦ 18 ФЦ 21 »

Стр 25 Продолжение таблицы 4 Вместо марки ф носа «ФЦ 11» записать «ФЦ-16 (ФЦ 16А)»

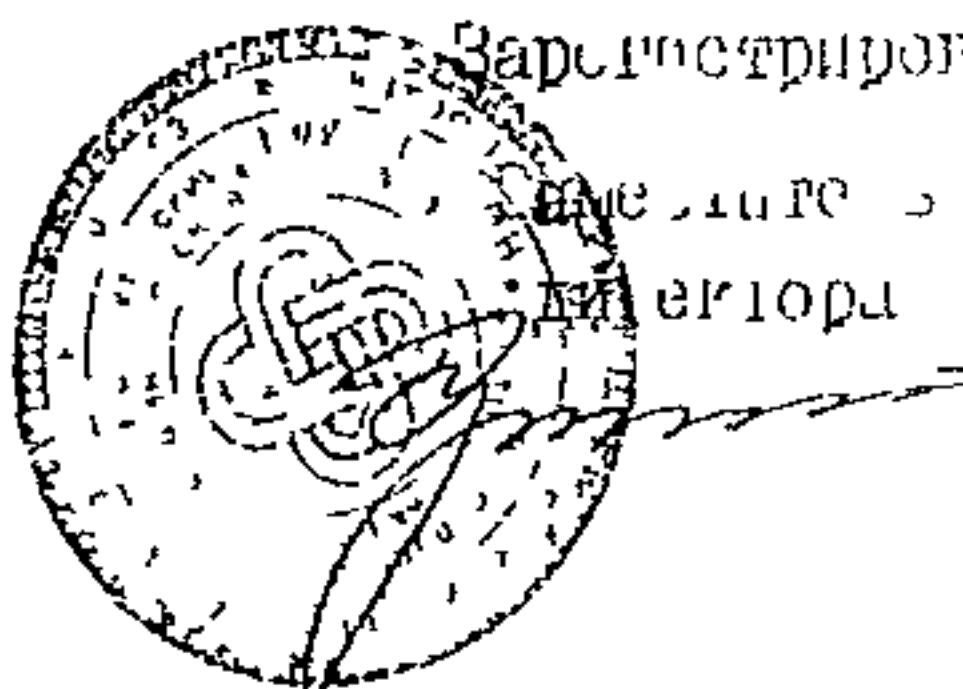
В примечании 3 заменить «ТУ 108 948 02» на «ОС Г 24 948 02»

Стр 26 В таблице 5 в графе «Скорость сварки» указать размерность «м/ч»

CAC TELETYPE

Задача 22 2014-08-25

Внутренняя структура
и структура



Стр 30 Пункт 4.8.5 записать в следующей редакции

«Время от момента окончания сварки до начала переработки, если нет других указаний в соответствующей нормативной документации, должно быть – для кольцевых и продольных швов изделий с толщиной стенки 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 требования по стойкости против межкристаллитной коррозии графу «Марка проволоки, обозначение стандарта или технических условий» для стали 08Х17Н15М3Г изложить в новой редакции

Св – 06Х10Н10М3Г

Св – 04Х19Н11М3

ГОСТ 2246

Св – 01Х9Н18Г10АМ4

ТУ 14-1-1981

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 продолжить эту линию в графе «Б», разделяющую стали 02Х18Н11 и 08Х17Н13М21

Стр 87 таблица 49 В графе «Марка проволоки» вместо «Св Х25Н40М7» записать Св 08Х25Н40М7 (ЭП673)

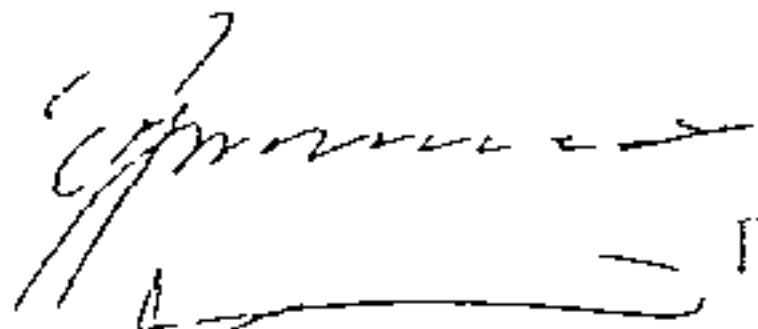
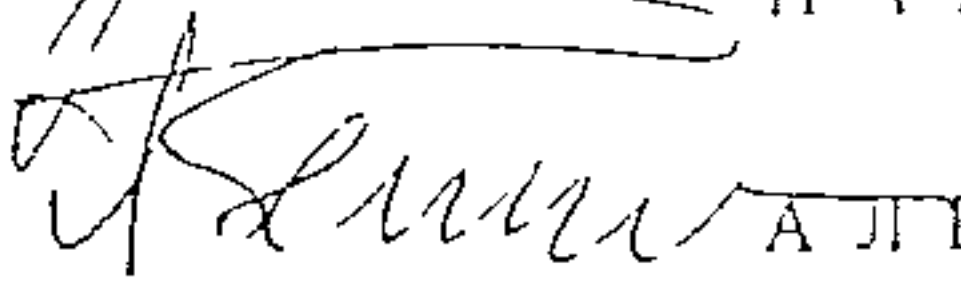
Стр 119 Из п 11.2.6 исключить ссылку «по ГОСТ 6032», вместо этого записать « для сварных соединений из алюминия по методике, изложенной в ОСТ 26 01 1183, а из алюминиевых сплавов по ГОСТ 9 021»

Зам генерального директора
ОАО «НИИХИММАШ»

Начальник лаборатории
металловедения и сварки

Старший научный сотрудник

Начальник отдела
стандартизации и метрологии

 П. А. Харчин
 А. Л. Бешкин
 М. А. Ястребова
 А. В. Смирнов

УТВЕРЖДАЮ

Председатель ТК 260

«Оборудование химическое
и нефтегазоперерабатывающее»

В. А. Заваров

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 № 255 2005-06-02

Заместитель Генерального директора

П. А. Харин



- стр 4 В названии TV 14-1-1981-91

исправить опечатку вместо

Св 01X19H18Г10АМУ (ЭП690) записать
'Св-01X19H18Г10АМ4 (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

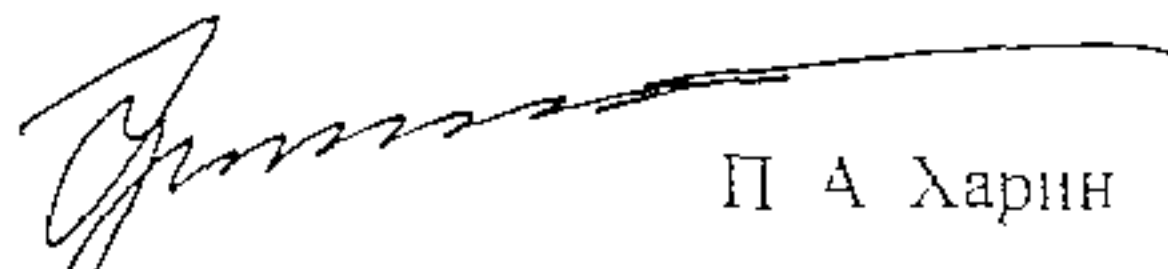
Для стали марки 02Х25Н22АМ2 заменить проволоку Св 01Х23Н23М31 на
Св 01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП690) TV 14-1 4981

6 Стр 75 продолжение таблицы 4

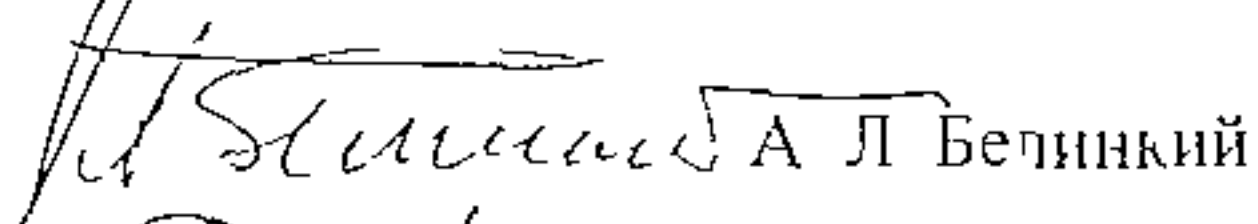
В графе «Марка плакирующего слоя двустойной стали» в I-ой группе способов сварки исправить опечатки

- для переходного слоя – "06ХН28МТ" на '06ХН28МДТ',
- для плакирующего слоя – 06ХН26МДТ' на '06ХН28МДТ'

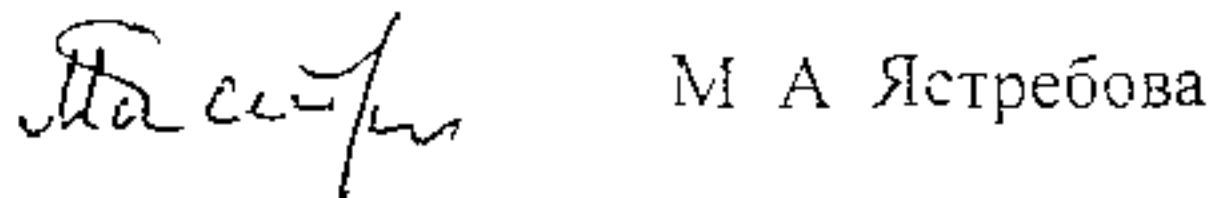
Зам генерального директора
ОАО «НИИХИММАШ»

 П. А. Ларин

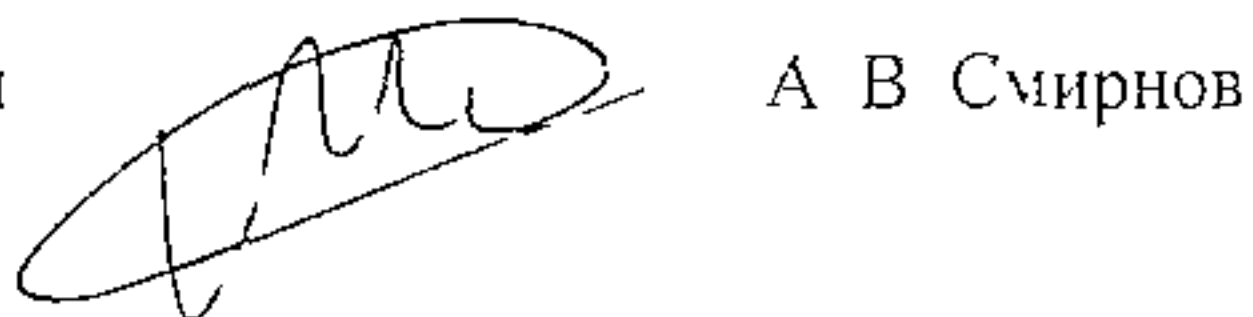
Начальник лаборатории
металловедения и сварки

 А. Л. Белинский

Старший научный сотрудник

 М. А. Ястребова

Начальник отдела
стандартизации и метрологии

 А. В. Смирнов



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ГОРНЫЙ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ
НАДЗОР РОССИИ
(Госгортехнадзор России)

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

107066, г. Москва, ул. А. Лукьянова, 4, корп. 8

Телефон: 263-97-75 Телефакс: 261-60-43

E-mail: gosnadzor@gosnadzor.ru

24.05.2002 № 12-05/404

На № _____

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

ОСТ 26.260.3-2001



УТВЕРЖДАЮ
Председатель ТК 260

Оборудование химическое и
тепелерабатывающее »

В.А Заваров

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 Белинский

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