ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СВАРКА В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Основные положения

ОСТ 26-3-87

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра

химического и нефтяного

машиностроения

Г.В.Ленн

1987 г.

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

Сварка в химическом машиностроении

Основные положения

ОСТ 26-3-87

Заместитель директора НИИхиммаша	В.В.Грязнов
Начальник НИООС	Ю.Б.Якимович
Начальник отдела	Л.Л.Белинкий
Руководитель темы, начальник сектора	В.И.Логинов
Научный сотрудник	Г.А.Северинова
Научный сотрудник	В.А.Ремшин
Мл.научный сотрудник	Е.А.Кузнецова

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного Технического управления — О.В.Захаров

СОГЛАСОВАНО

ЦК профсоюза рабочих тяжелого машиностроения

Секретарь ЦК профсоюза А.П.Кошкин письмо №268-4 от 30.04.87г.

Допущены следующие исправления.

на стр [illegible] 7, 15, 17, 20, 27, 32, 45, 50, 53, 54, 55, 58, 65, 66,
6 70, 71, 74, 77, 86, 94, 95, 98, 118, 124, 131, 134,
1[illegible] [illegible], 147, 160, 154, 162, 172, 175, 178, 179, 197, 198, 202,
2[illegible] 15, 223, 229, 239, 248, 267, 270, 272, 277, 279 –
– 1 исправление

на стр 2, 36, 57, 82, 89, 109, 114, 115, 128, 165, 176, 185, 201, 227,
232, 237, 254, 255, 260, 268 – 2 исправления,

на стр 19, 28, 79, 138, 161, 190, 205, 219, 244, 245, 246, 252,
256, 259, 277 – 3 исправления,

на стр 78, 127, 135, 251 – 4 исправления.

Начальник НИООС Ю.Б. Якимович

УДК 621.791.021 Группа В05

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СВАРКА В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ ОСТ 26-3-87

Основные положения

ОКСТУ 3602

Дата введения 01.01.88

Настоящий стандарт распространяется на сварку изделий, работающих при температуре не ниже минус 70°С, из металлических материалов, применяемых в химическом машиностроении для сварных конструкций.

Стандарт разработан с учетом действующих прав[illegible] "Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих [illegible]давлением".

Стандарт устанавливает основные требования к те[illegible]огии сварки и предназначен для использования при проектировании [illegible]ского оборудования и разработке технологических процессов [illegible].

Применение способов сварки и сварочных материалов [illegible] предусмотренных настоящим стандартом, а также изменение огран[illegible]ий и условий применения сварочных материалов, допускается по отра[illegible]евой нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке или по согласованию с головным институтом отрасли, специализирующимся по применению данного конструкционного материала в химическом машиностроении.

В стандарте приводятся требования к технологии сварки материалов следующих марок, предусмотренных отраслевыми стандартами на сосуды и аппараты (ОСТ 26-291-79, ОСТ 26-01-858-80, ОСТ 26-11-06-85,

Издание официальное Перепечатка воспрещена

Государственный комитет СССР по стандартам
ВСЕСОЮЗНЫЙ
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
870901 8405770

ОСТ 26-01-1183-82) и другой аналогичной технической документацией на изделия химического машиностроения:

стали низкоуглеродистые ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3Гпс по ГОСТ 380-71, 10, 15, 20 по ГОСТ 1050-74, 15К, 16К, 18К, 20К по ГОСТ 5520-79;

стали низколегированные 16ГС, 09Г2С, 10Г2С1, 17ГС, 17Г1С по ГОСТ 5520-79, ГОСТ 19282-73, 12МХ, 15Х5М по ГОСТ 20072-74, 12ХМ по ГОСТ 5520-79, 10Г2 по ГОСТ 1577-81, 15Г2СФ по ГОСТ 19282-73, 09Г2ФБ по ТУ 14-1-3978-85, ТУ 14-1-4083-86;

стали аустенитно-ферритного класса - 08Х22Н6Т (ЭП53), 08Х21Н6М2Т (ЭП54), 08Х18Г8Н2Т (КО-3) по ГОСТ 5632-72;

стали ферритного и мартенситно-ферритного классов - 08Х13, 08Х17Т, 12Х17, 15Х25Т и 14Х17Н2 по ГОСТ 5632-72; 04Х19АФТ по ТУ 14-1-3657-83; 03Х18Б2Ю по ТУ 14-1-3398-82;

стали аустенитно-мартенситного класса - 07Х16Н6 по ГОСТ 5632-72;

стали аустенитного класса 12Х18Н9, 08Х18Н10, 12Х18Н9Т, 10Х18Н9ТЛ, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 03Х18Н11, 08Х18Н12Б, 10Х14Г14Н4Т, 03Х19АГ3Н10, 03Х13АГ19, 07Х13АГ20, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 03Х17Н14М3, 08Х17Н15М3Т, 03Х18АГ3Н11М3Б, 10Х23Н18, 03Х21Н21М4ГБ по ГОСТ 5632-72 и техническим условиям;

сплавы на железоникелевой основе (аустенитные) 06ХН28МДТ (ЭИ943), 03Х428МДТ (ЭП516) по ГОСТ 5632-72;

сплавы на никелевой основе (аустенитные): ХН65МВ (ЭП567), ХН78Т (ЭИ435) по ГОСТ 5632-72, ХН65МВУ (ЭП760), Н70МФВ-ВИ (ЭП814А-ВИ), по ГОСТ 24982-81, ХН63МБ (ЭП758У) по ТУ 14-1-3641-83, Н65М-ВИ (ЭП982-ВИ) по ТУ 14-1-2678-80;

двухслойные стали с коррозионностойким слоем из сталей марок 08Х13, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т, сплава 06ХН28МДТ по ГОСТ 10885-85;

разнородные стали, композиции: феррито-перлитные+аустенитные и аустенито-ферритные; аустенитные+аустенито-ферритные и глубоко-аустенитные сплавы на железоникелевой основе;

алюминий и его сплавы - А99, А85, А8, А7, А6, А5 по ГОСТ 11069-74, АД00, АД0, АД1, АМцС, АМг3, АМг5, АМг6 по ГОСТ 4784-74;

медь - М1Р, М2Р, М3Р по ГОСТ 859-78 и ее сплавы медноцинковые (латуни) марок Л63, Л68 по ГОСТ 15527-70;

никель - НП0, НП1, НП2, НП3 по ГОСТ 492-73 и его сплавы;

титановые сплавы - ВТ1-00, ВТ1-0, ОТ4-0, ПТ1М по ГОСТ 19807-74.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Подготовка металла к сварке

I.1.1. Качество металла, поступающего для изготовления сварных конструкций, и его соответствие требованиям стандартов и технических условий, должно быть подтверждено сертификатами или результатами испытаний, проведенных заводом-изготовителем химического оборудования.

I.1.2. Заготовки и детали, подлежащие сварке, должны иметь маркировку, позволяющую установить марку материала, номер плавки, а при необходимости также номер листа.

I.1.3. Применяемые способы резки заготовок и припуски на механическую обработку после резки на ножницах и термической резки в зависимости от вида металла должны соответствовать требованиям отраслевой нормативно-технической документации, стандартов предприятий или производственных инструкций, утвержденных в установленном порядке.

I.2. Сварочное оборудование

I.2.1. Для выполнения сварки должны применяться сварочное оборудование и измерительная аппаратура, позволяющие обеспечить задан-

ные настоящим стандартом режимы и надежность работы.

I.2.2. Колебание напряжения питающей сети, к которой подключено сварочное оборудование, допускается не более ±5% от номинала.

I.2.3. Сварочное оборудование должно быть в исправном состоянии и снабжено контрольно-измерительными приборами (амперметрами и вольтметрами). Периодичность проверки приборов устанавливается согласно ГОСТ 8.513-84.

I.2.4. Для вращения изделий при выполнении круговых швов применять сварочные манипуляторы, роликовые стенды и другое специальное оборудование, обеспечивающее необходимые скорости вращения.

I.2.5. Для уменьшения деформаций свариваемых деталей рекомендуется применять кондукторы, стапели и другие специальные технологические приспособления и оснастку.

I.3. Подготовка кромок соединений под сварку

I.3.I. 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 и стандартов предприятия, а также другой нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Кромки подготовленные под сварку рекомендуется защищать от брызг расплавленного металла покрытиями "Дуга-2", меловым и другими способами.

I.3.2. Обработку кромок под сварку производить 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 прессах и другими подобными способами должен быть достаточным по крайней мере для полного удаления всех неровностей и отклонений геометрической формы (включая снятие кромки при резке на ножницах).

I.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 I2ХМ, I5Х5М, I2МХ) 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.

I.3.4. Кромки и прилегающие к ним поверхности должны быть зачищены с двух сторон на ширину не менее 20 мм. Зачистку следует производить до полного удаления окалины, грата и брызг после термической резки, краски, масел и других загрязнений.

При подготовке кромок для автоматической сварки под флюсом зачистка производится с каждой стороны стыка на расстоянии не менее I00 мм (в зависимости от толщины металла и ширины полосы, покрываемой флюсом), в противном случае повторно применять для сварки флюс не допускается.

I.3.5. Зачистку кромок производить механическим способом (стальной щеткой, наждачным кругом и др.).

I.3.6. Обезжиривание свариваемых кромок производить ацетоном и другими растворителями с протирочным материалом из хлопчатобумажной ткани, не оставляющей ворса.

Обезжиривание растворителями является обязательным для случаев, оговоренных настоящим стандартом и другой нормативно-технической документацией.

На углеродистых и низколегированных сталях допускается удаление масел газопламенными горелками (без применения растворителей).

Ширина газопламенной обработки после обезжиривания должна быть не менее 100 мм.

I.3.7. С целью предотвращения коррозии или повторного загрязнения необходимо, чтобы зачистка свариваемых кромок, сборка и сварка производились без значительных разрывов во времени.

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

I.3.8. Шероховатость поверхности принимается согласно специальным требованиям, приведенным в разделах по сварке настоящего стандарта, а в случае отсутствия в них соответствующих указаний параметр шероховатости не должен быть более $R_z 80$ ГОСТ 2789-73.

I.4. Сборка и прихватка

I.4.I. 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.

I.4.2. Закрепление деталей при сборке конструкций производить прихватками, выполняемыми электродами или проволокой соответствующих марок, предназначенных для сварки данного металла.

I.4.3. Перед прихваткой необходимо проверить правильность установленного зазора между кромками, смещение кромок и плавность пере-

хода при разной толщине листов в соответствии с требованиями стандартов и чертежей.

I.4.4. Длина прихватки должна составлять (2-I0)$, но не более I00 мм, а расстояние между ними (I0-40)$, не более 500 мм, где $ - толщина свариваемого металла.

Для разнотолщинных и разнородных материалов длина прихватки должна составлять (I-5)$, но не более 50 мм, а расстояние между ними (5-20)$, но не более 250 мм, где $ - 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.

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

I.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.

I.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 I00xI00 мм и толщиной равной толщине свариваемого металла. Планки должны быть изготовлены из того же типа материала и , при необходимости, с той же разделкой, что и свариваемое изделие.

I.4.8. Сборку детали под электрошлаковую сварку (ЭШС) следует производить при помощи сборочных элементов привариваемых к собираемым деталям:

1) монтажных скоб;

2) монтажных пластин (расплавляемых);

3) монтажных вставок (удаляемых);

4) технологических планок;

5) вводных (карманов) и выводных планок.

I.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.

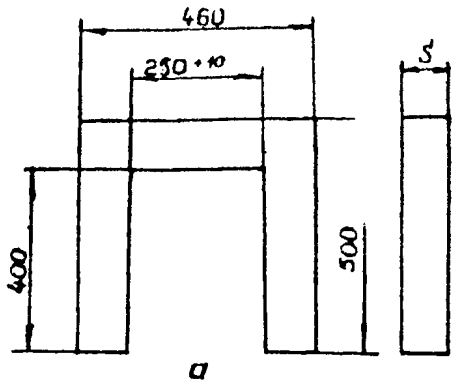
Допускается применение скоб, вводных и выводных планок, используемых при сварке изделий из углеродистых и низколегированных сталей, из стали марки ВСт3.

Рекомендуемые размеры переходных накладок 10х100х(8–10) мм.

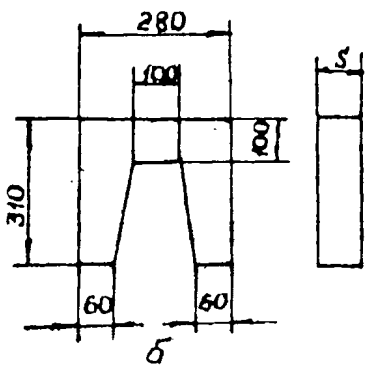
I.4.10. Монтажные скобы служат для фиксации собираемых деталей, а также могут быть использованы для удержания медных подкладок формирующих швов. Скобы устанавливают и приваривают, как правило, с одной стороны стыка, противоположной размещению сварочного автомата. Рекомендуемые конструкция и размеры скоб в зависимости от толщины свариваемого металла приведены на черт. I. Толщину скобы 5 рекомендуется принимать равной 50–60 мм или толщине свариваемого металла, но не более 80 мм.

I.4.II. 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.

Типы монтажных скоб для ЭШС



а



б

а – при любой толщине свариваемого металла;

б – при толщине свариваемого металла менее 60 мм и ограниченных габаритах заднего ползуна автомата

Черт. I

I.4.I2. 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. Рекомендуемые форма и размеры пластин и вставок приведены на черт. 2. Ширину вставок S_1 определяют с учетом последующей обварки.

Рекомендуется принимать $S_1 = S - I5$, где S - толщина свариваемого металла.

I.4.I3. Технологические планки служат для вывода начала и конца сварного шва, в которых возможно образование дефектов, за пределы сварного стыка изделия. Рекомендуемые конструкция и размеры технологических планок приведены на черт. 3 и черт. 4. Толщина S принимается равной толщине свариваемого металла.

I.4.I4. Допускаются другие виды конструкции и размеры сборочных элементов при условии обеспечения нормального выполнения сварочного процесса и безопасности работ.

I.4.I5. Сборка с установкой монтажных пластин или вставок производится с постоянным зазором, а сборка без монтажных пластин или вставок с переменным зазором (черт. 5).

I.4.I6. Постоянный зазор и начальная величина переменного зазора (B_I) определяется по формуле:

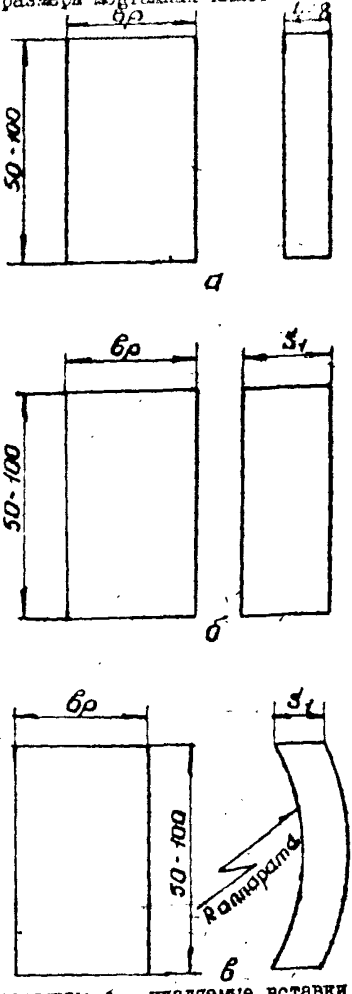
$$B_1 = a_P + K_1 , \qquad (I)$$

где a_P - расчетный зазор, мм,

K_I - припуск на усадку шва, мм (ориентировочно 4-5 мм)

I.4.I7. Конечную величину переменного зазора (B_2) определяют по формуле:

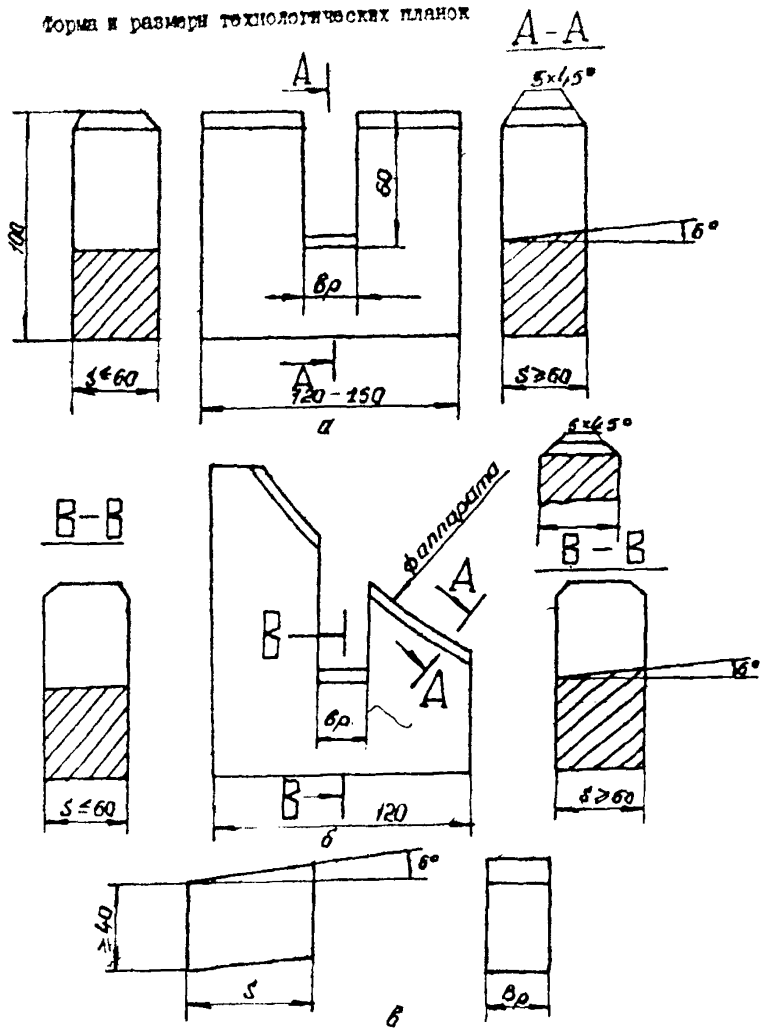
Форма и размеры монтажных пластин и вставок



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

Черт. 2 .

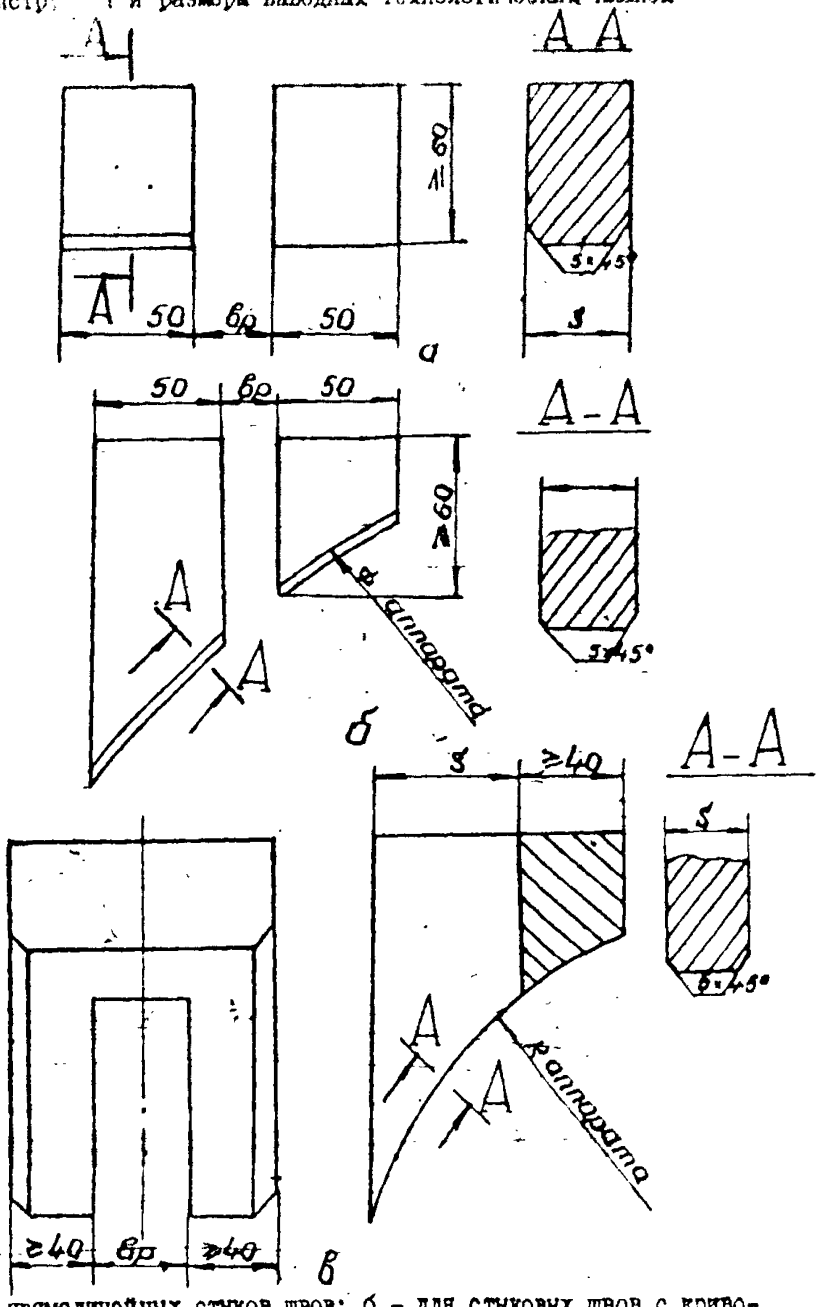
Форма и размеры технологических планок



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

Черт. 3

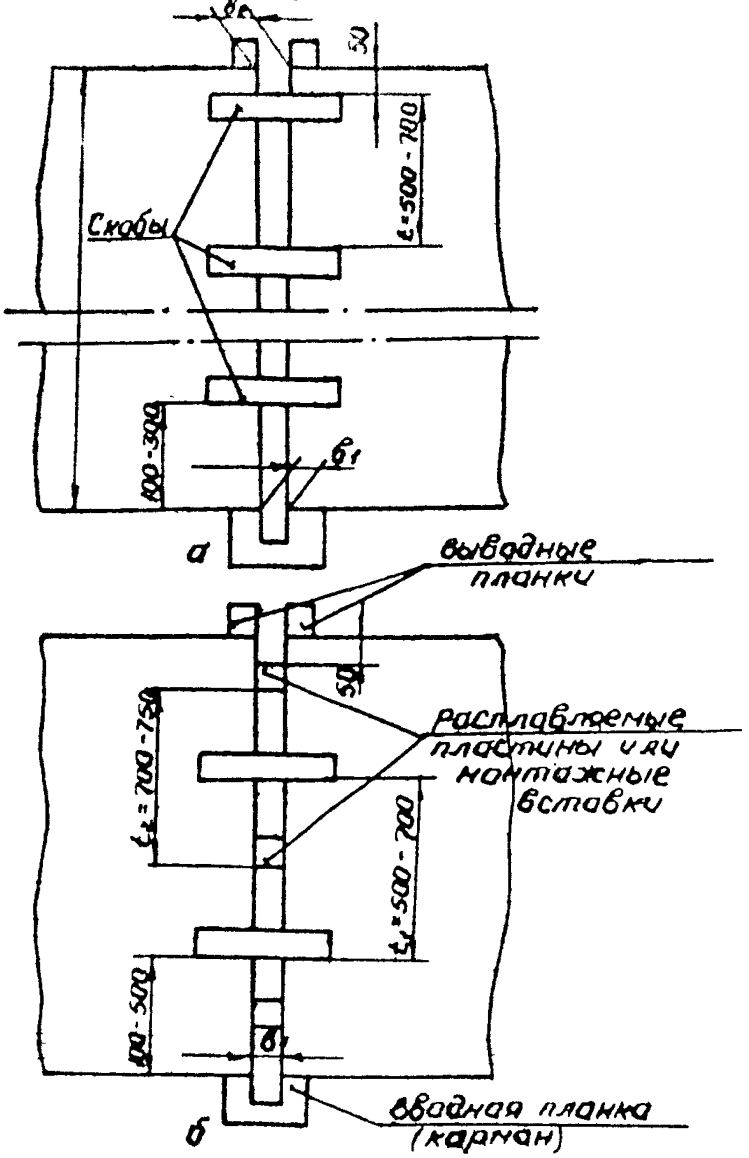
Конструкция и размеры выводных технологических планок



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

Черт. 4

Схема сборки прямолинейных стыков



а – без монтажных пластин или вставок с переменным зазором;

б – с монтажными пластинами или вставками и постоянным зазором;

Черт. 5

$$B = B_r + K_2 \mathcal{L}_\omega \quad , \qquad (2)$$

где B_r - начальный зазор, мм;

K_2 - припуск на свод кромок, мм (ориентировочно 2-5 мм на I м шва);

$\mathcal{L}_\omega$ - длина шва, м.

Расчетные значения припуска на усадку шва K_1 и припуска на свод кромок K_2 при ЭШС с качкой уменьшается пропорционально увеличению скорости сварки.

I.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.

I.4.19. Сборку кольцевых стыков обечаек под ЭШС выполняют в соответствии с черт. 6. В зазор между свариваемыми кромками устанавливают монтажные вставки или пластины, или вводную планку.

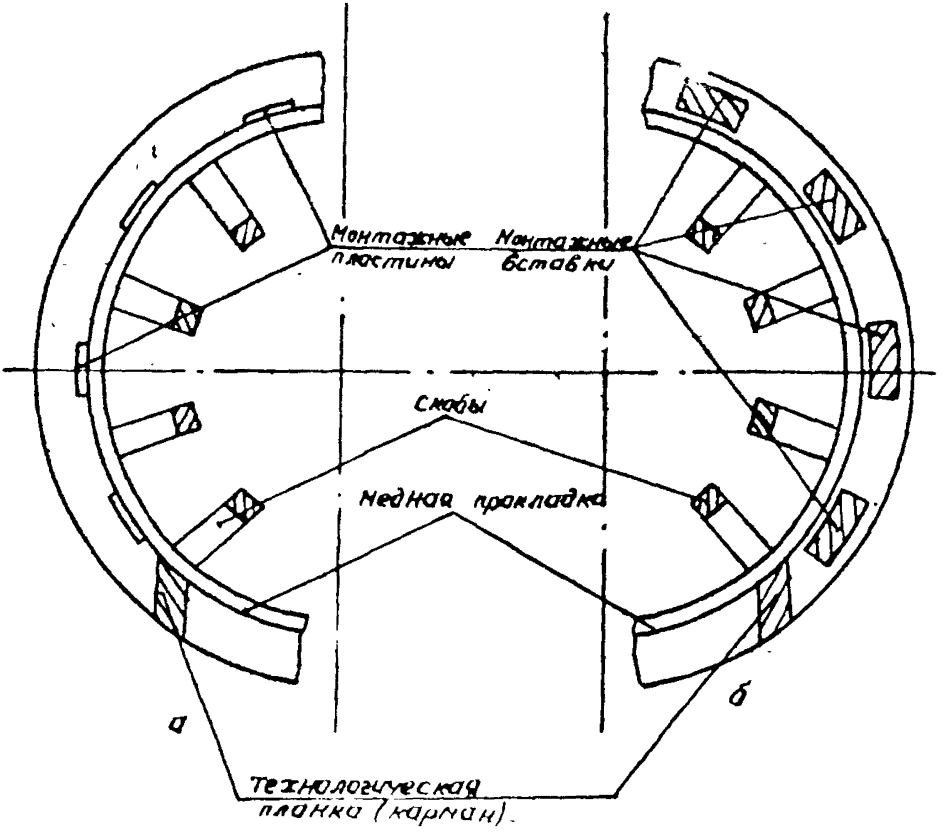
Монтажные скобы и монтажные пластины устанавливают с внутренней поверхности кольцевого шва. Сборку кольцевых стыков производят с постоянным зазором.

I.4.20. Сборку и прихватку сегментов фланцев и колец под ЭШС следует производить при помощи монтажных скоб с постановкой монтажных пластин 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.

I.4.2I. При толщине фланцев до 60 мм и диаметре до I000 мм необходимо устанавливать по одной монтажной пластине на каждый стык.

Для толщин фланцев и колец свыше 60 мм или диаметре более I000 мм устанавливают по две монтажные планки на каждый стык.

Схема сборки кольцевых стыков



а - с монтажными пластинами,

б - с монтажными вставками

Черт. 6

I.5. Сварочные материалы

I.5.I. Применяемые сварочные материалы (электроды, сварочная проволока, флюсы, защитные газы) должны соответствовать требованиям технических условий или стандартов на их поставку, что должно быть подтверждено сертификатом.

I.5.2. Поступающие на предприятия сварочные материалы до запуска в производство должны быть приняты отделом технического контроля.

I.5.2.I. При приемке электродов проверяется:

I) наличие сертификатов на поставленную партию электродов;

2) наличие ярлыков на упаковке и соответствие их данных, данным сертификата;

3) соответствие качества электродов требованиям ГОСТ 9466-75 по предельным отклонениям длины, кривизне, состоянию поверхности покрытия (риски, задиры, вмятины, поры, шероховатость, оголенность стержня и т.п.), а также эксцентриситету покрытия;

4) сварочно-технологические свойства электродов путем проведения технологических испытаний тавровых соединений по ГОСТ 9466-75.

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.

I.5.2.2. При приемке сварочной проволоки проверяется:

I) наличие сертификата на поставленную проволоку и соответствие его данных требованиям ГОСТ 2246-70 или технических условий;

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

3) состояние поверхности проволоки и его соответствие требованиям ГОСТ 2246-70 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 2246-70 или технических условий.

I.5.2.3. При приемке флюса проверяется:

I) наличие сертификата на поставленный флюс и соответствие его данных требованиям стандарта или технических условий;

2) наличие ярлыков на мешках или другой таре и соответствие их данных сертификатам;

3) сохранность упаковки.

В случае несоответствия данных сертификата данным ярлыков завод-потребитель должен проводить испытания сварочного флюса в соответствии с ГОСТ 9087-81.

I.5.2.4. При приемке защитного газа проверяется:

I) наличие сертификата на поставленный защитный газ;

2) наличие ярлыков на баллонах и соответствие их данных сертификатам;

3) чистота защитного газа по сертификатам.

Перед использованием каждого нового баллона производится пробная наплавка валика длиной 100-200 мм на пластину с последующим контролем на отсутствие недопустимых дефектов.

I.5.3. Сварочные материалы следует хранить в сухих отапливаемых помещениях при температуре не ниже плюс 18°С в условиях, предохраняющих их от загрязнения, ржавления, увлажнения и механических повреждений. Относительная влажность воздуха в помещении - не более 50%. Организация хранения, подготовки и контроля сварочных материалов дол-

жна соответствовать требованиям отраслевой нормативно-технической документации на эти процессы, утвержденной в установленном порядке.

I.5.4. Использование электродов и флюсов в случае нарушения условий хранения, установленных п.I.5.3, не допускается.

Применение этих материалов разрешается после проведения повторной прокалки по режимам согласно паспортам, техническим условиям и другой нормативно-технической документации.

I.5.5. Сварочная проволока должна быть ровной, без перегибов, на ее поверхности не должно быть окалины, масел, следов коррозии и других загрязнений.

I.5.6. Очистку, прокалку, маркировку, упаковку, хранение и выдачу сварочных материалов следует организовать так, чтобы исключить возможность перепутывания различных марок и партий.

I.6. Квалификация сварщиков

I.6.I. К выполнению сварочных работ допускаются рабочие, имеющие квалификацию сварщика и прошедшие дополнительные практические и теоретические испытания по программе завода-изготовителя, включающей особенности сварки конкретных марок сталей и сплавов, и соответствующей требованиям стандартов и технических условий на химическое оборудование.

I.6.2. К руководству сварочными работами и контролю за соблюдением технологии и качества сварных соединений допускаются инженерно-технические работники, изучившие положения настоящего стандарта,

технологические процессы и другую действующую нормативно-техническую документацию по сварке данного материала.

I.7. Условия выполнен сварочных работ

I.7.I. Сварка должна производиться по [illegible]огическим процессам, стандартам предприятия или производственным [illegible]кциям, разработанным на основании рабочих чертежей, настоящег[illegible]дарта и другой технологической документации с учетом требов[illegible]отраслевых стандартов на сосуды и аппараты сварные из соответ[illegible]ующих материалов (ОСТ 26-291-79 и др.).

I.7.2. Сварочные работы при изготовлении сосудов и аппаратов должны выполняться в закрытых помещениях при температуре не ниже 0°С.

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

I.7.3. 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.

I.7.4. Криволинейные швы и швы малой протяженности (менее I,0 м), расположенные в нижнем положении, и швы, автоматическая сварка которых невозможна или нерациональна, рекомендуется выполнять полуавтоматической сваркой под флюсом или в защитном газе. Те же швы, расположенные в других пространственных положениях, рекомендуется выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа или

ной электродуговой сваркой.

I.7.5. Сварку аппаратуры надо производить только после контроля качества сборки.

I.7.6. Режимы сварки, предусмотренные настоящим стандартом допускается уточнять применительно к конкретным производственным условиям, сварочному оборудованию и конструктивным особенностям изделий.

I.7.7. При сварке швов стыковых, тавровых и угловых соединений должны соблюдаться следующие требования:

I) режимы сварки проверять на пробных пластинах той же толщины, из материала того же типа, что и свариваемые детали;

2) при многослойной сварке швов стыковых соединений не допускается совмещение кратеров в одном сечении (участке);

3) при многослойной сварке наложение каждого последующего слоя рекомендуется производить (после тщательной зачистки предыдущего от шлака) в обратном направлении;

4) в случае обрыва дуги, перед возобновлением сварки, кратер шва и прилегающий к нему участок шва на расстоянии I0-25 мм должны быть очищены от шлака. При этом зажигание дуги после перерыва сварки производится на ранее выполненном шве на расстоянии I0-20 мм от кратера этого шва;

5) в случае образования прожогов при выполнении первого шва двусторонней автоматической сваркой их рекомендуется удалять механическим, газопламенным или газоэлектрическим способом с последующей механической зачисткой по нормам для данного материала;

6) при двусторонней полуавтоматической и ручной сварке рекомендуется первый шов выполнять со стороны противоположной прихваткам. В случае удаления корня шва прихватки тоже удаляются;

7) по окончании сварки металл шва и прилегающие к нему участки должны быть зачищены от шлака и брызг.

I.7.8. Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнявшего эти швы. Клейма должны наноситься способом, обеспечивающим их сохранность на весь период эксплуатации изделия в соответствии с ОСТ 26-291-79 или др. нормативно-технической документацией.

I.8. Указания по технологии электрошлаковой сварки (ЭШС)

I.8.I. ЭШС следует выполнять преимущественно в вертикальном положении. Допускается сварка наклонных швов под углом не более 45° к вертикали.

I.8.2. Для удержания ванны расплавленного металла и шлака и формования наружной поверхности шва (со стороны противоположной ползуну сварочного автомата) необходимо применять медные охлаждаемые ползуны и накладки, которые фиксируют с помощью клиньев, электромагнитов, пневмоприжимов и др. Перед началом ЭШС 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.

I.8.3. При настройке сварочного автомата положение электродной проволоки в зазоре между свариваемыми кромками регулируют с помощью механизмов вертикального и поперечного перещения сварочного автомата с таким расчетом, чтобы электрод находился посередине стыка, а его вылет составлял 65-70 мм или соответствовал данным табличных режимов.

I.8.4. ЭШС продольных и кольцевых швов, а также фланцев следует начинать и заканчивать на технологических планках, прихваченных предварительно заподлицо с наружной поверхностью.

I.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.

I.8.6. ЭШС 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.

I.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 ЭШС с колебаниями время выдержки в ползунов устанавливают в пределах 6-8 с.

I.8.8. ЭШС пластинчатым электродом рекомендуется применять для соединения сравнительно коротких прямоугольных деталей большой толщины. При этом применяют один или несколько пластинчатых электродов.

I.8.9. Приведенные в настоящем стандарте режимы сварки следует корректировать на минимальные сварочные токи, обеспечивающие устойчивый электрошлаковый процесс и необходимое проплавление кромок.

I.8.10. ЭШС соединения производят без перерыва во избежание образования дефектов.

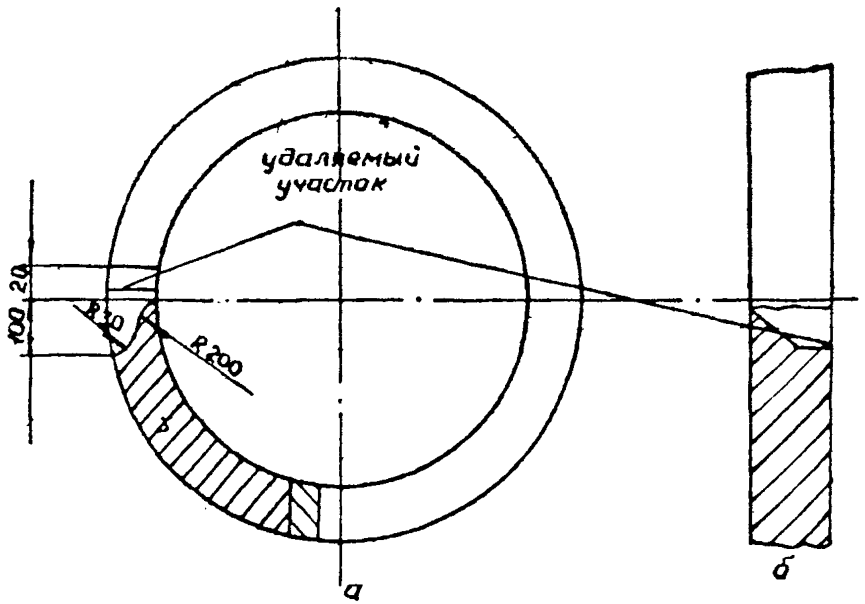
I.8.II. В случае вынужденных остановок процесса ЭШС, его продолжение следует производить на специально подготовленном торце шва (черт.7). Сварку начинают одним электродом без колебаний. По мере заполнения подготовленного фигурного участка сварку производят с поперечными колебаниями двумя и более проволоками.

I.8.I2. При завершении ЭШС на выходе из стыка скорость подачи электрода необходимо убавить, снизив тем самым силу сварочного тока.

I.8.I3. 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 участков (черт. 8). Замыкание кольцевого шва должно быть удалено от мест пересечения с продольными швами.

I.8.I4. Для предотвращения возможного переливания металла к наружной поверхности изделия (из-за различия линейных скоростей внутренних и наружных участков стыка) при ЭШС кольцевых стыков толстостенных изделий скорость колебания или подачи электродов должна быть пропорциональна средней скорости соответствующих участков.

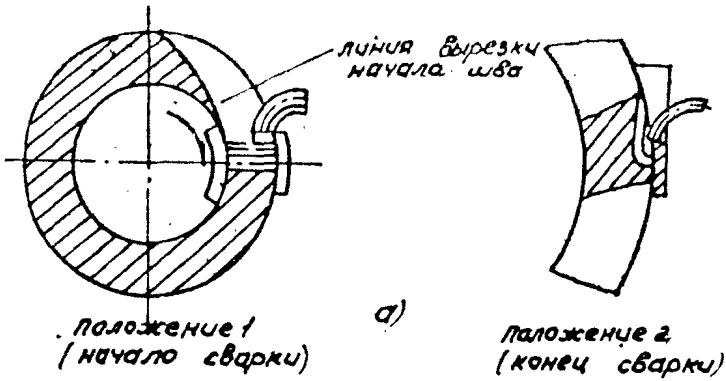
Подготовка под сварку при вынужденных остановках

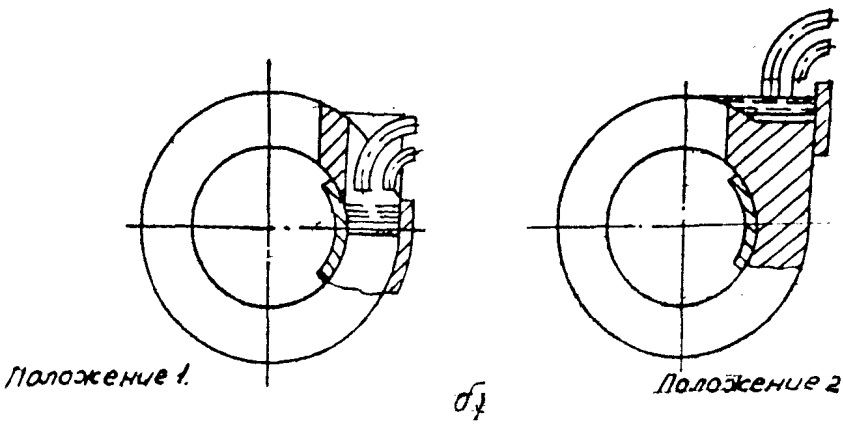


а - кольцевой шов б - стыковой шов

Черт. 7

Схема замыкания кольцевого шва





а – при толщине металла 36÷100 мм

б – при толщине металла более 100 мм

Черт. 8

2. СВАРКА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

2.1. Ручная дуговая сварка

2.1.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 5264-80, ГОСТ 11534-75, для труб - ГОСТ 16037-80 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

2.1.2. 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 статическими результатами испытаний.

2.1.3. Диаметр электрода необходимо выбирать в зависимости от толщины металла и номера прохода при многослойной сварке. Для первого прохода рекомендуется диаметр электрода не более 3,0-4,0 мм, для последующих - 4,0-6,0 мм.

2.1.4. 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.

2.1.5. 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 I

Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей

Марки свариваемой стали	Типы электродов по ГОСТ 9467-75	Марки электродов	Условия применения
ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3Гпс	342	АНО-5, АНО-17 и др.	По отраслевым стандартам на технические требования к изделиям (по ОСТ 26-291-79 или другим стандартам)
	342А	УОНИ-13/45, УП-1/45, и др.	
10, 15, 20, 15К, 16К, 18К, 20К	346	АНО-13, АНО-3, АНО-4, МР-3, АНО-18, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-3, ОЗС-12 и др.	
16ГС, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1, 17ГС, 17Г1С, 15Г2СФ, 09Г2СБ	350А	УОНИ-13/55, УП-1/55 УП-2/55, К-5А, АНО-11, ВП-4, ОЗС-29 и др.	
	355	ОЗС/ВНИИСТ-27.	
	360	ОЗС-34М.	

Примечание. По решению главного сварщика допускается замена электродов 342, 342А, 346, 346А электродами 350А при условии положительных результатов контрольных испытаний сварных соединений.

Таблица 2

Режимы ручной сварки углеродистых и низколегированных сталей

Типы электродов по ГОСТ 9467-75	Марка электродов	Диаметр электродов, мм	Сварочный ток, А	Род тока
Э42	АНО-I7	4 5 6	I60-2I0 I90-280 270-360	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток
Э42А	УОНИ-I3/45	2 3 4 5 6	45-65 80-I00 I30-I60 I70-200 2I0-240	Постоянный ток, обратная полярность
	УП-I/45	2 3 4 5	45-65 I00-I30 I40-I60 I60-250	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
Э46	МР-3	4 5 6	I60-200 I80-260 280-320	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
	ОЗС-4	3 4 5 6	90-I00 I60-I80 200-250 250-300	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток

Продолжение табл. 2

Типы электродов по ГОСТ 9467-75	Марки электродов	Диаметр электродов, мм	Сварочный ток, А	Род тока
Э50А	УОНИ-13/55	3 4 5 6	80-100 130-160 170-200 210-240	Постоянный ток, обратная полярност
	УП-1/55	3 4 5 6	90-120 140-160 160-250 280-350	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
	ОЗС-29	3 4 5	80-100 120-150 150-180	Постоянный ток, обратная полярность
Э55	ОЗС/ВНИИСТ-27	3 4	90-110 130-150	Постоянный ток, обратная полярность
Э60	ОЗС-24И	3 4	90-110 130-150	Постоянный ток, обратная полярность

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

2.2. А в т о м а т и ч е с к а я д у г о в а я с в а р к а

2.2.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 8713-79, ГОСТ 11533-75, для труб - ГОСТ 16037-80 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

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

Таблица 3

Типы сварных швов для корпусов аппаратов из углеродистых и низколегированных сталей

Вид соединения	Предельные размеры аппарата		Тип шва по ГОСТ 8713-79	
	диаметр, мм	толщина стенки, мм	характеристика	условное обозначение
Продольные стыки обечаек, патрубков и т.п. элементов	200-800	2-10	Односторонний без скоса кромок на флюсовой подушке или медной подкладке	С4
		8-24	То же, со скосом двух кромок	С18
Стыки плоских листовых заготовок (карт)	200-800[X] 800 и более	2-32[XX]	Двусторонний без скоса кромок с предварительным наложением подварочного шва ("на весу") без подварочного шва и на флюсовой подушке	С7 С4 С30 С29
		14-32[XX]	То же с односторонним скосом двух кромок	С21, С33

Продолжение табл. 3

Вид соединения	Предельные размеры аппарата		Тип шва по ГОСТ 8713-79	
	диаметр, мм	толщина стенки, мм	характеристика	условное обозначение
Кольцевые стыки обечаек труб и т.п. элементов	200-800	24-160	То же с криволинейным скосом двух кромок	С23, С40
		16-60	То же с двумя скосами двух кромок	С25, С38, С39
		50-160	То же с двумя криволинейными скосами двух кромок	С26
		2-12	Односторонний без скоса кромок на стальной подкладке	С5
		8-30	То же со скосом двух кромок	
		16-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	С34
Кольцевые стыки днищ с обечайками и др. элементов разной толщины	200-800	8-30	Односторонний замковый со скосом двух кромок	С20

Продолжение табл. 3

Вид соединения	Предельные размеры аппарата		Тип шва по ГОСТ 8713-79	
	диаметр, мм	толщина стенки, мм	характеристика	условное обозначение
Кольцевые стыки днищ с обечайками и др.элементов разной толщины	200-800	16-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	С35

x Только продольные стыки при наличии специального оборудования для сварки внутреннего шва, кольцевые - для коротких элементов.

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

2.2.3. При автоматической дуговой сварке применять проволоку и флюсы, указанные в табл. 4.

2.2.4. Собранные под сварку детали и сборочные единицы прихватывать электродами, которые применяются для ручной дуговой сварки данной стали (см. табл. I).

Таблица 4

Выбор марки присадочной проволоки для углеродистых и низколегированных сталей

Марка свариваемого металла	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса по ГОСТ 9087-81	Условия применения
ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3Гпс, 10, 15, 15К, 16К, 18К, 20, 20К	Св-08, Св-08А, Св-08ГА[x]	АН 348А, ОСЦ 45М, АН-60 или им равноценные, АН-22[xx]	По отраслевым стандартам на технические требования к сосудам и аппаратам
17ГС, 17Г1С 16ГС, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1 09Г2ФБ	Св-08ГА Св-08ГС Св-08Г2С Св-10ГА Св-10НМ0 (ТУ14-1-2219-77) Св-10НМА Св-08Х [xxx]		
15Г2СФ	Св-10Г2, Св-08ГА Св-10НМА		

[x] Для кипящих и полуспокойных сталей предпочтительнее применять проволоку Св-08ГА.

xx Флюс АН-22 для кипящих сталей не рекомендуется.

xxx Должна быть проверена необходимость подогрева при сварке и отпуске после сварки в зависимости от толщины металла.

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

Таблица 6

Примеры режимов автоматической сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей

Толщина свариваемого металла, мм	Условное обозначение шва по ГОСТ 8713-79	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		

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

2.3.1. При выборе способа сварки с применением гранулированной металлической присадки необходимо учитывать его преимущества и недостатки.

К числу преимуществ использования крошки относят:

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

уменьшение остаточных сварочных деформаций;

расширение диапазона толщин металла, свариваемого без предварительной разделки кромок;

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

К недостаткам способа относят:

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

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

2.3.2. Крошку изготовляют из сварочной проволоки диаметром 1,6-2,0 мм путем рубки ее на специализированных станках или стандартном фрезерном станке, оснащенном подающим механизмом.

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

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

2.3.4. Прихватку свариваемых кромок производить ручной дуговой сваркой электродами, приведенными в табл. 1.

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

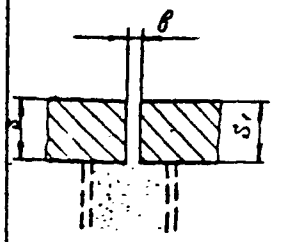
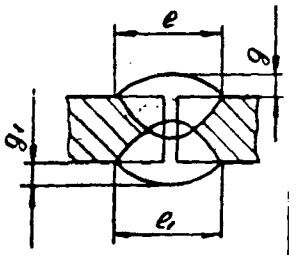
2.3.6. Дозировку и засыпку металлической крошки производить специальными дозаторами, устанавливаемыми на сварочном автомате.

Допускается засыпать крошку перед сваркой вручную.

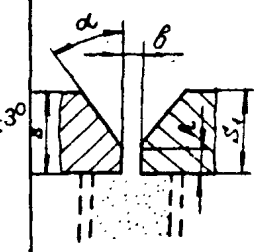
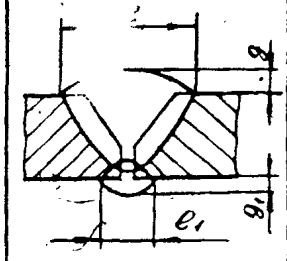
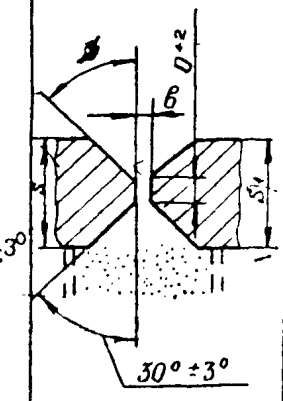
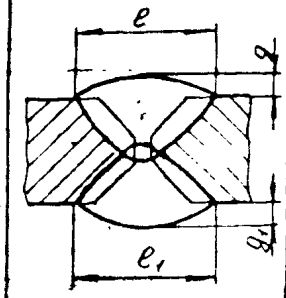
2.3.7. Дозировка крошки может производиться как перед началом сварки, так и в процессе сварки или комбинированным методом.

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 шва	Размеры, мм											Конструктивные элементы	
		b		k	e		e_1		g	g_1	α	подготовленных кромок	выполненного шва
	$\delta = \delta_1$	номин.	пред. откл.	(пред. откл. ±1)	номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.					
$C_к$ I Двусторонние швы стыковых соединений без скоса кромок на флюсовой подушке	18	4	±2	–	28	+4	28	±4	$2^{+2,0}_{-1,5}$	$2^{+2,5}_{-1,5}$			
	20				30		30						
	22												
	24	5			34		34						
	26												
	28												
	30	6			36		36						
	32												
	34												
	36	7											
	38												
	40	8			42		42						
	42												
	44	8-9							$3^{+3,0}_{-2,0}$				
	46	9											
	48	9-10											
	50	10			50		50						

Продолжение табл. 6

Условное обозначение шва	Размеры, мм											Конструктивные элементы	
		b		h	e		e_1		g	g_1	α	подготовленных кромок	ленного шва
	$S=S_1$	номин.	пред. откл.	(пред. откл. ±1)	номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.					
Ск2 Двусторонние швы стыковых соединений со скосом двух кромок на флюсовой подушке	18 20 22 24 26 28 30	2	±1	3	26 30 32 34 36	±4	20	±4	$2^{+1,0}_{-1,5}$ $2^{+2,5}_{-1,5}$	$1,5^{+1,0}_{-1,0}$	30°±3°		
Ск 3 Двухсторонние швы стыковых соединений с двумя симметричными скосами двух кромок на флюсовой подушке	24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52	0	+4	–	28 30 34 36 40	±4 ±5	28 30 34 36 40	±4 ±5	$2,5^{+1,0}_{-2,0}$		30°±3°		

Продолжение табл. 6

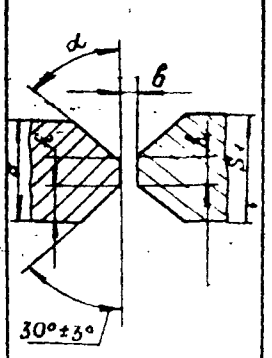
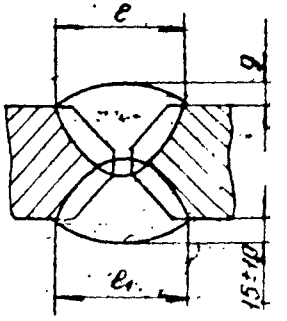
Условное обозначение шва	Размеры, мм											Конструктивные элементы	
	$S = S_1$	b		h_1 (пред. откл. ±1)	e		e_1		g	g_1	α	подготовленных кромок	выполнение шва
		номин.	пред. откл.		номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.					
	54 56 58 60	0	±4	–	44	±5	44	±5	$2,5^{+1,0}_{-2,0}$		$30^{\circ}\pm3^{\circ}$		
Ск4 Двусторонние швы стыковых соединений с двумя симметричными скосами двух кромок с предварительным наложением подварочного шва	24 26 28 30 32 34 36 38	2	±1	3 3	28 35 40	±4 ±5	28 35 40	±4 ±5	$2,5^{+1,0}_{-2,0}$	–	$30^{\circ}\pm3^{\circ}$		
	40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60	3		3	49 56 64 69		49 56 64 69		$2,5^{+1,0}_{-2,0}$		$30^{\circ}\pm2^{\circ}$		

Таблица 7

Сварочные материалы для углеродистых и низколегированных сталей при автоматической сварке под флюсом с применением кромки

Марка свариваемой стали	Сварочные материалы		
	марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	марка кромки по ГОСТ 2246-70	флюс по ГОСТ 9087-81
Ст3кп	Св-08А	Св-08ГА Св-08Г2С	АН-348А, ОСЦ-45, АН-60 и им равноценные
	Св-08ГА	Св-08А	
	Св-08Г2С		
малоуглеродистые стали, кроме кипящих	Св-08А		
	Св-08ГА	Св-08А Св-08ГА	
	Св-08Г2С	Св-08А Св-08ГА	
16ГС	Св-08ГА	Св-08Г2С	
09Г2С		Св-08ГА Св-10Г2	
	Св-08МХ[x]	Св-08ГА	
	Св-10Г2	Св-08ГА Св-10Г2	
10Г2С1	Св-08ГА, Св-08МХ [x] Св-10Г2	Св-08ГА Св-10ГА Св-08ГА	

[x] Должна быть проверена необходимость подогрева при сварке и отпуске после сварки в зависимости от толщины металла.

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

2.3.9. 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 типа.

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

2.3.11. Для автоматической сварки под флюсом с крошкой следует применять серийные сварочные аппараты ТС-17М, ТС-35, АБС, АДС-1000-3 и другие, на которые навешивается специальный дозатор конструкции ИЭС им. Патона или ВНИИмонтажспецстроя для дозирования крошки, засыпаемой в зону сварки.

2.3.12. Сварку производить на постоянном токе обратной полярности.

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

2.3.14. Сварка производится в нижнем положении или при угле наклона заготовок до 3–4°, при больших углах наклона сварка на "спуск" не допускается.

2.3.15. Ориентировочные режимы двусторонней однопроходной сварки стыковых соединений без разделки кромок с применением крошки приведены в табл. 8.

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

$$G_{кр} = 5 \cdot \frac{d_{эл}^2 \cdot V_{под}}{V_{св}} \quad \text{г/пог.м.;} \quad (3)$$

где $d_{эл}$ – диаметр плавящегося электрода, мм;

$v_{под}$ - скорость подачи электродной проволоки, м/ч;

$v_{св}$ - скорость сварки, м/ч.

Таблица 8

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

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

2.3.17. Первые проходы при автоматической сварке под флюсом с применением крошки выполнять на флюсовой подушке, остающей подкладке, по расплавляемой вставке или ручной подварке.

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

2.4. Полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом

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

2.4.2. Конструктивные элементы и размеры подготовленных кромок под сварку должны соответствовать ГОСТ 8713-79, ГОСТ 11533-75, для труб - ГОСТ 16037-80 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

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

2.4.4. Сварку производят проволокой марок, указанных в табл. 4, диаметром 2 мм под флюсом ОСЦ-45М или АН-348А (мелкой грануляцией).

2.4.5. Собранные под сварку детали и сборочные единицы следует прихватывать электродами, указанными в табл. 1.

2.4.6. Сварку выполнять на переменном или постоянном токе.

2.4.7. 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 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		200-250	32-34		79-101	
8		250-300	34-36		126-156	
10		350-420	36-38		191-250	
12	2	450-540	38-42	18-30	306-378	25
14-20		550-600	42-44		472	
22-30		630-670	44-46		600	

2.5. Аргонодуговая сварка

2.5.1. 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.

2.5.2. Аргонодуговая сварка рекомендуется только для спокойных сталей.

2.5.3. В качестве присадочных материалов применять низколегированные сварочные проволоки марок Св-08ГС, Св-08Г 2С, Св-10Г2, Св-08ГСМТ и другие по ГОСТ 2246-70, содержащие достаточное для предотвращения парообразования количество раскислителей (марганца, кремния или др.) и обеспечивающие необходимые механические свойства металла шва.

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

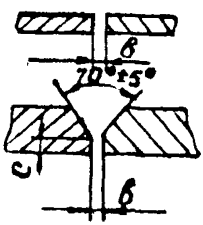
2.6. Газовая сварка низкоуглеродистой стали

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

2.6.2. Подготовку кромок под сварку в зависимости от толщины металла производить согласно табл. 10.

Таблица 10

Подготовка кромок под газовую сварку низкоуглеродистой 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

2.6.3. В качестве присадочного металла применять проволоку Св-08, Св-08А, Св-08ГА по ГОСТ 2246-70.

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

2.6.5. Угол наклона горелки принимать в зависимости от толщины свариваемого металла, чем больше толщина, тем больше угол. При толщине δ = 1-3 мм угол наклона равен 20°, при δ = 12-15 мм - 70°. Угол наклона присадочного прутка равен $30-45^{\circ}$.

2.6.6. Пламя устанавливать нормальное.

2.6.7. Режимы принимать по табл. II.

Таблица II.

Режимы газовой сварки низкоуглеродистой 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		4	700-800
10-12	5	5	1100-1200
14-16		6	1500-1700

2.7. Полуавтоматическая сварка в углекислом газе

2.7.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 14771-76, ГОСТ 14776-79, ГОСТ 23518-79, для труб - ГОСТ 16037-80.

2.7.2. В качестве присадочного материала для низкоуглеродистых и низколегированных сталей использовать проволоку марки Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

2.7.3. Для сварки низколегированных сталей рекомендуется применение проволоки Св-08ГСМТ и порошковых проволок ПП-АН4, ПП-АН7, ПП-АН8, ПП-АН10 (наплавленный металл соответствует типу 35СА, ГОСТ 9467-75).

2.7.4. В качестве защитного газа применять сварочную углекислоту по ГОСТ 8050-85 и ее смеси с другими газами, в соответствии с отраслевой технологической документацией, утвержденной в установленном порядке.

2.7.5. Собранные под сварку детали и сборочные единицы прихватывать полуавтоматической или ручной электродуговой сваркой (см. табл. 1).

2.7.6. Прихватку и сварку выполнять на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

2.7.7. Режимы сварки приведены в табл. 12

Таблица I2

Режимы полуавтоматической сварки в углекислом газе для низкоуглеродистой и низколегированной стали

Толщина свариваемого металла, мм	Условное обозначение шва по ГОСТ I477I-76	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Расход углекислого газа, л/ч	Количество слоев	Скорость сварки, м/ч
0,6-I,0	С1	0,5-0,8	50-60	I7-20	500-600	I	20-25
0,6-I,0	С2	0,5-0,8	60-80	I7-20	500-600	I	25-35
I,2-2,0	С2	0,8-I,0	70-II0	I8-20	500-600	I-2	I8-24
3,0-5,0	С2	I,6-2,0	I60-200	2I-24	600-800	I-2	20-22
3,0-8,0	С7	I,6-2,0	200-300	22-28	800-I000	2	25-30
5,0-8,0	С4	I,6-2,0	220-300	22-30	800-I000	I-2	I8-22
I0,0-I4,0	С9	2,0	320-350	30-32	800-I000	2	I8-22
I6,0-24,0	С9	2,0	350-380	30-32	800-I000	4-5	I8-22
26,0-30,0	С9,С10	2,0	350-400	30-34	900-II00	5	I8-22
8,0-I2,0	С17, С2I	2,0	380-400	30-32	800-I000	2-3	I8-22
I2,0 и более	С25	2,0-2,5	440-420	30-32	800-I000	4	I6-20
30,0 более	С23	2,0-2,5	440-500	30-32	900-II00	I0 и более	I6-20
32,0 более	С26	3,0	500-750	34-36	900-II00	I2 и более	I6-20

2.8. Ручная дуговая, автоматическая дуговая под флюсом и полуавтоматическая в углекислом газе сварка сталей марок I2ХМ и I2МХ

2.8.I. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264-80, ГОСТ I534-75 при ручной дуговой сварке; ГОСТ 8713-79, ГОСТ II533-75 при оматической сварке под флюсом; для труб - ГОСТ I6037-80 и друг йствующей нормативно-технической документации и чертежам.

2.8.2. Кромки под сварку подготавливать механическим способом: допускается предварительная резка термическими способами по технологии, учитывающей необходимости подогрева в зависимости от толщины металла.

2.8.3. Прихватку осуществлять электродами, применяемыми для ручной сварки каждой марки стали.

2.8.4. Присадочные материалы для ручной дуговой, автоматической под флюсом и полуавтоматической в углекислом газе сварки сталей I2ХМ и I2МХ, температура предварительного и сопутствующего подогрева представлены в табл. I3.

2.8.5. В случае перерыва процесса сварки при выполнении промежуточных операций (срезка временных креплений, зачистка мест их приварки, зачистка корня шва) температура сварного соединения не должна спускаться ниже 200°С вплоть до возобновления сварки.

2.8.6. Время от момента окончания сварки до начала термообработки, если нет других указаний в соответствующей нормативно-технической документации, должно быть:

I) для кольцевых и продольных швов изделий с толщиной стенок

Таблица 13

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

Марка стали	Электроды (типы по ГОСТ 9467-75 и марки), проволока по ГОСТ 2246-70	Флюсы, защитный газ	Температура предварительного и сопутствующего подогрева, °С
12МХ	Электроды типа Э-09МХ (ГЛ-14, УОНИ-13/45 МХ, СЗС-II и др.)	-	200-250
	Проволока Св-08МХ	АН-15, АН-22, АН-348А, АН-60, ОСЦ-45, ОСЦ-45М и им равноценные	150-200
	Проволока Св-10ХГ2СМА	Углекислый газ, сорт 1-й, ГОСТ 8050-85	150-200
12ХМ	Электроды типа Э-09Х1М (ЦУ-2ХМ, ТМЛ-1 и др.); Э-09Х1МФ (ЦЛ-20-67, ТМЛ-3 и др.)	-	250-300
	Проволока Св-08ХМ, Св-10Х2М	АН-15, АН-22, АН-348А АН-60, ОСЦ-45, ОСЦ-45М и им равноценные	200-250

Продолжение табл. 13

Марка стали	Электроды (типы по ГОСТ 9467-75 и марки), проволока по ГОСТ 2246-70	Флюсы, защитный газ	Температура предварительного и сопутствующего подогрева, °С
12ХМ	Проволока Св-10ХГ2СМА	Углекислый газ, сорт 1-й, ГОСТ 8050-85	200-250

Примечание: После сварки требуется отпуск по режиму, предусмотренному нормативно-технической документацией по термообработке.

до 60 мм и швов угловых и тавровых соединений в изделиях с толщиной стенок до 50 мм - не ограничено;

2) 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.

2.9. Ручная дуговая сварка соединений труб из стали марки I5Х5М

2.9.I. Рекомендации по сварке стали I5Х5М даны применительно к изготовлению печных змеевиков, являющихся основным видом продукции из этой стали. Допускается использование рекомендаций при сварке других изделий.

2.9.2. Подготовку кромок труб под сварку необходимо выполнять согласно ГОСТ I6037-80 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.

2.9.3. Собранные под сварку детали и узлы прихватывать теми же электродами, которыми производится сварка.

2.9.4. Сварку стыков змеевиков печей и трубопроводов из стали I5Х5М следует производить электродами марки ЦЛ-I7 типа Э-I0Х5МФ по ГОСТ 9467-75.

2.9.5. Прихватку и сварку выполнять с предварительным и сопутствующим подогревом свариваемых частей до температуры 300-350°С при любой толщине.

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

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

2.9.7. Количество слоев в шве в зависимости от толщины стенки приведено в табл. I4.

Таблица I4

Количество слоев в зависимости от свариваемой толщины при ручной дуговой сварке труб из стали марки I5Х5М

Толщина стенки, мм	Диаметр электрода, мм	Количество слоев
6-I2	3-4	2-4
I3-20	3-4-5	4-6
2I-25	3-4-5	6-9
26-30	3-4-5	6-II

Сварку первого (корневого) слоя и последующих 2-3 слоев рекомендуется выполнять электродами диаметром 3-4 мм при силе тока 80-I20 А, а сварку последующих слоев - электродами диаметром 4-5 мм при силе тока I30-I80 А.

2.9.8. При отсутствии возможности применения подкладных ко при толщине стенки свариваемых изделий до 20 мм сварку корнево слоя рекомендуется выполнять аргонодуговой сваркой. Режимы аргонодуговой сварки корневого слоя приведены в табл. I5.

Таблица I5

Режимы аргонодуговой сварки корневого слоя

Диаметр вольфрамового электрода, мм	Режим сварки		Расход аргона, л/мин	
	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Горелка	Поддув
2-4	I20-I60	9-II	8-I0	3-I0

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

Термическую обработку соединений производить непосредственно после окончания сварки, не допуская охлаждения стыка ниже 300°С.

Режим термической обработки принимается по отраслевой нормативно-технической документации на термообработку.

2.I0. Электрошлаковая сварка

2.I0.I. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ I5I64-78 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

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

2.10.3. 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.

2.10.4. При ЭШС рекомендуется применять сварочные материалы, указанные в табл. 16.

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

Таблица 16

Сварочные материалы для электродуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Условия применения сварных соединений
ВСт3сп ВСт3пс 20, 15К, 16К	Св-08ГА Св-08А	АН-8 ГОСТ 9087-81 АН-9 ТУ ИЭС 201-78	После нормализации и высокого отпуска при температуре допускаемой для свариваемой стали
18К, 20К, 22К	Св-10Г2, Св-08ГС	АН-8 ГОСТ 9087-81 АН-9	
16ГС, 09Г2С	Св-10Г2, Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-08ГСМТ Св-10НД по ТУ 14-1-2219-77	ТУ ИЭС 201-78 АН-348 АН-22 ГОСТ 9087-81	
12ХМ	Св-10Х2М по ТУ 14-1-2219-77 Св-08ХМ	АН-8 ГОСТ 9087-81 АН-9 ТУ ИЭС 201-78	После нормализации и высокого отпуска не ниже 0°С
12МХ	Св-08МХ		

Таблица 17

Режимы сварки углеродистых и низколегированных сталей (для сварочной проволоки диаметром 3 мм)

Толщина металла, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Глубина шлаковой ванны, мм	Сухой вылет электрода, мм	Скорость поперечных колебаний, м/ч	Время выдержки у ползуна, С	Скорость подачи проволоки, м/ч	Количество электродов
36–40	650–730	46–50	40–50		–	–	260–290	I
4I–I00	670–750	44–48	50–55		40	2–3	270–300	I(2)
I0I–200	380–500	46–52	55	70–75	30–40	3–4	I40–200	2(3)

Примечания:.

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

2. Сухой вылет электрода – расстояние от нижней точки мундштука до поверхности шлаковой ванны.

2.10.6. Для повышения тепловой эффективности процесса и качества сварного соединения рекомендуется введение в зону ЭШС 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.

2.10.7. Для обеспечения требуемых свойств металла шва при ЭШС с крошкой рекомендуется применять сварочные материалы, указанные в табл. 18. Флюс марки АН-8.

Таблица 18

Сварочные материалы для ЭШС с крошкой углеродистых и низколегированных сталей

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка крошки по ГОСТ 2246-70	Условия применения
ВСт3сп ВСт3пс 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	

2.10.8. Ориентировочные режимы электрошлаковой сварки с применением крошки указаны в табл. 19.

Таблица 19

Режимы ЭШС с крошкой углеродистых и низколегированных сталей

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

3. СВАРКА ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ АУСТЕНИТНОГО И АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ

3.I. Специальные требования

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

3.I.2. Сварочные материалы, предназначенные для выполнения свар-ных соединений, к которым предъявляются требования по стойкости против межкристаллитной коррозии (МКК), должны быть испытаны на склонность к МКК по ГОСТ 6032-84.

3.I.3. Сварочные материалы, предназначенные для сварки глубокоаустенитных сталей (не содержащих ферритную фазу), а также не обеспечивающих наличие ферритной фазы в наплавленном металле шва аустенитно-ферритных сталей, при необходимости отбора партий, выбора марок или отработке технологического процесса сварки, должны быть испытаны на стойкость против горячих трещин в соответствии с ГОСТ 26389-84.

Примечания:

I. К глубокоаустенитным сталям и сплавам, предусмотренным в настоящем стандарте, относятся: 08Х17Н15М3Т (ЭИ 580); 03Х17Н14М3 (ЭИ 66); 03Х21Н21М4ГБ (ЭИ 35); 10Х23Н18 (ЭИ 417); 06ХН28МДТ (ЭИ 943); 03ХН28МДТ (ЭП 516).

2. Сварочные материалы, не обеспечивающие ферритную фазу в наплавленном металле, указываются в соответствующих разделах настоящего стандарта.

3.I.4. Сварочные материалы, предназначенные для сварки изделий, работающих при температуре выше 350°С (кроме изделий, изготавливаемых из глубокоаустенитных сталей), при отсутствии сертификатных или паспортных указаний подвергаются контролю на содержание ферритной фазы в металле шва или наплавленном металле (с учетом применения I к табл. 24).

3.I.5. Резку коррозионностойких сталей и обработку кромок под сварку производить 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.

3.I.6. Вследствие большого коэффициента линейного расширения и, соответственно, значительных деформаций сварных соединений, расстояния между прихватками должны быть в I,5–2,0 раза меньше, а длина прихватки больше по сравнению с теми же параметрами прихватки в соединениях углеродистых и низколегированных сталей.

3.I.7. Для предотвращения дефектов при сварке в защитных газах и возможного снижения коррозионной стойкости металла шва, сварочную проволоку перед употреблением необходимо промыть ацетоном, или др. растворителями.

3.I.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.

3.I.9. При многослойной сварке каждый проход выполнять после охлаждения предыдущего до температуры ниже I00°С и тщательной его зачистки.

3.I.IO. 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.

3.I.II. Для предотвращения горячих трещин, особенно в соединениях большой толщины (IO мм и более), глубокоаустенитных сталей (II.3.I.3):

I) ручную дуговую и аргоно-дуговую как плавящимся, так и неплавящимся электродом рекомендуется выполнять при минимальной длине дуги, без поперечных колебаний усиленными валиками;

2) автоматическую сварку под флюсом производить на пониженных скоростях с минимальным числом проходов;

3) кратеры швов должны быть тщательно заплавлены до получения выпуклого мениска или выплифованы; выводить кратеры на основной металл запрещается;

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

5) сварщики, допускаемые к сварке глубокоаустенитных сталей, должны быть обучены приемам борьбы с горячими трещинами;

6) автоматическая сварка глубокоаустенитных сталей большой толщины, должна проводиться по специальной технологии отработанной

с учетом мер предотвращения горячих трещин;

7) при проектировании сварных конструкций из глубокоаустенитных сталей необходимо во всех возможных случаях заменять угловые и тавровые соединения стыковыми;

8) 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.

3.I.I2. При сварке легко деформируемых конструкций в незакрепленном состоянии следует принимать технологические меры предотвращения значительных деформаций: обратно-ступенчатый порядок сварки, поочередное выполнение слоев сварного шва с разных сторон и т.п.

3.2. Ручная дуговая сварка

3.2.I. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264-80 и ГОСТ II534-75, для труб - ГОСТ I6037-80 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

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

Продолжение табл. 20

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов)[1]	Допускаемая температура эксплуатации[3] соединений и условия применения электродов	
		без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	при наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
08Х18Н10Т 12Х18Н9Т	Э-07Х20Н9 (03Л-8, АНВ-29)	не ограничено	не допускается
12Х18Н10Т 08Х18Н12Б 10Х18Н9ТЛ	Э-04Х20Н9 (03Л-36)	до 500°С	не допускается
	Э-06Х20Н9Г2Б (03Л-7, ЦЛ-11, Л-38М, Л-43М АНВ-35)	до 450°С	до 350°С
			свыше 350°С до 450°С после стабилизирующего отжига
	Э-08Х19Н10Г2Б АНВ-23, ЦТ-15)	не ограничено	до 350°С
			свыше 350°С до 610°С после стабилизирующего отжига
03Х18Н1...	Э-02Х19Н9Б (АНВ-13) ТУ 14-4-301-73	до 450°С	до 350°С

Продолжение табл. 20

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов)[1]	Допускаемая температура эксплуатации[3] соединений и условия применения электродов	
		без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	при наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
08Х18Н10Т 12Х18Н9Т	Э-07Х20Н9 (03Л-8, АНВ-29)	не ограничено	не допускается
12Х18Н10Т 08Х18Н12Б 10Х18Н9ТЛ	Э-04Х20Н9 (03Л-36)	до 500°С	не допускается
	Э-08Х20Н9Г2Б (03Л-7, ЦЛ-11, Л-38М, Л-40М АНВ-35)	до 450°С	до 350°С
			свыше 350°С до 450°С после стабилизирующего отжига
	Э-08Х19Н10Г2Б АНВ-23, ЦТ-15)	не ограничено	до 350°С свыше 350°С до 610°С после стабилизирующего отжига
03Х21Н21	Э-02Х19Н9Б (АНВ-13) ТУ 14-4-301-73	до 450°С	до 300°С

Продолжение табл. 20

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов)[1]	Допускаемая температура эксплуатации[3] соединений и условия применения электродов	
		без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	при наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
03Х18Н11	Э-02Х21Н10Г2 (03Л-22)	до 450°С	до 350°С
03Х19АГ3Н10	Э-02Х19Н9Б (АНВ-13) ТУ14-4-301-73	не ограничено	до 350°С свыше 350°С после стабилизирующего отжига до температуры применения стали по ОСТ 26-291-79
10Х14Г14Н4Т	Э-03Х15Н9АГ4 (АНВ-24)	до 500°С	-
03Х13АГ19 07Х13АГ20	Э-07Х20Н9 (03Л-8) Э-04Х20Н9 (03Л-36) Э-08Х20Н9Г2Б (03Л-7, ЦЛ-11, Л38М, Л-40М)	до 350°С без требования равнопрочности металла шва основному металлу	-

Продолжение табл. 20

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов) [1]	Допускаемая температура эксплуатации[3] соединений и условия применения электродов	
		без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	при наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
08Х17Н13М2Т 08Х17Н15М3Т	Э-02Х20Н14Г2М2 (ОЗЛ-20) Э-02Х19Н18Г5АМ3 (АНВ-17) ТУ14-4-362-73	не ограничено	до 350°С при условии подтверждения стойкости против межкристаллитной коррозии предварительным испытанием сварных соединений конкретной стали
08Х17Н13М2Т 08Х17Н15М3Т	Э-06Х19Н11Г2М2 (ЭНТУ-3М) 06Х18НПГ3М2 (АНВ-26) ТУ ИЭС 272-80 Э-02Х19Н18Г5АМ3 (АНВ-17) ТУ14-4-362-73	не ограничено	не допускается
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	07Х19Н11М3Г2Ф (ЭА-400/10У) ОСТ 5.9244-75 Э-09Х19Н10Г2М2Б (НИ-13, СЛ-28)	до 450°С свыше 450°С до 700°С при условии содержания ферритной фазы не более 6%	до 350°С

Продолжение табл. 20

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов)[1]	Допускаемая температура эксплуатации[3] соединений и условия применения электродов	
		без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	при наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
	Э-06Х19Н11Г2М2 (ЭНТУ-3М)	не ограничено	не допускается
08Х2Н6М2Т	07Х19Н11М3Г2Ф (ЭА-400/10У) ОСТ 5.9244-75 05Х22Н5М2Т (ОЗЛ-41) ТУ 14-168-43-80 Э-09Х19Н10Г2М2Б (НИ-13) ГОСТ 9466-75	до 300°С	до 300°С
03Х18АГ3Н11М3Б	Э-02Х19Н18Г5АМ3	не ограничено	до 350°С
03Х17Н14М3	(АНВ-17) ТУ[14] 4-362-73		
	Э-02Х20Н14Г2М2 (ОЗЛ-20)		до 350°С
	03Х24Н25М3АГ3 (АНВ-38)		
03Х21Н21М4ГБ (ЭИ-35)	ТУ ИЭС 376-83 04Х23Н27М3Д3Г2Б (ОЗЛ-17У) ТУ14-4-715-75		до 350°С

Продолжение табл. 20

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов) [1]	Допускаемая температура эксплуатации соединений и условия применения электродов [3]	
		без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	при наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
	ТУ 14-4-715-75	–	
	04Х21Н21М4Г2Б		до 350°С
	(03Л-26А)		
03Х21Н21М4ГБ	ТУ 14-4-316-79		
(ЭИ-35)	Э-02Х19Н18Г5АМ3	для внутренних многослойный сварных швов, не обращенных к коррозионной среде	не допускается
	(АНВ-17)		
	ТУ 14-4-362-73		
	04Х23Н27М3Д3Г2		
	(03Л-17уГ) [4]		
	ТУ 14-4-715-75		
	03Х24Н25М3АГ3Д		
	(АНВ-37)		
	ТУ ИЭС 375-83		
	04Х23Н27М3Д3Г2Б	–	до 350°С
	(03Л-17У)		
06ХН28МДТ	ТУ 14-4-715-75		
03ХН28МДТ	04Х23Н26М3Д3Г2Б		
	(03Л-37-2)		
	ТУ 14-4-1276-76		

Продолжение табл. 20

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов)	Допускаемая температура эксплуатации соединений и условия применения электродов 3)	
		без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	при наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2Ф (АНВ-28) ТУ ИЭС 270-80	для внутренних многослойных сварных швов, не обращенных к коррозионной среде	до 350°С при подтверждении коррозионной стойкости испытаниями в конкретной среде
	04Х23Н27М3Д3Г2 (03Л-17у)П) 4) ТУ 14-4-715-75	прихватки при толщине металла более 10 мм	не допускается
10Х23Н18	3-10Х25Н13Г2 (03Л-6)	не ограниченно	

1). Без индекса "3" условно указаны типы электродов, не предусмотренные ГОСТ 10052-75.

2). Особенно рекомендуется при необходимости получения металла шва без ферритной фазы.

3). При определении температурных пределов эксплуатации сварных соединений необходимо также учитывать допускаемые температуры

применения стали, указанные в соответствующих стандартах или технических условиях на изделие.

4) Изготовляются по соглашению.

3.2.3. Режим сварки должен соответствовать указаниям паспортов, технических условий или этикеток на электроды.

При отсутствии таких данных, рекомендуется установить режим пробной сваркой по характеристикам плавления электрода и формирования шва (ГОСТ 9466-75) принимая силу сварочного тока в пределах, указанных в табл. 21.

Таблица 21

Режим сварки

Диаметр электродов, мм	Сварочный ток, А при положении шва		
	нижнее	вертикальное	потолочное
3	70-100	70-80	70-80
4	120-150	100-120	100-100
5	150-180	130-150	-

3.2.4. Диаметр сварочного электрода принимать согласно указаниям табл.22

Таблица 22

Диаметры электродов

Толщина металла, мм	Разделка кромок	Порядковый номер слоя шва (прохода)	Диаметр электрода, мм
2	без разделки	I	3
3	без разделки	I	3
3–20	односторонняя	I 2, 3 4 и последующее	3 3–4 4–5
I4 и более 20 и более	двусторонняя односторонняя с криволинейным скосом кромок	I 2 и последующие	3–4 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.

2.2.5. Сварку высоколегированных коррозионностойких сталей выполнять на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

3.3. А в т о м а т и ч е с к а я и п о л у а в т о м а т и ч е с к а я с в а р к а п о д с л о е м ф л ю с а .

3.3.I. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 8713-79, ГОСТ II533-75 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

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

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

3.3.3. С целью предотвращения охрупчивания металла шва сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений, эксплуатирующихся при температуре выше 350°С должны обеспечивать в металле шва или наплавленном металле 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 2246-70.

Таблица 23

Марки сварочной проволоки и флюсов для автоматической и полуавтоматической сварки высоколегированных коррдионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Допускаемая температура эксплуатации и условия применения	
			без требования стойкости против МКК	при наличии требования стойкости против МКК
06Х22Н6Т (ЭП-53)	Св-03Х21Н10АГ5 Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	АНК-45 ТУ14-1-2859 - -80	до 300°С	не допускается

Продолжение табл. 23

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Допускаемая температура эксплуатации и условия применения	
			без требования стойкости против МКК	при наличии требования стойкости против МКК
08Х18Г8Н2Т (КО-3)	Св-06Х21М7БТ по ТУ 14-1-1389-75 Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС ТУ14-1-1140-74	АН-26с по ГОСТ 9087-81 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206-76	до 300°С (при необходимости замены другими марками)	до 300°С
12Х18Н9 08Х18Н10	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	АН-26с по ГОСТ 9087-81	до 600°С	не допускается
08Х18Н10Т 12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н12Б 10Х18Н9ТЛ	Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х20Н9С2БТЮ ТУ14-1-1140-74 порошковая проволока ПП-АНВ 1	48-ОФ-6 ОСТ5.9206-75 АНК-45 ТУ-1-2859-80	до 600°С, (при необходимости замены другими марками) п.3.3.3	до 350°С; св. 350°С до 600°С после стабилизирующего отжига (табл. 20)

Продолжение табл. 23

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Допускаемая температура эксплуатации и условия применения	
			без требования стойкости против МКК	при наличии требования стойкости против МКК
03Х18Н11	Св-01Х18Н10 по ТУ 14-1-2795-79 Св-01Х19Н9	АН-18 по ГОСТ 9087-81	-	до 350°С
03Х19АГ3Н10	Св-01Х20Н18АГ12 (ЭП-689) Св-08Х20Н9С2БТЮ	АН-26с по ГОСТ 9087-81	-	до 350°С
10Х14Г14Н4Т (ЭИ-711) 03Х13АГ19 (40-36) 07Х13АГ20 (40-46)	Св-05Х15Н9 Г6АМ по ТУ14-1-1595-76	АН-26с ГОСТ 9087-81	по техническим условиям (стандартам) на изделие	-
08Х17Н13М2Т	Св-04Х19Н11М3	АН-26с	до 700°С	не допускается
10Х17Н13М2Т	Св-06Х19Н10М3Т	ГОСТ 9087-81	(п.3.3.3)	
10Х17Н13М3Т	Св-06Х20Н11М3ТБ	48-ОФ-6 по	до 700°С	до 350°С
08Х17Н15М3Т	Св-08Х19Н10М3Б	ОСТ 5.9206-75	(при необ-	
	Св-08Х19Н10М3Б	АНК-61	ходимости	
		ТУ ИЭС 519-85	замены другими марок)	

Продолжение табл. 23

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Допускаемая температура эксплуатации и условия применения	
			без требования стойкости против МКК	при наличии требования стойкости против МКК
03Х17Н14М3	Св-07Х19Н8Г10АМ4 (ЭП-690) по ТУ14-1-1892-76	АН-18 по ГОСТ 9087-81 АНК-45МУ ТУ ЖЭС 623-87	до 350°С (для получения швов без ферритной фазы)	до 350°С при подтверждении коррозионной стойкости предварительными испытаниями
	Св-07Х17Н14М2 по ТУ14-1-2795-79		–	
03Х18АГ3Н11М3Б 08Х21Н6М2Т (ЭП-54)	Св-07Х19Н8Г10АМ4 (ЭП-690) по ТУ14-1-1892-76	АН-26с по ГОСТ 9087-81 48-ОФ-6 по ОСТ 5.9260-75		до 350°С
	Св-04Х19Н11М3 Св-08Х19Н10М3Т		до 300°С	не допускается
	Св-07Х19Н15Г6М2АВ2 (ЧС-39) ТУ14-1-1595-76		до 300°С	до 300°С

Продолжение табл. 23

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Допускаемая температура эксплуатации и условия применения	
			для требования стойкости против МКК	при наличие требования стойкости против МКК
	Св-06Х19Н10М3Б Св-08Х19Н10М3Б Св-06Х20Н11М3ТБ		до 300°С (при необходимости замены других марок)	до 300°С
03Х21Н21М4ГБ (ЭИ-35)	Св-02Х21Н21М4Б (ЭИ-69) ТУ14-1-3262-81 Св-01Х23Н28М3Д3Т Св-03Х21Н21М4ГБ (ЭП-976) ТУ14-1-2571-78 Св-01Х24Н25АГ7Д (ЭЖ-75) ТУ14-1-3682-83	АНК-50 ТУ ИЭС 461-85 АН-18 ГОСТ 9087-81	—	до 350°С

Продолжение табл. 23

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Допускаемая температура эксплуатации и условия применения	
			без требований стойкости против МКК	при наличии требований стойкости против МКК
03ХН28МДТ (ЭП-516) 06ХН28МДТ (ЭИ-943)	ТУ14-1-3682-83 Св-01Х23Н28М3Д3Т (ЭП-516) Св-03Х25М4ДТЮ (ЭП-978) ТУ14-1-2571-78		–	до 350°С

Таблица 24

Допускаемое содержание ферритной фазы в металле шва или наплавленном металле

Марка сварочной проволоки	Температура эксплуатации соединений, °С	Содержание ферритной фазы, %, не более
Св-07Х18Н9ТЮ	до 350	не ограничивается
Св-07Х19Н10Б Св-07Х25Н13	свыше 350 до 450	10
Св-07Х25Н12Г2Т	свыше 500 до 550	8
Св-04Х19Н11М3 Св-06Х19Н10М3Б Св-08Х19Н10М3Б Св-06Х19Н10М3Т Св-06Х19Н10М3ТБ	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, не требуется.
2. В зависимости от ответственности конструкций, температурных условий эксплуатации и предусмотренных мер по предотвращению последствий охрупчивания сварных соединений (проявляющегося

в основном при снижении температуры) в технически обоснованных случаях допускается более высокое содержание ферритной фазы, в частности для сварных швов ненагруженных внутренних устройств.

3.3.4. Для прихватки деталей при сборке применять электроды, указанные в табл. 20. Допускается выполнение прихватки аргонодуговой сваркой сварочными материалами, указанными в табл. 27.

3.3.5. Перед началом сварки необходимо удалить конец окисленной присадочной проволоки.

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

Примечание.

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

Таблица 25

Режимы автоматической сварки под флюсом высоколегированных 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	40–50

Таблица 26

Режимы полуавтоматической сварки
высоколегированных 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, не более
4-6		170-220	30-32		79-101	
8		230-300	32-34		126-152	
10		300-360	34-36		191-250	
12	2	370-420	36-38	18-30	306-378	25
14-20		430-460	38-40		472	
22-30		470-500	40-42		600	

3.4. Сварка в среде защитных газов

3.4.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры швов должны соответствовать ГОСТ 14771-76, для труб - ГОСТ 16037-80 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

3.4.2. 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 технической документации на изделие.

Другие решения по применению защитных газов и их смесей могут быть предусмотрены соответствующей нормативно-технической или технологической документацией, согласованной в установленном порядке.

3.4.3. 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. Сварочные 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.

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

1) ручная дуговая сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом (в аргоне, гелии или их смеси), с присадочным металлом или без него;

2) автоматическая сварка неплавящимся электродом (в аргоне, гелии или их смеси) с присадочным металлом или без него;

3) полуавтоматическая и автоматическая сварка плавящимся электродом (в аргоне, гелии или их смеси, а также в углекислом газе в случаях, указанных в п.3.4.2.и табл. 27).

3.4.5. При выборе метода сварки в среде защитных газов следует учитывать, что сварку неплавящимся электродом (ручную и автоматичес-

куб) 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.

Таблица 27

Сварочные материалы для сварки в среде защитных газов высоколегированных коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	Защитный газ	Условия применения; температура эксплуатации сварных соединений	
			Без требований стойкости против МКК	При наличии требования стойкости против МКК
08Х22Н6Т (ЭП-53) 08Х18Г8Н2Т (КО-3)	Св-08Х20Н9С2БТЮ по ТУ14-1-1140-74	Углекислый газ по ГОСТ 8050-85 (сорт I-ый)	до 300°С	до 300°С

Продолжение табл. 27

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	Защитный газ	Условия применения; температура эксплуатации сварных соединений	
			Без требований стойкости против МКК	При наличии требования стойкости против МКК
	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н10Т	Аргон по ГОСТ 10157-79 Гелий по ТУ51-940-80 высокой чистоты п.3.4.2.	до 300°С	не допускается
	Св-06Х21Н7БТ по ТУ14-1-1389-75 Св-07Х19Н10Б Св-07Х18Н9ТЮ		до 300°С (при необходимости замены других марок)	до 300°С
08Х18Н10	Св-04Х19Н9 Св-01Х19Н9		до 600°С	не допускается
08Х18Н10Т 12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н12Б	Св-06Х19Н9Т Св-08Х20Н9Г7Т			до 350°С; свыше 350°С до 600°С после стабилизирующего отжига
	Св-07Х19Н10Б Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС		до 600°С	до 350°С; свыше 350 до 600°С после стабилизирующего отжига

Продолжение табл. 27

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	Защитный газ	Условия применения; температура эксплуатации сварочных соединений	
			Без требований стойкости против МКК	При наличии требования стойкости против МКК
03Х18Н11	Св-07Х18Н10 ТУ14-1-2795-79	Аргон по ГОСТ 10157-79 Гелий по ТУ51-940-80 (высокой чистоты) п.3.4.2	–	до 350°С
	Св-07Х19Н9			То же, при допустимости ферритной фазы
03Х19АГ3Н10	Св-07Х20Н18АГ12 (ЭП-689)		до 600°С	до 350°С
	Св-07Х18Н10 по ТУ14-1-2795-79		до 600°С без требования равнопрочности соединений	до 350°С без требования равнопрочности соединений
03Х19АГ3Н10	Св-07Х19Н9		То же при допустимости ферритной фазы	То же, при допустимости ферритной фазы

Продолжение табл. 27

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	Защитный газ	Условия применения; температура эксплуатации сварочных соединений	
			Без требований стойкости против МКК	При наличии требования стойкости против МКК
10Х14Г14Н4Т (ЭИ-711) 03Х13АГ19 (ЧС-36) 07Х13АГ20 (ЧС-46)	Св-05Х15Н9Г6АМ по ТУ-14-1-1595-76	Аргон по ГОСТ 10157-79 Гелий по ТУ51-940-80 (высокой чистоты) п.3.4.2)	По техническим условиям (стандарту) на изделие	-
08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Св-04Х19Н11М3		до 700°С п.3.3.3	не допускается
	Св-06Х19Н10М3Т			до 350°С
	Св-06Х20Н11М3ТБ Св-06Х19Н10М3Б Св-08Х19Н10М3Б		до 700°С; п.3.3.3 для замены других марок	до 350°С
	Св-01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП-690) по ТУ14-1-1892-76		до 350°С для получения швов без ферритной фазы	до 350°С при подтверждении стойкости против МКК предварительными испытаниями
08Х17Н15М3Т	Св-01Х17Н14М2 по ТУ14-1-2795-79			

Продолжение табл. 27

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	Защитный газ	Условия применения; температура эксплуатации сварных соединений	
			Без требований стойкости против МКК	При наличии требования стойкости против МКК
08Х17Н15М3Т 03Х17Н14М3 03Х18АГ3Н11М3Б	Св-0Х17Н14М2 по ТУ14-1-2795-79 Св-0Х19Н8Г10АМ4 (ЭП-690) по ТУ14-1-1892-76	Аргон по ГОСТ 10157-79 (сорт высший, 1-й, 2-й) Гелий по ТУ51-940-80 (высокой чистоты) п.3.4.2	-	до 350°С при подтверждении стойкости против МКК предварительными испытаниями
08Х21Н6М2Т	Св-04Х19Н11М3 Св-06Х19Н10М3Т		до 300°С	не допускается
	Св-06Х19Н10М3Б Св-08Х19Н10М3Б Св-06Х20Н11М3ТБ		до 300°С для замены других марок	до 300°С
03Х21Н21М4ГБ (ЭИ-35)	Св-02Х21Н21М4Б (ЭИ-69) ТУ14-1-3282-81		-	до 350°С
06ХН28МДТ (ЭИ-943) 03ХН28МДТ (ЭП-516)	Св-0Х23Н28М3Д3Т Св-0Х24Н25М3АГ7Д (ЭК-75) ТУ14-1-3682-83			

Продолжение табл. 27

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	Защитный газ	Условия применения; температура эксплуатации сварных соединений	
			Без требований стойкости против МКК	При наличии требования стойкости против МКК
10Х23Н18	Св-07Х25Н13	Аргон по ГОСТ 10157-79 (сорт высший, 1-й, 2-й). Гелий по ТУ51-940-80 (высокой чистоты) п.3.4.2	по техническим условиям (стандарту) на изделие	не допускается

3.4.6. Сварку неплавящимся фольфрамовым 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-I, ОСП-3-I 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°.

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

3.4.8. В качестве неплавящегося электрода следует применять прутки вольфрамовые лантанированные по ТУ 48-19-27-77, ГОСТ 23949-80.

Рабочий конец электрода должен быть заточен на конус на длине I0-I5 мм. Электрод следует осматривать перед выполнением каждого прохода сварного шва и заменять (производить заточку) при онаружении разрушения или загрязнений.

3.4.9. 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.

3.4.I0. 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.

3.4.II. Сварку следует вести без перерывов. В случае вынужденного перерыва перекрывать ранее наложенный шов на I0-20 мм.

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

3.4.13. Рабочее давление защитного газа рекомендуется в пределах 0,01–0,03 МПа.

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

3.4.15. Режимы сварки в среде аргона приведены в табл. 28.

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

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

3.5. Автоматическая сварка под слоем флюса и гранулированной присадкой.

3.5.1. Настоящие рекомендации распространяются на сварку сталей 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 08Х18Н10, 12Х18Н9, 03Х21Н21М4ГБ и сплавов 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ. Допускается использование настоящих рекомендаций для разработки технологии сварки других сталей,

Таблица 28

Режимы сварки в среде аргона высоколегированных коррозионностойких сталей

Способ сварки	Толщина свариваемого металла, мм	Число проходов	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки м/ч	Расход аргона в горелку, л/мин
Ручная дуговая неплавящимся электродом	2-6	I-2	I,6-2,0	50-80	I0-II		6-8
	6-I2	2-6	2,0-3,0	80-I20	I0-II	-	8-I0
	I2-20	6-I6	3,0-4,0	I20-200	I0-I2		I0-I2
Полуавтоматическая дуговая плавящимся электродом	2,5	I	I,0	I40-I80			6-8
	3,0	I	I-I,6	I50-260			6-8
	4,0	I	I-I,6	I60-300	20-25	-	7-9
	6,0	I-2	I,6-2,0	220-320			9-I2
	8,0	2	I,6-2,0	320-360			II-I5
	I0,0	2	2,0	290-380			I2-I7
Автоматическая дуговая плавящимся электродом	2,5	I	I,6-2,0	I60-240		20-40	6-8
	3,0	I	I,6-2,0	200-280		20-40	6-8
	4,0	I	2,0-2,5	220-320	20-30	20-40	7-9
	6,0	I-2	2,0-2,5	280-360		I5-30	9-I2
	8,0	2	2,0-3,0	300-380		I5-30	II-I5
	I0,0	2	2,0-3,0	320-440		I5-30	I2-I7

Примечание. Режимы приведены для стыковых соединений со стандартной подготовкой кромок.

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

3.5.3. Гранулированную присадку (крошку) изготовлять из сварочной проволоки диаметром I,6-2,0 мм на металлорежущих (фрезерных и др.) стенках с помощью соответствующих приспособлений и подающих механизмов. Длина гранул рекомендуется в пределах I,5-2,5 мм.

3.5.4. 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.

3.5.5. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать табл. 29.

3.5.6. Прихватку свариваемых кромок производить ручной дуговой или аргонодуговой сваркой с применением электродов или сварочной проволоки указанных в табл. 26 и 27. Для стали 03Х21Н21М4ГБ и сплавов 06ХН28МДТ и 03ХН28МДТ предпочтительнее выполнять прихватку аргонодуговой сваркой. В случае необходимости дуговой прихватки применять электроды АНВ-28, ОЗЛ-17УП без ниобия в покрытии, а для стали 03Х21Н21М4ГБ также электрод АНВ-17.

3.5.7. Сварку производить на постоянном токе обратной полярности

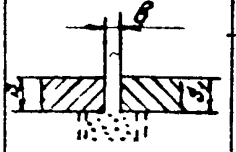
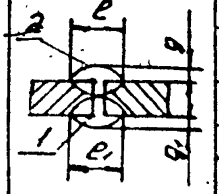
Режимы сварки принимать по табл. 30 с корректировкой применительно к конкретным производственным условиям путем пробной сварки и контроля качества соединений.

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

Таблица 29

Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов, выполненных автоматической сваркой с гранулированной присадкой (крошкой) высоколегированных коррозионностойких сталей

Размеры, мм

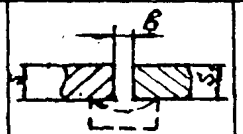
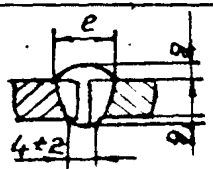
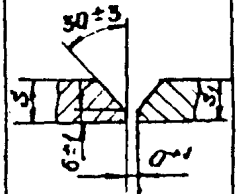
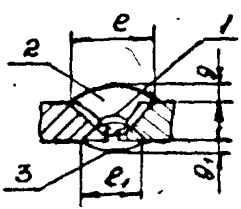
Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы подготовки кромок	Конструктивные элементы выполненного шва	$S=S_1$	B	$e=e_1$	$g=g_1$
УкIЛ	Стыковой двусторонний шов без скоса кромок на флюсовой подушке I – первый слой с крошкой 2 – второй слой без добавления крошки			I2	$3^{\pm I}$	$22^{\pm 4}$	$2,5^{\pm 1}$
				I4			
				I6	$4^{\pm I}$	$25^{\pm 5}$	
				I8			
				20	$5^{\pm I}$		$2,5^{+2}_{-1}$
				24			
				30	$6^{\pm I,5}$	$26^{\pm 6}$	
				36	$7^{\pm I,5}$	$30^{\pm 8}$	
				40	$8^{\pm I,5}$		
				45	$9^{\pm 2}$	$36^{\pm I0}$	
				50	$I0^{\pm 2}$		

ОСТ 26-5-87

С. 35

Продолжение табл. 29

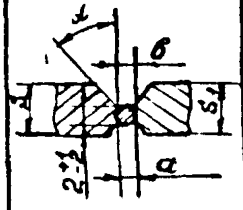
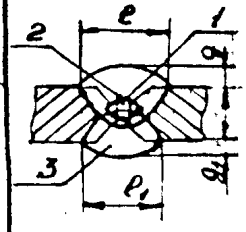
Размеры, мм

Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы		$S=S_1$	B	$e=e_1$	$g=g_1$
		подготовки кромок	выполненного шва				
Ск2Л	Стыковой односторонний шов без скоса кромок на флюсо-медной подкладке			8 10 12	$3^{\pm1}$ $4^{\pm1}$	$20^{\pm4}$ $22^{\pm4}$	$1,0^{\pm1}$ $2,5^{\pm1}$
Ск3Л	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 14 16 18 20 22 24	$2^{\pm1}$ 3^{+1}_{-2}	$16^{\pm3}$ $18^{\pm4}$ $22^{\pm5}$ $24^{\pm5}$	$2,5^{\pm1}$ $2,5^{+2}_{-1}$

ОСТ 26-3-87 С. 96

Продолжение табл. 29

Размеры, мм

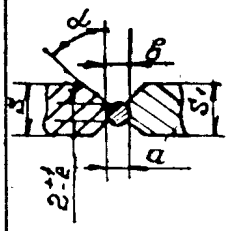
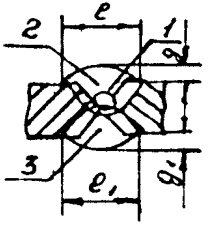
Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы		$S=S_1$	b	$e=e_1$	$g \cdot g_1$
		подготовки кромок	выполненного шва				
Ск4Л	Стыковой двусторонний шов с двумя скосами двух кромок с предварительной ручной подваркой: I – ручная подварка с закладкой проволоки в зазор; 2 – второй слой с крошкой; 3 – третий слой с крошкой			I6 I8 20 22 24 26 28	3^{+I} 4^{+I}	$I8^{\pm4}$ $20^{\pm4}$ $22^{\pm4}$	$2,5^{+1}_{-1}$

ОСТ 36-3-87

С. 97

Продолжение табл. 29

Размеры, мм

Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы		$S=S_1$	β	$e=e_1$	$g=g_1$
		подготовки кромок	выполненного шва				
Ск4Д	Стыковой двусторонний шов с двумя скосами двух кромок с предварительной ручной подваркой: I – ручная подварка с закладкой проволоки в зазор; 2 – второй слой с крошкой; 3 – третий слой с крошкой.			30 36 40 45 50	4^{+I}	$25^{\pm5}$ $30^{\pm6}$ $36^{\pm6}$	$2,5^{+2}_{-I}$

ОСТ 26-3-87 С. 98

Таблица 30

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

Условное обозначение шва (по табл. 28)	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Относительное количество крошки, $G_{кр}/G_{пр}$	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч
СкI	I2	4	I; 2	0,I; 0	5I0; 550	34–36	24;26
	I4			0,I5; 0	530; 590	34–36	24;26
	I6			0,2; 0	590; 650	36–38	22;24
	I8	5	I; 2	0,2; 0	700; 750	37–39	32;34
	20			0,25; 0	750; 800	38–40	30;32
	25			0,25; 0	800; 850	39–4I	28;30
	30			0,3; 0	850; 900	40–42	24;26
	36			0,35; 0	900; 950	4I–43	24;26
	40				950;I000	42–44	22;24
	45			0,4; 0	I050;II00	44–46	22;24
	50				II50;I200	46–48	20;22
Ск2	8	3	I	0,I	480	30–34	22
	I0	4	I	0,I5	630	32–34	22
	I2			0,2	650	32–34	20

Продолжение табл. 30

Условное обозначение шва (по табл. 28)	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Относительное количество крошки, $G_{кр}/G_{пр}$	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч
Ск3	I2			0,8; 0	530; 580	34–36	28; 30
	I4	4	2; 3	I,0; 0	570; 630	36–38	25; 32
	I6			I,2; 0	600; 680	36–38	24; 32
	I8			0,8; 0	700; 750	38–40	28; 32
	20	5	2; 3	I,0; 0	750; 800	38–40	28; 32
	22			I,I; 0	780; 830	38–40	26; 30
	24			I,2; 0	800; 850	38–40	26; 30
Ск4	I6			0,8; I,0	500; 550		28; 30
	I8			0,6; 0,8	550; 600	36–38	26; 30
	20			0,4; 0,6	550; 600		24; 26
	22	4	2; 3	0,8; I,0	600; 650	38–40	24; 26
	24			0,6; 0,8	650; 700	40–42	22; 24
	26			I,0; I,2	700; 750	42–44	22; 24
	28			0,4; 0,6	650; 700	40–42	I8; 20
	30			0,6; 0,8	700; 750	-	I8; 20
	35			0,6; 0,8	900; 950	42–44	24; 26
	40	5	2; 3	0,8; I,0	900; 950	-	22; 24
	45			0,6; 0,8	I000;I050	44–46	22; 24
	50			0,8; I,0	I050;I000	46–48	20; 22

Примечание. $G_{кр}$ – количество засыпаемой крошки,

$G_{пр}$ – количество расплавляемой проволоки

3.5.9. Дозировку и засыпку металлической крошки производить специальными дозаторами, укрепленными на сварочном автомате. Допускается засыпать крошку вручную.

3.5.10. Первые проходы при автоматической сварке выполнять на флюсовой подушке, остающейся подкладке, по расплавляемой вставке или ручной подварке.

3.5.11. Для предотвращения снижения стойкости металла шва против МКК вследствие повторных нагревов, предпочитать технологию сварки с минимальным числом проходов.

3.6. Электрошлаковая сварка

3.6.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 15164-78 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

3.6.2. Собранные под сварку детали и сборочные единицы следует прихватывать электродами, которые применяют для ручной дуговой сварки данной стали.

3.6.3. При ЭШС высоколегированных сталей следует применять сварочные материалы, указанные в табл. 31.

3.6.4. Рекомендуемые режимы сварки высоколегированных сталей указаны в табл. 32.

Таблица 21

Сварочные материалы при ЭШС высоколегированных сталей

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Условие применения
08Х18Н10Т 12Х18Н9Т 12Х18Н10Т	Св-04Х19Н9 Св-01Х19Н9	АН-26с по ГОСТ 9087-81 48-ОФ-6 по ОСТ 5.9206-75 или им равноценные	до 600°С при отсутствии требований по стойкости металла шва к МКК
	Св-07Х19Н10Б Св-05Х20Н9ФБС Св-06Х19Н9Т Св-08Х19Н9Ф2С2	АН-45 по ГОСТ 9087-81 АН-9 (АН-9У) ТУ ИЭС 201-78	до 350°С стойкость соединений против МКК обеспечивается в состоянии после сварки
08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Св-01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП-690) по ТУ14-1-1892-76 Св-01Х19Н15І6М2АВ2 ТУ14-1-1595-76 Св-06Х20Н11М3ТБ	АН-45 по ГОСТ 9087-81 АН-9 (АН-9У) ТУ ИЭС 201-78	до 350°С стойкость соединений против МКК обеспечивается в состоянии после сварки

Продолжение табл. 31

Марка свариваемой стали	Марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Условие применения
03ХН28МДТ (ЭП-516) 06ХН28МДТ	Св-01Х23Н28М3Д3Т (ЭП-516)	АН-45 по ГОСТ 9087-81	до 350°С при наличии требований по стойкости металла шва против МКК

Таблица 32

Режимы ЭШС высоколегированных сталей

Толщина свариваемого металла, мм	Сварочный ток, А на I электрод	Напряжение, В	Глубина шлаковой ванны, мм	Сухой вылет электрода, мм	Скорость поперечных колебаний, м/ч	Время выдержки у ползуна, с	Скорость подачи проволоки, м/ч	Количество электродов
36–40	480–520	42–44	40–50	50–60	–	–	240–280	I
41–100	500–580	42–44	50–55	60	40	2–3	220–240	I(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.

4. СВАРКА ВЫСОКОПРОЧНОЙ ХРОМО-НИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ (07Х16Н6)

4.1. Ручная дуговая сварка

4.1.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварочных швов должны соответствовать ГОСТ 5264-80, действующей нормативно-технической документации.

4.1.2. Сварку осуществлять электродами ХВ-I (не предусмотренными стандартами и каталогами), для изготовления которых использовать проволоку Св-07Х16Н6 по ТУ 14-1-997-74 диаметром 3-4 мм и электродное покрытие, состав которого приведен в табл. 33

Таблица 33

Состав покрытия электродов ХВ-I

Компоненты покрытия	Обозначение НТД	Массовая доля, %
Доломит обожженный	ОСТ 1485-82	32,5
Концентрат плавиковый	ГОСТ 4421-73	10,0
Двуокись титана	ТУ 6-10-1363-78	24,0
Барий фтористый	ГОСТ 7168-80	20,0
Ферросилиций Фс45	ГОСТ 1415-78	8,0
Порошок молибденовый		
Стекло натриевое жидкое	ГОСТ 13078-81	30% к массе сухой шихты

4.1.3. Электроды ХВ-I должны иметь покрытие толщиной 0,65-0,8 мм и 0,8-1,0 мм при диаметре стержня, соответственно, 3 и 4 мм и удовлетворять требованиям ГОСТ 9466-75 для 2-й или 3-й группы. Механические свойства и коррозионная стойкость металла шва или сварных соединений

стали 07Х16Н6; выполненных электродами ХВ-I должны удовлетворять требованиям технических условий на изделие.

4.I.4. Собранные под сварку сборочные единицы прихватывают теми же электродами, которыми осуществляется сварка.

4.I.5. Сварные соединения стали 07Х16Н6 для предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии и повышения прочностных свойств обязательно подвергать термической обработке: закалке при 1000-1050°С в воде, обработке холодом при минус 70°С в течение 2 ч и старению при 380-400°С в течение I ч.

4.I.6. При подготовке и сварке стали стали 07Х16Н6 должны быть учтены также требования раздела I и подраздела 3.I настоящего стандарта.

4.I.7. Режимы сварки принимать по табл. 2I.

4.2. Ручная аргонодуговая сварка стали неплавящимся электодом

4.2.I. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ I477I-76.

4.2.2. В качестве присадочного металла использовать проволоку Св-03Х19Н9М2С-ВИ по ТУ I4-I-30I3-80 для сварных соединений без последующей (после сварки) термической обработки и проволоку Св-07Х16Н6 по ТУ I4-I-997-74 для сварных соединений с последующей термической обработкой.

4.2.3. Термическую обработку сварных соединений проводить по режиму, указанному в п.4.I.5.

4.2.4. Защитный газ (аргон, гелий) и вольфрамовые электроды должны соответствовать указаниям табл. 27 и п.3.4.2.

4.2.5. Режимы сварки принимать по табл. 28.

4.2.6. При подготовке материалов к сварке соблюдать также требования раздела I и подраздела 3,I.

5. СВАРКА ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ

5.I. При проектировании сварных конструкций и разработке технологического процесса сварки следует учитывать отличительные особенности стандартных марок (по ГОСТ 5632-72) хромистых сталей ферритного класса (особенно марок 08Х17Т и I5Т25Т по табл. 33):

I) высокий порог хладноломкости стали, находящийся обычно в области положительных температур;

2) склонность к значительному скрупчиванию (дополнительному повышению порога хладноломкости) в околошовной зоне;

3) низкая пластичность и вязкость металла шва, выполненного сварочными материалами аналогичного со сталью химического состава;

4) невозможность устранения охрупчивания термической обработкой.

5.2. При назначении сталей для сварных конструкций в проектах должны быть учтены допускаемые условия их применения по ОСТ 29-291-79.

5.3. Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов должны соответствовать: для ручной дуговой сварки ГОСТ 5264-80 и ГОСТ II534-75, для автоматической дуговой сварки под флюсом - ГОСТ 8713-79 и ГОСТ II533-75, для аргонодуговой сварки - ГОСТ I4771-76 и др. действующей нормативно-технической документации и чертежам.

5.4. Материалы для сварки (электроды, флюс, сварочную проволоку) следует выбирать в зависимости от марки свариваемой стали, условий эксплуатации изделий и требований, предъявляемых к сварным соединениям (табл. 34)

5.5. Во избежание образования трещин, сварку, гибку, правку и все операции, связанные с приложением ударных нагрузок, следует выполнять с подогревом до I50-250°С.

5.6. Шлак обивают при температуре 100-150°С во избежание растрескивания в зоне термического влияния.

5.7. Ручную сварку выполняют на короткой дуге без поперечных колебаний электрода в разделке.

Таблица 34

Материалы, применяемые для сварки хромистых сталей

Марка свариваемой стали	Свойства сварных соединений	Материалы для сварки			
		ручной дуговой	аргонодуговой	автоматической	под флюсом
		тип электрода по ГОСТ 10052-75 и марка электрода *	проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	флюс
08Х13	Равнопрочность (в том числе длительная прочность при температурах до 350°С), без требования стойкости против МКК (в состоянии после сварки); пониженная пластичность и вязкость металла шва и сварных соединений	Э-12Х13 (ЦЛ3-1, УОНИ-13/НЖ 12Х13 12Х13 АНВ-1 и др.)	Св-12Х13 Св-08Х14ГНТ	Св-12Х13 Св-08Х14ГНТ	АН-18 ГОСТ 9087-81 АН-26с ГОСТ 9087-81 48-ОФ-6 ОСТ5.9206-75

Продолжение табл. 34

Марка свариваемой стали	Свойства сварных соединений	Материалы для сварки			
		ручной дуговой	аргонодуговой	автоматической	под флюсом
		тип электрода ГОСТ 10052-75 и марка электрода*	проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	флюс
08Х13 08Х17Т 14Х17Н2 15Х25Т	Пластичность металла шва; без требования стойкости против МКК	Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6,ЦЛ-25, и др.)	Св-07Х25Н13 Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ	Св-07Х25Н13 Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ	АН-26с 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206-75 АН-18 ГОСТ 9087-81
08Х17Т	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии в состоянии после сварки; низкая пластичность и вязкость шва и сварных соединений; жаростойкость до 800°С	Э-10Х17Т (УОНИ/10Х17Т)	Св-10Х17Т	Св-10Х17Т	48-ОФ-6 ОСТ 5.9206-75

ОСТ 26-01-47

Продолжение табл. 34

Марка свариваемой стали	Свойства сварных соединений	Материалы для сварки			
		ручной дуговой	аргонодуговой	автоматической	под флюсом
		тип электрода по ГОСТ 10052-75 и марка электрода*	проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	флюс
08Х17Т 15Х25Т	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии, пластичность металла шва, низкая пластичность и вязкость околошовной зоны	Э-10Х25Н13Г2Б (ЦЛ-9, ЗИО-7, ЭА-48М/22 и др.) 10Х20Н15ФБ (АНВ-9) 10Х20Н15Б (АНВ-10)	Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ	Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ	АН-26с ГОСТ 9087-81 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206-75
04Х19АФТ (ТУ14-1-3657-83) 03Х18БФЮ ТУ14-1-3398-82)	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии, удовлетворительная пластичность и вязкость околошовной зоны.	Э-08Х20Н9Г2Б (ЦЛ-11) Э-10Х26Н13Г2Б (ЦЛ-9, АНВ-35)	Св-06Х19Н9Т	Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ	АН-26с ГОСТ 9087-81

Продолжение табл. 34

Марка свариваемой стали	Свойства сварных соединений	Материалы для сварки			
		ручной дуговой	аргонодуговой	автоматической	под флюсом
		тип электрода по ГОСТ 10052-75 и марка электрода*	проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	флюс
14Х17Н2	Равнопрочность (в том числе длительная прочность), без требования стойкости против МКК; жаростойкость до температуры 800°С при отсутствии требований пластичности, без термической обработки	10Х18Н2 (АНВ-2)	Св-08Х14ГНТ	Св-08Х14ГНТ	АН-26с ГОСТ 9087-81 48-03-6 ОСТ 5.9206-75

Примечание. Без индекса "Э" указаны нестандартные типы электродов.

6. СВАРКА ДВУХСЛОЙНЫХ СТАЛЕЙ

6.1. Рекомендуемые для химического машиностроения сочетания марок основного и плакирующего слоев двухслойной стали, поставляемой по ГОСТ 10885-85, приведены в табл. 35, двухслойные листы из сочетаний марок сталей, отмеченных знаком "+", поставляются без согласования, а знаком "-" по согласованию потребителя с изготовителем.

Таблица 35

Сочетания марок стали основного и плакирующего слоев

Марки плакирующего слоя	Марки основного слоя					
	ВСт3сп	20К	16ГС	09Г2С	12МХ	12ХМ
08Х22Н6Т	+	+	-	-	-	-
08Х18Н10Т	+	+	+	+	+	+
12Х18Н10Т	+	+	+	+	+	+
10Х17Н13М2Т	+	+	+	+	-	-
10Х17Н13М3Т	+	+	+	+	-	-
08Х17Н15М3Т	+	+	+	-	-	-
06ХН28МДТ	+	+	+	-	-	-
06Х13	+	+	+	+	+	+

6.2. Для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах, с целью облегчения условий сварки и повышения коррозионной стойкости сварных соединений, двухслойные листы толщиной от 11 до 21 мм должны применяться с повышенной толщиной плакирующего слоя (до 3,0-4,0 мм) в соответствии с условиями ГОСТ 10885-85. Данное требование в случае необходимости должно быть оговорено в технической документации на изделие и в заказе на двухслойную сталь.

6.3. При выборе класса сплошности сцепления слоев двухслойных листов по ГОСТ 10885-85, рекомендуется пользоваться табл. 36.

6.4. Типы и конструктивные элементы разделки кромок и швов сварных соединений двухслойной стали должны удовлетворять требованиям ГОСТ 16098-80. Применение нестандартных типов сварных швов, удовлетворяющих требованиям ОСТ 26-291-79, допускается по согласованию с головным институтом отрасли.

6.5. Методы резки, подготовки кромок под сварку и их зачистки перед сваркой должны удовлетворять тем же требованиям, которые предъявляются к методам, применяемым для коррозионностойких сталей, аналогичных марке плакирующего слоя.

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

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

Технология исправления расслоения должна быть согласована с технологическим институтом отрасли.

6.7. Сборка деталей под сварку должна производиться с соблюдением требований ОСТ 26-291-79. Прихватка производится с применением электродов и режимов, установленных для сварки основных швов. Прихватку рекомендуется выполнять со стороны основного слоя (низкоуглеродистой или низколегированной стали).

6.8. Если прихватки не являются несущими в период транспортирования и изготовления изделия, они могут быть выполнены в один проход

Таблица 36

Рекомендации по применению (заказу) двухслойных сталей различных классов сплошности сцепления слоев по ГОСТ 10885-85

Класс сплошности сцепления слоев по ГОСТ 10885-85	Применение в химоборудовании по		
	условиям эксплуатации	технологии изготовления	условиям поставки
I	I. Детали, подвергающиеся значительным нагрузкам, направленным на отрыв плакирующего слоя (например, трубные решетки, днища и др.детали, к плакирующему слою которых привариваются нагруженные устройства) 2. Сосуды и аппараты, работающие в циклическом температурном режиме при колебании температур во время эксплуатации более 50°С	Детали сосудов и аппаратов, подвергающиеся в процессе изготовлений нагрузкам, вызывающим сдвиг, разрыв или выпучивание плакирующего слоя (например, штампованные днища; корпуса, подвергаемые отпуску и др.)*	I. Аппараты, поставляемые на экспорт. 2. В соответствии с требованиями технического проекта или другой НТД

ОСТ 26-3-47 С. 113

Продолжение табл. 36

Класс сплошности сцепления слоев по ГОСТ 10885-85	Применение в химоборудовании по		
	условиям эксплуатации	технологии изготовления	условиям поставки
	3. Аппараты, работающие при вакууме, с остаточным давлением ниже 50 мм рт.ст. 4. Сосуды, аппараты и их элементы, в которых расслоения затрудняют теплопередачу. 5. В соответствии с требованиями п.2.2.6 ОСТ 26-291-79.		
2 и 3	Сосуды и аппараты 2, 3, 4 и 5а групп по ОСТ 26-291-79 и их детали, не вошедшие по условиям применения двухслойного проката по I классу сплошности сцепления слоев.		

Продолжение табл. 36

Класс сплошности сцепления слоев по ГОСТ 10885-85	Применение в химоборудовании по		
	условиям эксплуатации	технологии изготовления	условиям поставки
Любого класса и без контроля	Сосуды и аппараты 5б группы по ОСТ 26-291-79		

Примечание. В готовых деталях допускается наличие расслоений более допустимых по I классу, если они при выполнении технологических операций не привели к перечисленным дефектам и не противоречат требования для условий эксплуатации и поставки оборудования из биметалла I класса сплошности сцепления слоев.

длиной 30–50 мм с расстоянием между ними 25–30 мм толщин свариваемых элементов. Размеры прихваток, воспринимающих внешние нагрузки, должны быть определены расчетом. Приварка усиливающих технологических планок допускается со стороны основного слоя.

6.9. Сварка двухслойной стали может выполняться способами, технологические схемы которых по группам приведены в табл. 37.

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

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 двухслойной стали I4 мм и менее (в особенности, при толщине менее 8 мм): по маркам двухслойной стали применения этой группы способов ограничивается наличием сварочных материалов, способных обеспечить требуемый комплекс механических, технологических свойств и коррозионную стойкость.

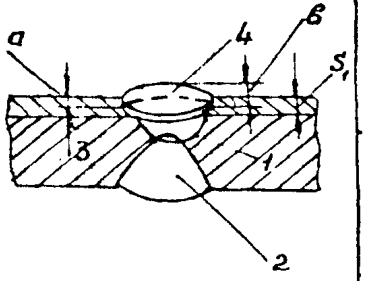
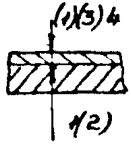
6.I0. Определение возможной группы исполнения швов, предусмотренных ГОСТ I6098–80, производить по табл. 38.

6.II. Для сварки двухслойных сталей и зависимости от группы исполнения сварных швов должны применяться сварочные материалы, указанные в табл. 39 и 40.

6.I2. В случаях, когда в табл. 37, 39 и 40 указано требование по ограничению проплавления, в технологическом процессе сварки должны быть предусмотрены меры, ограничивающие глубину проплавления и, соответственно, степень разбавления металла шва свариваемым метал-

Таблица 37

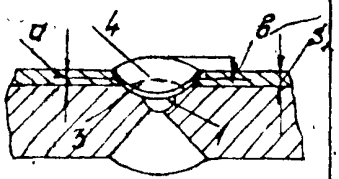
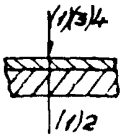
Группа способов исполнения сварных швов двухслойных сталей

Группа исполнения	Технологическая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	расположение и последовательность выполнения слоев	Сторона, с которой выполняются слои	Номер слоя	название (назначение) слоя	структурный класс металла	рекомендуемое количество слоев	особые условия выполнения
I.			I. 2.	Подварочный или основной Основной или подварочный	Перлитный -"-	Не нормируется -"-	Не допускается прохватывание плакирующего слоя двухслойной стали -"-

ОСТ 26-2-41

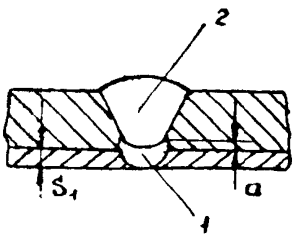
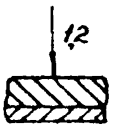
С. 119

Продолжение табл. 37

Группа исполнения	Технологическая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	расположение и последовательность выполнения слоев	Сторона, с которой выполняются слои	Номер слоя	название (назначение) слоя	структурный класс металла	рекомендуемое количество слоев	особые условия выполнения
			3.'	Переходной	Аустенитный	-	С ограниченным проплавлением $S_1 \geq a \geq 2/3 S_1$
I.			4.	Плакирующий	Аустенитный	Не менее 2	С ограниченным проплавлением $в \geq S_1$

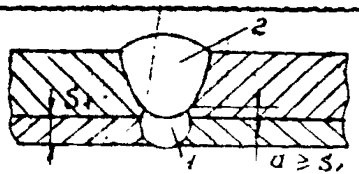
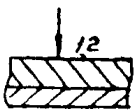
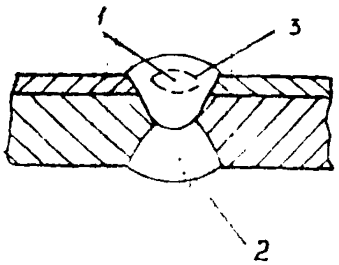
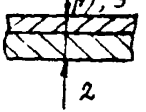
ОСТ 26-3-47

Продолжение табл.37

Группа исполнения	Технологическая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	расположение и последовательность выполнения слоев	Сторона, с которой выполняются слои	Номер слоя	название (назначение) слоя	структурный класс металла	рекомендуемое количество слоев	особые условия выполнения
II.			I.	Плакирующий	Аустенитный	Не менее 2	I-й слой без проплавления основного слоя двухслойной стали; последующие слои - с ограниченным проплавлением.

ОСТ 26-3-47

Продолжение табл. 37

Группа исполнения	Технологическая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	расположение и последовательность выполнения слоев	сторона, с которой выполняются слои	номер слоя	название (назначение) слоя	структурный класс металла	рекомендуемое количество слоев	особые условия выполнения
			2.	Основной	Аустенитный	Не нормируется	С ограниченным проплавлением
I			I. 2. 3.	Подварочный Основной Плакирующий	Аустенитный -"- -	I Не нормируется	С проплавлением, регламентируемым в зависимости от химсостава сварочных материалов

Примечания:

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

ОСТ 26-3-87

2. Требование по размеру "а" действительно только для стыковых соединений.

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

Таблица 38

Группы способов исполнения сварных швов, предусмотренных ГОСТ 16098-80

Вид сварного соединения	Группа исполнения		
	I	II	III
	типы сварных швов по ГОСТ 16098-80		
Стыковое	С2; С3; С4; С5; С6*; С7; С8; С13; С14; С15; С16; С17; С18; С19; С20; С21; С22	С9; С10 С11; С12	С1; С6*
Угловое	У2; У3*; У4; У5; У6; У7; У8*; У9; У10; У11	У1*	У1*; У2*; У8*
Тавровое	Т1*; Т3*; Т4; Т5	Т2	Т1*; Т3*

Знаком "*" обозначены типы швов, исполнение которых возможно по двум группам.

Таблица 39

Электроды для двухслойных сталей

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		тип электрода по ГОСТ 10052-75	марка электрода, технические условия		
	1; 2	Основной	Любая	По рекомендациям для стали основного слоя			
I	3	Переходный	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х22Н6Т 08Х13	Э-10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6 и др.	375	С ограниченным проплавлением основного слоя
				08Х24Н25М3Г2	АНЖР-3У по ТУ14-168-23-78	430	При наличии в среде окислителей - с последующей наплавкой толщиной не менее двух плакирующих слоев
				11Х25Н40М7Г2	АНЖР-2 по ТУ14-4-598-75	475	Не рекомендуются для сред, содержащих окислители

Продолжение табл. 39

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды,		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		тип электрода по ГОСТ 10052-75	марки электрода, технические условия		
	3	Переходный	10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	11Х15Н25М6АГ2 08Х24Н25М3Г2 Э-10Х25Н13Г2 Э-02Х19Н18Г5АМ3	ЭА395/9 ОСТ5.9244-75 03Л-6 АНЖР-3У по ТУ14-168-23-78 АНВ-17 ТУ14-4-362-73 АНВ-37 ТУ ИЭС 375-83	340	

Продолжение табл. 39

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		тип электрода по ГОСТ 10052-75	марки электрода, технические условия		
I	3	Переходный	06ХН28МДТ	08Х24Н40М7Г2	АНЖР-2 по ТУ14-4-598-75	475	
				04Х23Н27М3Д3Г2	ОЗЛ-17у[4]		
				08Х24Н40М7Г2	АНЖР-2		
				04Х23Н27М3Д3Г2Ф	АНВ-28	430	
I	4	Плакирующий	08Х18Н10Т	Э-04Х20Н9	ОЗЛ-36	450	Без требования стойкости против МКК
			12Х18Н10Т	Э-07Х20Н9	ОЗЛ-8, АНВ-29	500	
				Э-10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6	450	
				Э-08Х20Н9Г2Б	ЦЛ-11	550	Для температуры более 350°С без требования стойкости против МКК
				-"-	ОЗЛ-7	450	
				Э-08Х19Н10Г2Б	ЦТ-15, АНВ-23	-	
				Э-10Х25Н13Г2Б	ЦЛ-9	450	

Продолжение табл. 39

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		тип электрода по ГОСТ 10052-75	марка электрода, технические условия		
	4	Плакирующий	08Х13	Э-10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6	450	Без требования стойкости против МКК
				Э-08Х24Н4ОМ7Г2	АНКР-2 ТУ14-4-598-75	-	Без требований по МКК. Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
			08Х17Т 15Х25Т	08Х20Н15ФБ 10Х20Н15Б	АНВ-9 АНВ-10	450	Более 350°С без требования по МКК
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	07Х19Н11М3Г2Ф Э-09Х19Н10Г2М2Б	ЭА-400/10У ОСТ 5.9244-75 НЖ-13	-	Более 350°С без требования по МКК; более 450°С с содержанием феррита не более 6%;
			08Х17Н15М3Т				

Продолжение табл. 39

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		тип электрода по ГОСТ 10052-75	марка электрода, технические условия		
	4	Плакирующий					для 08Х17Н15М3Т, если допускается ферритная фаза
			08Х17Н15М3Т	Э-02Х19Н18Г5АМ3	АНВ-17	350	Не менее двух слоев при подтверждении стойкости против МКК предварительными испытаниями
				Э-02Х20Н14Г2М2	ОЗЛ-20		
			06ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2Б	ОЗЛ-17У	350	до 350°С; при подтверждении коррозионной стойкости в конкретной среде
				04Х23Н27М3Д3Г2Ф	АНВ-28	350	
					АНВ-37	350	
				04Х23Н26М3Д3Г2Б	ОЗЛ-37-2		Не менее двух слоев

Продолжение табл. 39

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		тип электрода по ГОСТ 10052-75	марка электрода, технические условия		
II	I	Плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Э-10Х25Н13Г2Б	ЦЛ-9	450	Не менее двух слоев, более 350°С без требования по МКК
				По рекомендациям для плакирующего слоя (4) группы I			
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т	Э-09Х19Н10Г2М2Б	НЖ-13	-	Те же, что для плакирующего слоя 4 группы способов I; не менее двух слоев
			08Х17Н15М3Т	Э-02Х19Н18Г5АМ3	АНВ-17		
			06ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2Б 04Х23Н27М3Д3Г2Ф 04Х23Н26М3Д3Г2Б	ОЗЛ-17 АНВ-28 ОЗЛ-37-2	350	

Продолжение табл. 39

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		тип электрода по ГОСТ 10052-75	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	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т 08Х17Т 08Х13Т	11Х15Н25М6АГ2	ЗА-395/9 ОСТ 5.9244-75 НИАТ-5	350	С ограниченным проплавлением
				Э-10Х20Н70Г2М2В	ОЗЛ-25Б		

ОСТ 26-3-67

Продолжение табл. 39

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Температура эксплуатации, °С не более	Условия применения
	номер	название		тип электрода по ГОСТ 10052-75	марка электрода, технические условия		
Ш	2	Основной	10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	08Х24Н40М7Г2	АНЖР-2 ТУ14-4-598-75	450	
				08Х24Н60М10Г2	АНЖР-1 ТУ14-4-568-74	-	
	1; 3	Подварочный и плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 08Х17Т 15Х25Т, 08Х13	Э-10Х25Н13Г2Б	ЦЛ-9	350	-
				Э-10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6	350	Без требования стойкости против МКК

Продолжение табл. 39

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		тип электрода по ГОСТ 10052-75	марка электрода, технические условия		
III	1; 3	Подварочный и плакирующий	10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	08Х24Н40М7Г2 08Х24Н60М10Г2	АНЖР-2 ТУ 14-4-598-75 АНЖР-1 ТУ14-4-568-74	450	Без требования стойкости против МКК

Примечания:

1. Группы способов и слои сварного шва - по табл. 37
2. Типы электродов, приведенные без индекса "3" ГОСТ 10052-75, не предусмотрены.
3. Допускается применение других марок указанных типов электродов.
4. Изготовляются по соглашению.

ОСТ 26-3-87

Таблица 40

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		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
I	I; 2	Основной	Любая	По рекомендациям для стали основного слоя			
	3	Переходный	08Х18Н10Т	Св-07Х25Н12Г2Т	флюс 48-ОФ-6	375	С ограниченным проплавлением основного слоя
			12Х18Н10Т	Св-08Х25Н13БТЮ ТУ14-1-5776-84	ОСТ 5.9206-75 флюс АН90 ТУ13С 453-84		
			15Х25Т	Св-08Х25Н40М7	Флюс АН-26с:	475	При наличии в среде окислителей с последующей наплавкой не менее 2 плакирующих слоев
			08Х17Т	(ЭП 673)	ГОСТ 9087-81		
			08Х13	ТУ 14-1-1001-74	флюс АН-18 ГОСТ 9087-81 аргон ГОСТ 10157-79	Определяется ограничениями по переходному слою	

Продолжение табл. 40

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
I	3	Переходный	I0XI7HI3M2T I0XI7HI3M3T 08XI7HI5M3T 06XH26MДT	Св-08Х25Н40М7 (ЭП-673) Св-08Х25Н60МI0 (ЭП-606) ТУ I4-I-246I-78	Флюс 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206-75 Флюс АН-26с; ГОСТ 9087-8I Аргон ГОСТ I0I57-79	475	-
				Св-07Х25НI3Г2Т Св-08Х25НI3БТЮ	Флюс 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206-75	375	С наплавкой не менее 2-х плакирующих слоев
	4	Плакирующий	08XI8HI0T	Св-06XI9H9T	Флюс АН-26с ГОСТ 9087-8I	Определяется ограничениями по переходному слою	Без требования стойкости против МКК
			I2XI8HI0T	Св-07Х25НI3БТЮ Св-05Х20Н9С2БТЮ Св-05Х20Н9ФБС Св-[illegible] ТУ I4-I-3776-84	Флюс АН-I8 ГОСТ 9087-8I. Аргон ГОСТ I0I57-79 Флюс АН 90 ТУ ИЭС 453-84		Выше 350°С – без требования стойкости против МКК

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2247-70	защитная среда		
I	4	Плакирующий	IOXI7HI3M2T IOXI7HI3M3T 08XI7HI5M3T	Св-06Х20НПМ3ТБ Св-08ХІ9НІОМ3Б		Определяется ограничениями по переходному слою	Выше 350°С без требования по МКК
				Св-0ІХІ9НІ8ГІ9АМ4 (ЭП-690) ТУІ4-І-І892-76 Св-0ІХ23НІ9Г5АМ4 ТУ І4-І-3777-84	Флюс АН-І8 ГОСТ 9087-8І Аргон ГОСТ ІОІ57-79 Флюс АН-90 ТУИЭС 453-84 Флюс АНК-50 ТУ ИЭС 46І-85		Выше 350°С без требования по МКК; в случаях недопустимости ферритной фазы после предварительных испытаний на МКК. Наплавка валика не менее 2-х слоев

Продолжение табл. 40

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
	4	Плакирующий	I5X25T	Св-07Х25Н13БТ10 Св-06Х25Н12Т10	Флюс АН-26с ГОСТ 9087-81		
			08Х17Т 08Х13	Св-07Х25Н12Г2Т	Флюс АН-18 ГОСТ 9087-81 Аргон ГОСТ 10157-79	Определяется ограничениями по переходному слою	Без требования стойкости против МКК
				I0Х17Н13М2Т I0Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	Св-0IХ17Н14М3 (ЭП-55I) ТУ14-I-2795-79	Определяется ограничениями по переходному слою	Без требования стойкости против МКК
					Св-04Х19Н11М3		

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2247-70	защитная среда		
I	4	Плакирующий	06ХН28МДТ	Св-01Х23Н28М3Д3Т (ЭП-516) Св-03Х25Н25МДГБ (ЭП-978) ТУ 14-1-2571-78			Выше 350°С без требования по МКК
II	I	Плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	Св-08Х20Н9С2БТ0 Св-05Х20Н9ФБС Св-07Х25Н13БТ0 Св-01Х23Н16ГТ ТУ14-1-3776-84	Аргон; ГОСТ 10157-79 Флюс 48-ОФ-6, ОСТ 5.9206-75 Флюс АН-90 ТУ ИЭС 453-84 Флюс АНК-51 ТУ ИЭС 519-85	Определяется ограничениями по переходному слою	Выше 350°С - без требований стойкости против МКК

Продолжение табл. 40

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
II	I	Плакирующий	I5X25T 08XI7T 08XI3	Св-07Х25НI2Г2Т	Флюс АН-26с ГОСТ 9087-8I Флюс АН-I8 ГОСТ 9087-8I	Определяется ограничениями по переходному слою	Без требования стойкости против МКК
			IOXI7HI3M2T	Св-06XI9HIIM3TБ Св-08XI9HIOM3Б			Выше 350°С без требования стойкости против МКК
			IOXI7HI3M3T	Св-08Х25Н40М7 (ЭП-673) ТУ I4-I-I00I-74 Св-0IX23HI9Г5АМ4 ТУ I4-I-3777-84	Флюс АН-90 ТУ ИЭС 453-84 Флюс АНК-50 ТУ ИЭС 46I-85	-	Без требования стойкости против МКК

ОСТ 26-3-87

Продолжение табл. 40

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
II	I		08Х17Н15М3Т	Св-0IХ17Н14М3 (ЭП55I) ТУ I4-I-2795-79 Св-04Х19Н11М3			
II	I	Плакирующий		Св-0IХ19Н18I10АМ4 (ЭП-690) ТУ I4-I-I892-76	Флюс АН-I8 ГОСТ 9087-8I Флюс АН-26с ГОСТ 9087-8I		ЭП-690 после испытаний на МКК;
			I0Х17Н13М2Т I0Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	Св-05Х30Н40М6ТБ (ЭП-829) ТУ I4-I-9I4-74			Выше 350°С - без требований по МКК
	2	Основной	Любая	Те же, что для переходного слоя 3 группы I			С ограниченным проплавлением плакирующего слоя

Продолжение табл. 40

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
Ш	2	Основной	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	Св-08Х25Н25М3 (ЭП622) ТУ 14-130-173-76	Аргон ГОСТ 10157-79	350	С ограниченным проплавлением
			15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Св-08Х25Н40М7 (ЭП673) Св-08Х25Н60М10 (ЭП606) ТУ14-1-2461-78	Флюсы: 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206-75	450	Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
			08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т	Св-05Х30Н40М6ТБ (ЭП829) ТУ 14-1-914-74	АН-26с, ГОСТ 9087-81 48-ОФ-6, ОСТ 5.9206-75	450	Не рекомендуется для сред, содержащих окислители

Продолжение табл. 40

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
			08Х17Т 08Х13	Св-10Х16Н25АМ6	Ар-18, ГОСТ 9087-81	350	То же, с ограниченным проплавлением
Ш	2	Основной	10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Св-10Х16Н25АМ6 Св-08Х25Н25М3 (ЭП-622) ТУ 14-130-173-76	Аргон ГОСТ 10157-79	350	С ограниченным проплавлением
				Св-08Х25Н40М7 (ЭП673) Св-08Х25Н60М10 (ЭП606) ТУ14-1-2461-78 Св-05Х30Н40М6ТБ (ЭП829) ТУ 14-1-9144-74		450	

ОСТ 26-3-87

С. 142

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
Ш	I,3	Подварочный и плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Св-07Х25Н13БТЮ	Аргон, ГОСТ 10157-79 Флюсы: 48-ОФ-6; ОСТ 5.9206-75 АН-26С, ГОСТ 9087-81 АН-18 ГОСТ 9087-81	350	С ограниченным проплавлением
				Св-05Х30Н40М6ТБ (ЭП-829) ТУ14-1-914-74		450	Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
				Св-08Х25Н40М7 (ЭП-673) Св-08Х25Н60М10 (ЭП606) ТУ 14-1246I-78			То же, без требования стойкости против МКК
			10Х17Н13М2Т	Св-05Х30Н40М6ТБ (ЭП829) ТУ 14-1-914-74		450	

Продолжение табл. 40

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
			10Х17Н13М3Т	Св-08Х25Н60М10 (ЭП606) ТУ 14-1-2461-78			Без требования стойкости против МКК.
Ш	I,3	Подварочный и плакирующий	10Х17Н13М3Т 10Х17Н13М2Т	Св-08Х25Н40М7 (ЭП-673) ТУ 14-1-1001-74	Аргон ГОСТ 10157-79 Флюсы: 48-ОФ-6; АН-26С, ГОСТ 9087-81	450	Без требования стойкости против МКК

Продолжение табл. 40

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Температура эксплуатации, °С, не более	Условия применения
	номер	название		проволока сварочная по ГОСТ 2246-70	защитная среда		
					АН-I8 ОСТ 5.9206-75, ГОСТ 9087-8I		

Примечания:

I. Группы способов и слои сварного шва - по табл. 37.

2. Флюс АН-I8 рекомендуется для преимущественного применения в сочетании с низкоуглеродистыми проволоками и не содержащими ферритную фазу (склонными к образованию горячих трещин).

3. Применение сварочных проволок без ферритной фазы (с содержанием никеля более I3%, особенно П 829) требует отработки мер против горячих трещин в соединениях толщиной более I2 мм.

лом (в том числе металлом предыдущего слоя шва); пониженная сила сварочного тока, увеличенная скорость сварки; специальные методы сварки (ленточным электродом, расщепленной дугой) и др.

6.I2. Предусмотренные технологией режимы сварки и количество плакирующих слоев шва должны обеспечить необходимую стойкость против межкристаллитной коррозии по ГОСТ 6032-84, а также содержание в плакирующем слое шва основных легирующих элементов - хрома, никеля, молибдена и др. (в зависимости от марки стали) - не ниже нижнего предела содержания этих элементов, установленного стандартом или техническими условиями на сталь (или сплав) плакирующего слоя.

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

6.I3. Достаточность мер, предусмотренных технологией для выполнения требований п.п, 6.II и 6.I2, определяется испытаниями при отработке технологического процесса.

Основанием для допуска технологии в производстве должны служить положительные результаты механических испытаний, твердости, макро-микроструктурного и химического (или спектрального) анализа сварных соединений.

6.I4. Нормы механических свойств и твердости должны быть приняты по ОСТ 26-29I-79. Твердость переходного шва не должна превышать 250 НВ.

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

6.15. В применяемом способе сварки допускается комбинировать различные виды сварки: ручную дуговую, автоматическую и полуавтоматическую дуговую под флюсом и в защитных газах, и электрошлаковую.

6.16. Для выбора оптимальных сварочных материалов из рекомендуемых табл. 39 и 40 для переходного слоя группы исполнения I, основного слоя группы II и основного и плакирующего слоев группы III в соответствии с режимами и местными условиями сварки на предприятии-изготовителе изделия рекомендуется пользоваться данными табл. 41 о допускаемой степени разбавления для различных марок сварочных материалов, при которой обеспечивается необходимая пластичность металла.

6.17. Сварку двухслойных сталей с основным слоем из сталей 12ХМ, 12МХ необходимо выполнять с предварительным и сопутствующим подогревом, а также последующей термической обработкой в соответствии с нормативно-технической документацией по сварке этих сталей (раздел 2.8).

6.18. Термическая обработка сварных соединений двухслойных сталей должна производиться в случаях, предусмотренных ОСТ 26-291-79, в соответствии с требованиями НТД и учетом влияния нагрева на стойкость против межкристаллитной коррозии.

Таблица 4I

Допускаемое максимальное содержание низкоуглеродистой или низколегированной конструкционной стали (степень разбавления) в металле шва двухслойных сталей

Предельное содержание конструкционной стали в металле шва, %	Сварочные материалы	
	проволока	электроды
30	Св-06Х25Н12ТЮ Св-07Х25Н13 Св-07Х25Н12Г2Т Св-08Х25Н13БТЮ	Э-I0Х25Н13Г2 Э-I0Х25Н13Г2Б
45	Св-I0ХI6Н25АМ6	Э-IIХI5Н25М6АГ2 08Х24Н25М3Г2
60	Св-08Х25Н60МI0 (ЭП606) Св-08Х25Н40СМ7 (ЭП 673) Св-05Х3СН40М6ТБ (ЭП 829)	08Х24Н60МI0Г2 08Х24Н40М7Г2 08Х24Н60МI0Г2

Примечания:

I. Контролируется при отработке технологического процесса.

2. Без индекса "Э" даны условные обозначения электродов, не предусмотренных ГОСТ I0052-75.

7. СВАРКА РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ

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

7.2. При разработке технологии сварки разнородных сталей необходимо учитывать:

1) технологические особенности (свариваемость) обеих сталей, составляющих сварное соединение (требования по подогреву при сварке, термообработке и т.п.);

2) возможность образования дефектов, особенно холодных и горячих трещин, специфичных для каждой из свариваемых сталей;

3) 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;

4) необходимость и достаточность обеспечения механических свойств сварного соединения и коррозионной стойкости в соединениях сталей равной толщины, не ниже чем у стали, обладающей меньшими показателями указанных свойств.

7.3. Конструктивные размеры подготовки кромок и сварных швов могут быть приняты по стандартам, рекомендуемым для сварки любой из сочетаемых сталей.

7.4. При выборе сварочных материалов следует руководствоваться указаниями табл. 42 и 43 с учетом требований настоящего раздела.

7.5. 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.

7.6. 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.7.7).

7.7. 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.

Примечание. При сварке сталей разных структурных классов (например, сталей ВСтЗсп и IOXI8HIOT) сварку следует проводить с учетом допускаемой степени проплавления свариваемого металла, указанной в табл. 36.

7.8. 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:

I) При сварке стали ВСтЗсп со сталью I2XM - особые условия сварки (режим подогрева термообработки и т.д.) должны быть приняты по рекомендациям для стали I2XM. В случае, если термическая обработка, необходимая для сварных соединений с закаливаемыми сталями (I2X, I2MX и др.)большой толщины (более 36 мм), вызывает снижение коррозионной стойкости высоколегированной стали, конструкцией должна быть предусмотрена возможность термической обработки части изделия с приваренной переходной частью коррозионностойкой стали;

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

7.9. Максимальная температура эксплуатации комбинированных сварных соединений должна быть не выше, чем меньшая из допустимых для обеих сталей; предельная минимальная температура не должна быть ниже, чем большая из допустимых для каждой из сталей.

Таблица 42

Электроды для ручной электродуговой сварки разнородных сталей

Сочетание сталей в сварном соединении		Электроды		Условия сварки
		Тип	Марка	
I2XI8H9T, 08XI8HI0T, 08XI8HI0, I2XI8HI0T, 08XI8HI2Б, 08X22H6T, I0XI4ГI4H4T, 07XI3AГ20, 08XI7HI3M2T, I0XI7HI3M2T, I0XI7HI3M3T, 08XI7HI5M3T, 03XI7HI4M3, 08X2IH6M2T	ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, I0, I5, 20, I5K, I6K, I8K, 20K	Э-I0X25HI3Г2	ОЗЛ-6	до 400°С
		IIXI5H25M6AГ2	ЭА-395/9	до 435°С
		08X24H25M3Г2	АНЖР-3У	до 470°С
	I6ГС, 09Г2С, I0Г2, I0Г2СI, I7ГС, I7ГIС, I2MX, I2XM	08X24H40MГ2	АНЖР-2	до 550°С
		08X24H60MI0Г2	АНЖР-I	свыше 550°С
				Для сталей I2MX и I2XM подогрев. Термообработка *
	03X2IH2IM4ГБ	03X24H25M3AГ3	АНВ-38	При положительных результатах допускается применение электродов, предназначенных не менее легированной стали
	06XH28MДТ	04X23H27M3Д3Г2Ф	АНВ-28	
	03XH28MДТ			

Продолжение табл. 42

Сочетание сталей в сварном соединении		Электроды		Условия сварки
		тип	марка	
03Х21Н21М4ГБ[1] 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, 10, 15, 20, 15К, 16К, 18К 20К 16ГС, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1, 17ГС, 17Г1С 12МХ, 12ХМ	Э-02Х19Н18Г5АМ3 08Х24Н40М7Г2 11Х15Н25М6АГ2 10Х25Н25М3Г2	АНВ-17 АНЖР-2 ЭА-395/9 АНЖР-3у	Для сталей 12МХ и 12ХМ подогрев. Термообработка[*]
12МХ, 12ХМ	ВСт3кп, ВСт3пс, ВС3сп. 10, 15, 20, 15К, 16К, 18К 20К 16ГС, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1, 17ГС, 17Г1С	Э-42, Э-46 Э-09МХ Э-50, Э-09МХ	АНО-5, АНО-7, АНО-13, АНО-3, АНО-4, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-3, ОЗС-12 и др. УОНИ-13/55, УП-1/55, АНО-11 и др.	Подогрев и термообработка[*]

ОСТ 26-3-07 С. 133

Продолжение табл. 42

Сочетание сталей в сварном соединении		Электроды		Условия сварки
		тип	марка	
I6ГС, 09Г2С, I0Г2, I0Г2СI, I7ГС, Д7ГIС I5Г2СФ	ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, I0, I5, 20, I5К, I6К, I8К 20К	Э-42, Э-46 Э46А, Э42А	АНО-5, АНО-I7, АНО-I3, АНО-3, АНО-4 и др. УОНИ-I3/45 УП-I/45 и др.	-

* * Требования по подогреву и термической обработке - см. подраздел 7.8.

Примечания:

I. При выборе сварочных материалов для сварки разнородных сталей аустенитного класса руководствоваться п.7.6 настоящего раздела.

2. Без индекса "Э" даны условные обозначения электродов, не предусмотренные ГОСТ I0052-75

Таблица 43

Сварочные проволоки для сварки разнородных сталей в среде защитных газов и под флюсом

Сочетание сталей в сварном соединении		Марка сварочной проволоки	Условия сварки
2Х18Н9Т, 08Х18Н10Т	ВСт3кп, ВСт3пс	Св-07Х25Н13	до 400°С
8Х18Н10, 12Х18Н10Т	ВСт3сп, 10, 15, 20,	Св-07Х25Н12Г2Т	до 400°С
8Х18Н12Б, 08Х22Н6Т,	15К, 16К, 18К,	Св-10Х16Н25АМ6	до 435°С
0Х14Г14Н4Т, 04Х13АТ20,	20К	Св-08Х25Н25М3	до 470°С
8Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М2Т,	16ГС, 09Г2С, 10Г2,	Св-08Х25Н40М7	до 550°С
0Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т,	10Г2С1, 17ГС, 17Г1С,	Св-08Х25Н60М10	свыше 550°С
8Х17Н14М3, 08Х21Н6М2Т	12МХ, 12ХМ		Для сталей 12МХ и 12ХМ подогрев и термообработка*
	03Х21Н21М4ГБ	Св-01Х24Н25М3АГ7Д	При положительных результатах допускается применение проволоки, предназначенной для менее легированной стали
	06ХН28МДТ	Св-01Х23Н28М3Д3Т	
	08ХН28МДТ	Св-02Х21Н21М4ГБ	

Продолжение табл. 43

Сочетание сталей в сварном соединении		Марка сварочной проволоки	Условия сварки
03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	ВстЗкп, ВСтЗпс, ВСтЗсп, 10, 15, 20, 15К, 16К, 18К, 20К 16ГС, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1, 17ГС, 17Г1С 12МХ, 12ХМ	Св-01Х19Н18Г10АМ4 Св-08Х25Н40М7	Для сталей 12МХ и 12ХМ подогрев и термообработка.
12МХ, 12ХМ	ВСтЗкп, ВСтЗпс, ВСтЗсп 10, 15, 20, 15К, 16К, 18К 20К 16ГС, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1, 12ГС, 17Г1С	Св-08ГА, Св-08ГС Св-08МХ, Св-08ХМ	Подогрев и термообработка*

Продолжение табл. 43

Сочетание сталей в сварном соединении		Марка сварочной проволоки	Условия сварки
16ГС, 09Г2С, 10Г2 10Г2С1, 17ГС, 17ГІС 15Г2СФ	ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, 10, 15, 20, 15К, 16К, 18К, 20К	Св-08, Св-08А	-

* Требования по подогреву и термической обработке см. подраздел 7.8.

Примечание. При выборе сварочных материалов для сварки разнородных сталей аустенитного класса руководствоваться п.7.6 настоящего раздела.

8. СВАРКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

8.1. Специальные требования

8.1.1. Сварка должна производиться на специальных изолированных участках. На участке недопустимы сквозняки, местные потоки воздуха.

Измерение скорости потоков воздуха следует производить анемометрами по ГОСТ 6376-74: допускается скорость воздуха не более 0,3 м/с.

Участок должен быть оборудован периодически работающей приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей санитарные нормы чистоты воздуха и исключающей подачу пыли из вне.

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

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 люкс/м^2. Температура воздуха при сварке должна быть не ниже 5°С.

8.1.2. Все работы по сборке должны производиться в условиях, исключающих попадание влаги, жировых веществ и др. загрязнений на детали и узлы, подготовляемые под сварку.

8.I.3. Подготовка кромок под сварку должна выполняться только механическим способом. Шероховатость поверхности кромок должна быть не менее R_z 40 по ГОСТ 2789-73.

Поверхности деталей, прилегающие к кромкам с обеих сторон на ширину не менее 20 мм, зачищаются шабером или электрокорундовыми кругами (марки ПВ80-I25х2,5-I0,0х20-32 22А-25А 25-40П СМI-СМ27В) по ГОСТ 2424-83, вращающимися металлическими щетками, мелкой наждачной шкуркой 9Б-8, 9Б-9 по ГОСТ 5009-82 зернистостью до № I2 по ГОСТ 3647-80, войлочными кругами с накаткой из абразивного материала зернистостью не более № I2 или вулканитовым кругом.

8.I.4. Вращающиеся щетки (п.8.I.3) изготовлять диаметром 200 мм из нагартованной нержавеющей проволоки по ГОСТ I8I43-72 или из пружинной углеродистой по ГОСТ 9389-75 (диаметр до 0,I5 мм).

8.I.5. При зачистке абразивными кругами не допускается перегрев металла, вызывающий появление на поверхности цветов побежалости.

8.I.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 (бязь по ГОСТ II680-76), смоченными ацетоном и спиртом этиловым техническим по ГОСТ I7299-78.*

В том случае, если собранные под сварку соединения подлежат сварке в срок, превышающей рабочую смену, то их допускается защищать от загрязнения путем обклеивания с двух сторон изоляционной лентой ПХВ по ГОСТ I6214-70. После удаления ленты кромки должны быть дополнительно протерты ацетоном и спиртом.

8.I.7. Прихватку деталей можно производить ручной и автоматической сваркой с присадочным материалом и без него. Поверхность прихваток зачищать металлической щеткой.

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

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

8.I.9. Для обеспечения защиты лицевой стороны шва от окружающей атмосферы на мундштук горелки следует надевать защитный козырек.

Форма защитного козырька должна соответствовать форме свариваемого изделия.

8.I.IO. Защита обратной стороны шва в зависимости от конструкции изделия может осуществляться местным поддувом инертного газа, заполнением инертным газом внутреннего объема свариваемого изделия, применением специальных подкладок (медных) с канавкой, в которую подается защитный газ. Для прихватки и сварки узлов с кольцевыми швами рекомендуется применять секторные разжимные приспособления.

8.I.II. Все детали, идущие на сборку, не должны иметь загрязнений, окалины.

8.I.I2. При изготовлении деталей с применением горячей гибки, штамповки и других операций, требующих последующей термической обработки, цвета побежалости соломенного, темно желтого, зеленого и голубого цветов с поверхности изделия допускается не удалять.

Газонасыщенный слой с другими цветами побежалости (темно-синий, серый) подлежат удалению.

8.1.13. Кольцевые и круговые швы сваривать с перекрытием на 15-20 мм начала шва.

8.1.14. Процесс сварки желательно 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.

8.2. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

8.2.1. Форма подготовки кромок в зависимости от толщины металла должна выбираться согласно ОСТ 26-1-87.

При этом размеры сварных швов должны соответствовать также требованиям ОСТ26-1-87а сборка под сварку должна по возможности выполняться без зазора.

8.2.2. В качестве неплавящегося электрода должны применяться прутки из итрированного или лантанированного вольфрама по ТУ 48-09-221-76 и ГОСТ 23949-80.

8.2.3. В качестве присадочного металла применять сварочную проволоку согласно табл. 44.

Таблица 44

Сварочные материалы

Марка свариваемого сплава	Марка проволоки	Стандарт
ВТ1-00,ВТ1/0,ГОСТ 19807-74	ВТ1-00	ОСТ 190015-77
ПТ1м ОСТ1-92077-78	ВТ1-00С	ТУ 1-9-1056-86
		ТУ-1-9-922-82
ОТ4-0,ГОСТ 19807-74	ОТ4-1	ОСТ 190015-77
		ТУ 1-9-1056-86

8.2.4. В качестве защитного газа применять аргон высшего и I-го сорта по ГОСТ 10157-79 и гелий высокой чистоты по ТУ51-940-80 с проверкой на технологической пробе.

8.2.5. Проволоку перед сваркой обезжирить ацетоном, а затем протереть бязевыми салфетками, смоченными в гидролизном спирте.

8.2.6. Сварку вести на постоянном токе прямой полярности.

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

8.2.8. Присадочный металл подавать непрерывно под углом 20° к изделию.

8.2.9. Вылет вольфрамового электрода из мундштука горелки должен составлять 10-13 мм. При сварке в глубокую разделку вылет допускается увеличивать до 20 мм. При использовании специальных горелок вылет устанавливается исходя из конструктивных особенностей последних.

8.2.10. Конец вольфрамового электрода затачивать на конус с углом при вершине 15-40°.

8.2.11. При сварке необходимо обеспечивать плавное сопряжение шва с поверхностью свариваемого металла.

Разрешается доводить размеры швов до требуемых норм механической обработкой.

8.2.12. Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки приведены в табл. 45.

8.3. А в т о м а т и ч е с к а я а р г о н о д у г о в а я с в а р к а н е п л а в я щ и м с я э л е к т р о д о м.

8.3.1. Для автоматической сварки стыковых швов кромки подготавливать согласно ОСТ 26-1-87.

Размеры швов должны соответствовать требованиям ОСТ 26-1-87.

Таблица 45

Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки титановых сплавов

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход аргона, л/мин		Диаметр сопла горелки, мм	Количество 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

Продолжение табл. 45

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход аргона, л/мин		Диаметр сопла горелки, мм	Количество проходов
					для защиты дуги	для защиты обратной стороны шва		
I6,0	3,0-4,0	3,0-4,0	200-240	I0-I6	20-30	8-I2	I8-20	I6
I8-20	4,0-5,0	3,0-4,0	200-300	I0-I6	20-30	8-I2	I8-20	20
20-26	4,0-5,0	4,0-5,0	250-300	I0-I6	20-30	8-I2	I8-20	24
26-30	4,0-5,0	4,0-5,0	250-300	I0-I6	20-30	8-I2	I8-20	26

8.3.2. Сварку неплавящимся электродом производить на постоянном токе прямой полярности.

8.3.3. Режимы автоматической сварки титана неплавящимся электродом приведены в табл. 46.

8.3.4. При сварке ось вольфрамового электрода устанавливать перпендикулярно к поверхности детали.

8.3.5. Отклонение оси электрода от стыка свариваемых деталей не должно превышать ±0,5 мм по всей длине шва. Присадочную проволоку подавать непрерывно под углом 75-85° к оси вольфрамового электрода.

8.3.6. Присадочную проволоку применять в зависимости от марки сплава согласно табл. 43.

8.3.7. Сварку производить на автоматах типа АРК, сварочных установках с тракторами типа АДСВ и головками типа АГВ и др.

8.4. Автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом.

8.4.1. Кромки стыковых швов под сварку подготавливать согласно ОСТ 26-1-87.

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

8.4.3. Вылет электродной проволоки из токоподводящего мундштука устанавливается 20-40 мм в зависимости от толщины свариваемого материала.

8.4.4. Расстояние от сопла горелки до поверхности свариваемых деталей должно быть 10-12 мм.

8.4.5. Ориентировочные режимы автоматической аргонодуговой сварки плавящимся электродом стыковых швов представлены в табл. 47.

Таблица 46

Ориентировочные режимы автоматической сварки стыковых швов титана неплавящимся электродом

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	Расход аргона, л/мин	
							для защиты дуги	для защиты обратной стороны шва
			Без присадочного металла					
0,5	I,5	-	30-45	8-I0	45-50	-	8-I0	4,4
0,8	I,5	-	60-80	8-I0	30-35	-	8-I0	2-4
I,0	I,5	-	80-I00	8-I0	25-35	-	I0-I2	2-4
I,5	I,5-2,0	-	I20-I40	8-I0	25-35	-	I0-I2	2-4
2,0	2,0-2,5	-	I60-200	9-II	25-35	-	I2-I4	4-6
2,5	2,0-2,5	-	I80-240	I0-I2	25-35	-	I2-I4	4-6
3,0	2,5-3,0	-	260-300	I0-I2	25-30	-	I4-I6	4-6
			С присадочным металлом					
3	2,5-3,0	I,5-2,0	200-260	8-I0	20-25	20-50	I4-I6	4-6
4	2,5-3,0	I,5-2,0	200-260	8-I0	I5-20	I5-50	I4-I6	4-6

ОСТ 26-3-87

Продолжение табл. 46

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	Расход аргона, л/мин	
							для защиты дуги	для защиты обратной стороны шва
6	2,5-3,0	I,5-2,0	200-260	8-I0	I5-20	25-70	20-30	5-8
I0-20	2,5-3,0	I,5-2,0	200-260	8-I0	I5-20	25-70	20-30	5-8

Примечание. Превышение кромок должно быть не более I0% от толщины металла.

8.4.6. В качестве присадочного металла использовать сварочную проволоку согласно табл. 41. Проволоку перед сваркой следует обезжирить.

8.4.7. Для автоматической сварки плавящимся электродом использовать автоматы АРК, установки типа АДСП и головки типа АП и другие.

8.5. Автоматическая сварка неплавящимся электродом "погруженной дугой

8.5.1. Данный способ сварки позволяет производить сварку листов толщиной до 36 мм без разделки кромок.

8.5.2. Сварку погруженной дугой производить на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде).

8.5.3. Для сварки могут быть использованы автоматы АДС-1000-2В, АСВГ-626-3, "Нептун", "Аргон" и др. с принудительной системой регулирования напряжения на дуге.

8.5.4. 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.

8.5.5. Сварной шов с каждой стороны листа выполнять в два прохода без применения присадочной проволоки: первый - для получения требуемой глубины проплавления при погруженом конце вольфрамового электрода, второй - для придания сварному шву требуемых геометрических размеров и сглаживания первого прохода поверхностной дугой.

8.5.6. В качестве защитного газа применять аргон или гелий.

8.5.7. Кромки и прилегающие к ним поверхности с двух сторон на ширину 50-70 мм должны быть зачищены и промыты растворителем и осушены спиртом.

Таблица 47

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	I,6	360–400	I5–20	80–90	I2–I4	3–6	гелий
						30–40		аргон
8–10	Двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок	I,6	340–360	25	65–70	I4–I6	3–6	гелий
						30–40		аргон
I2–I4	Односторонний, со скосом двух кромок на съемной подкладке	I,6	580–600	I7	I45	I4–I6	8–I0	гелий
						30–40		аргон
I2–I4	Двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок	I,6	360–400	20–25	I00–I20	I4–I6	8–I0	гелий
						30–40		аргон

ОТ 26-3-87

Продолжение табл. 47

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,		
						сварочной ванны и шва	обратной стороны шва	инертный газ (в горелку)
I6–20	Двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок	I,6	440–480	20–22	I30–I35	I4–I6 30–40	8–I0	гелий аргон

8.5.8. Прихватка деталей, имеющих отклонения по зазору и смещению кромок, больше указанных не разрешается.

8.5.9. После прихватки собранный стык и выводные планки по всей длине с двух сторон подваривают ручной аргонодуговой сваркой.

8.5.10. Допускается местный зазор длиной не более 100 мм на 1 пог.м шва, если величина его не превышает значений, указанных в табл. 48.

Таблица 48

Величина зазора в зависимости от толщины

Толщина свариваемого металла, мм	6-9	10-12	13-16	17-20	21-36
Зазор, мм	0,6	0,7	0,8	1,2	1,5

8.5.11. Ориентировочные режимы автоматической двусторонней сварки стыковых швов неплавящимся электродом в защитном газе погруженной дугой даны в табл. 49

Таблица 49

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, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин	
						в горелку	в приставку, аргон
10	На провар	гелий	350-400	20-22	12-14	40-50	30-40
	сглаживание	аргон	340-380	13-15	13-15	20-25	-
		гелий	150-200	20-22	10-12	-	-
20	На провар	гелий	550-600	22-24	7-8	60-70	35-45
	сглаживание	гелий	200-250	23-25	9-10	40-50	-
30	На провар	гелий	960-980	17-18	12-14	60-70	40-50
	сглаживание	гелий	350-400	25-28	9-10	45-55	35-45
34-36	На провар	гелий	970-1000	15-16	10-12	60-70	35-45
	сглаживание	гелий	400-450	26-28	9-10	50-70	-

8.5.12. При выполнении прямолинейных швов необходимо начинать и заканчивать сварку на заходных планках. Размеры заходных планок 80х200хδ , выводных 80х100хδ . на 1 продольный шов.

8.5.13. При сварке кольцевых швов начало каждого прохода необходимо перекрывать на 80-100 мм.

8.6. Аргонодуговая сварка по "щелевому зазору"

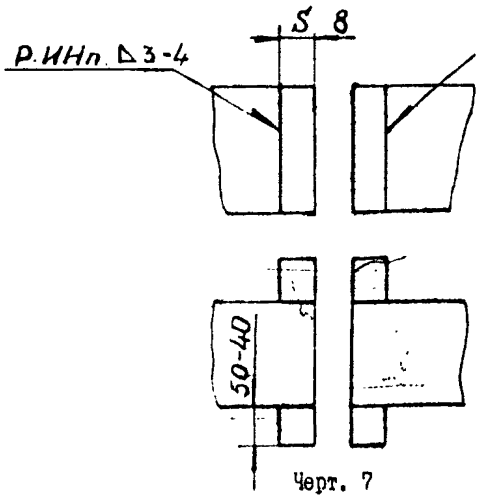
8.6.1. Сварку по "щелевому зазору" выполнять с присадочным материалом в узком зазоре на соединениях без скоса кромок с целью уменьшения объема наплавленного металла и улучшения качества сварных соединений.

8.6.2. Конструктивные элементы раздела кромок под сварку по "щелевому зазору" выбирать в соответствии с ОСТ 26-I-87

8.6.3. Перед сваркой к торцам свариваемых кромок необходимо приварить катетом а 3-4 мм (черт.7) технологические планки толщиной 5-8 мм, длиной 40-50 мм. Ширина (высота) планки выбирается равной толщине свариваемых деталей.

Допускается выбирать толщину планок равной толщине свариваемых деталей.

Формы и размеры технологических планок



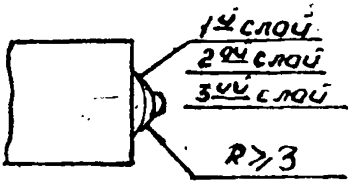
Черт. 7

8.6.4. 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.

8.6.5. Наплавку валиков рекомендуется выполнять в 3 слоя: первый слой - проволокой диаметра 5 мм на сварочном токе 250-300 А; второй - проволокой диаметра 4 мм, 160-180 А, третий - проволокой диаметра 3 мм, 140-160 А.

Наплавленные валики должны плавно сопрягаться между собой и свариваемыми кромками (черт. 8)

Взаимное расположение валиков
при сварке



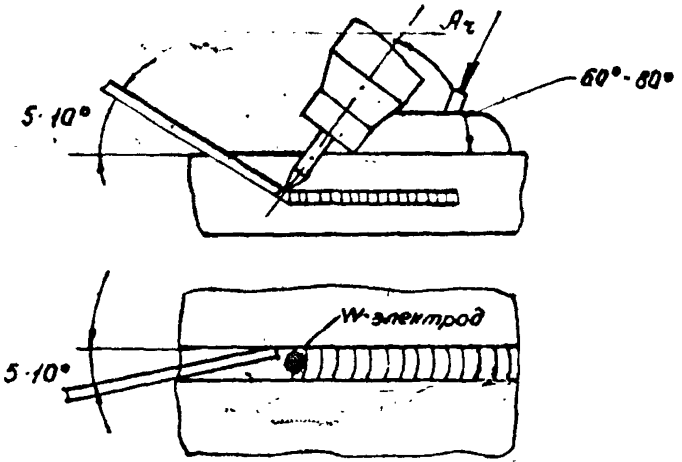
Черт. 8

8.6.6. Перед сборкой сварного соединения наплавку следует предъявлять ОТК.

8.6.7. Сборку стыков следует производить на прихватках, выполняемых ручной аргонодуговой сваркой с защитой обратной стороны прихваток местным продувом инертным газом.

8.6.8. Сварной шов выполнять в несколько проходов. При выполнении корневого прохода вольфрамовый электрод располагать в осевой плоскости зазора, а присадочную проволоку прижимать к одной из свариваемых кромок (черт. 9).

Расположение вольфрамового электрода и присадочной проволоки

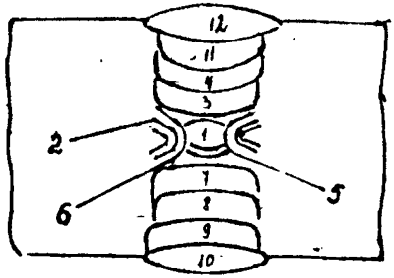


Черт. 9

8.6.9. Порядок заполнения "щелевого зазора" должен быть следующим: I-ый слой шва выполняется проволокой диаметра 3 мм на токе I50-I80А; 2-ой слой - проволокой диаметра 5 мм, на токе 300-320 А; последующие слои (кроме 5-го) - проволокой диаметра 6 мм на токе 400±40 А; 5-ый слой, выравнивающий - без применения

присадочной проволоки на токе 160-180А (черт. 10).

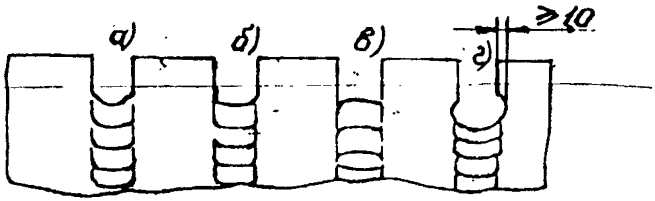
Порядок заполнения "щелевого зазора"



Черт. 10

8.6.10. При выполнении сварки следует стремиться, чтобы поверхность каждого слоя, в том числе корневого прохода и прихваток (с лицевой и тыльной стороны), имела вогнутую форму (см.черт. 11),

Виды формирования шва при сварке по "щелевому зазору"



а - хорошее формирование; б,в,г - неудовлетворительное формирование.

Черт. 11

8.6.II. Верхние слои сварного шва выполняются горелкой с фартуком для предупреждения окисления поверхности шва.

8.6.I2. В процессе сварки по "щелевому зазору" допускаются поперечные колебания электрода.

8.6.I3. При сварке 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.

8.7. А в т о м а т и ч е с к а я с в а р к а п о д ф л ю с о м

8.7.I. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов принимать по ОСТ 26-I-87.

8.7.2. Сварку под флюсом производить на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

8.7.3. Для сварки применять сварочные автоматы ТС-I7М, АДС-I000-2, АБС и др.

8.7.4. В качестве присадочного металла применять проволоку согласно табл. 44.

8.7.5. Для сварки применять бескислородные фторидно-хлоридные флюсы типа АН-Т, разработанные институтом электросварки им. Е.О.Патона.

8.7.6. Зажигание дуги производить замыканием дугового промежутка титановой стружкой.

8.7.7. 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.

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

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

8.7.10. Режимы автоматической дуговой сварки под флюсом приведены в табл. 50

8.8. Электрошлаковая сварка

8.8.1. Электрошлаковую сварку производить на переменном токе промышленной частоты.

8.8.2. Для электрошлаковой сварки титана и его сплавов применять флюс АН-Т2.

8.8.3. Электрошлаковую сварку выполнять с применением следующего оборудования и приспособлений:

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

2) сварочные трансформаторы типа ТШС-3000-1 или ТШС-3000-3 или другого типа, обеспечивающие рабочее напряжение процесса 15-25 В и необходимый сварочный ток;

3) универсальные (типа Р-918) или специализированные, охлаждаемые кокили.

Таблица 50

Режимы автоматической дуговой сварки титановых сплавов под флюсом

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

8.8.4. Профиль кокиля должен соответствовать профилю свариваемых деталей. Местные зазоры не должны превышать 0,5 мм.

8.8.5. 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.

8.8.6. Для возбуждения электрошлакового процесса электрод закорачивается на деталь через титановую губку или стружку.

8.8.7. Засыпку флюса в шлаковую ванну в процессе сварки производить небольшими порциями через промежутки времени, достаточные для полного расплавления предыдущей порции.

8.8.8. Рекомендуемые режимы электрошлаковой сварки пластинчатым электродом приведены в табл. 51.

Таблица 51

Режимы электрошлаковой сварки титановых сплавов пластинчатым электродом

Толщина свариваемого металла, мм	Толщина пластинчатого электрода, мм	Плотность тока, А/мм2	Напряжение, В	Масса засыпаемого флюса, г
30-40	8-10	I,0-I,4		80-I00
40-60	I0-I2	I,4-I,7	I6-I8	I00-I40
60-90	I0-I2	I,6-2,2		I40-200
90-I20	I0-I2	2,2-2,4		I80-250

9. СВАРКА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

9.1. Специальные требования

9.1.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры швов должны соответствовать ГОСТ 14806-80 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

9.1.2. В зависимости от марки алюминия и способа сварки применять сварочные проволоки, приведенные в табл. 52.

9.1.3. При сварке разнородных сплавов алюминия применять более легированную проволоку, чем свариваемые сплавы. Например, для сварки технического алюминия и сплава АМц или АМцС со сплавами АМг3 и АМг5 применять соответственно проволоки АМг6 и АМг6; сварку технического алюминия со сплавом АМц следует производить проволокой Св АМц.

Швы, обращенные к агрессивной среде, для повышения их коррозионной стойкости во всех случаях рекомендуется выполнять в первую очередь и за один проход.

9.1.4. Механические свойства сварных соединений должны соответствовать нормам, приведенным в табл. 53.

9.1.5. В зависимости от толщины и конфигурации изделий сварка может быть выполнена способами, приведенными в табл. 54.

9.2. Подготовка под сварку

9.2.1. Подготовка кромок производится механическим способом

9.2.2. Перед сваркой кромки и прилегающие к ним поверхности с двух сторон должны быть зачищены с целью удаления окисной пленки на ширине, равной 1,5 толщинам свариваемого металла, но не менее 20 мм, механическим способом щетками из нержавеющей проволоки,

Таблица 52

Сварочные проволоки для алюминия и его сплавов

Марка алюминия	Ручная дуговая сварка		Сварка в защитных газах (аргон, гелий)	Автоматическая дуговая сварка под флюсом		Электрошлаковая сварка		Газовая сварка	
	марка электродов или покрытия	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка флюса	марка электродной пластины	марка флюса	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка флюса
А99, А85, А8, А7, А6	АФ-4а ОЗА-1	А99 СвА97 СвА85Т	СвА97 СвА85Т	СвА97 СвА85Т	АН-Аℓ 1	-	-	Св-А97 СвА85Т	АФ-4А
АД00 АД0, А5 АД1	ЭАЛ-1 (АФ1)	СвА85Т СвА5	СвА85Т СвА5	СвА85Т СвА5	УФОК-Аℓ	АД0 по ГОСТ 4784-74	АН-А30б	СвА85Т СвА5	АФ-4А

Продолжение табл. 52

Марка алюминия	Ручная дуговая сварка		Сварка в защитных газах (аргон, гелий)	Автоматическая дуговая сварка под флюсом		Электрошлаковая сварка		Газовая сварка	
	марка электродов или покрытия	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка флюса	марка электродной пластины	марка флюса	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка флюса
АМц АМцС	–	–	Св АМц	Св АМц		–	–	–	–
АМГ1	–	–	Св АМг	Св АМг3	АН-Аℓ УФОК-Аℓ			–	–
АМг3	–	–	Св АМг3, Св АМг5	Св АМг3, Св АМг5		СвАМг5 по ГОСТ 7871-75			
АМг5	–	–	Св АМг5, Св АМг6	Св АМг5, Св АМг6	АН-А4	СвАМг6 по ГОСТ 7871-75	АН-А30I		

ОСТ 26-3-82

С.183

Продолжение табл. 52

Марка алюминия	Ручная дуговая сварка		Сварка в защитных газах (аргон, гелий)	Автоматическая дуговая сварка под флюсом		Электрошлаковая сварка		Газовая сварка	
	марка электродов или покрытия	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка сварочной проволоки	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка флюса	марка электродной пластины	марка флюса	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка флюса
АМг6	–	–	Св АМг6 по ГОСТ 7871-75	Св АМг6	АН-А4	АМг7 по ГОСТ 7871-75	АН-А30I	–	–

Примечание. Применение проволоки марки Св АМг5 для сварки сплава АМг3 допускается в случае отсутствия требований к сварным соединениям по стойкости к межкристаллитной коррозии.

электро- или пневмофрезами) с обязательным последующим обезжириванием или химическим способом, состоящим из следующих операций:

1) обезжиривания в 5%-ном водном растворе едкого натра при 60-65°С в течение 2 мин;

2) промывки в теплой воде (температура не ниже 45°С), а затем в холодной проточной воде;

3) осветления в 15%-ном водном растворе азотной кислоты при температуре 60-65°С в течение 2-5 мин;

4) промывки в теплой и холодной воде (в соответствии с п. 2);

5) сушки при температуре 60°С до окончательного удаления влаги.

Таблица 53.

Механические свойства сварных соединений алюминия и его сплавов

Механические свойства	Значения механических свойств для алюминия марок				
	А99, А85, А8, А7, А6, А5, АД0, АД1, АМц, АМцС	АМг1	Амг5	АМг3	АМг6
Предел прочности для всех способов сварки, МПа	Не менее нижнего предела прочности основного металла по нормативно-технической документации на основной металл				
Угол изгиба, не менее	120°		45°	60°	45°
Ударная вязкость Дж/м^2 (кгсм/см^2), не менее:					
от 0° до плюс 150°С	-	-	39(3,9)	-	32(3,2)
от минус 70 до 0°С	-	-	38(3,8)	-	28(2,8)

Таблица 54

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

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	С отбортовкой кромок	Односторонний	С1	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (0,8-2,0)$мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (0,8-3,0)$мм	-

Продолжение табл. 54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	Без скоса кромок	Двусторонний	С7	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1$ (3-4) мм Ручная дуговая сварка покрытыми электродами* $S = S_1$ (4-25) мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1$ (4-20) мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1$ (4-20) мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1$ (4-8) мм

Продолжение табл.54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	Без скоса кромок	Двусторонний	С7	Покрытыми электродами $S = S_1 = (6-25)$ мм	Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S = S_1 = (12-20)$ мм Сварка по слою флюса $S = S_1 = (8-35)$ мм	-

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	Без скоса кромок	Односторонний на остающейся подкладке	С5	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1$ (0,8–12,0) мм Ручная дуговая сварка $S = S_1$ (6–10) мм*	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1$ (0,8–12,0) мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1$ (4–12) мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1$ (4–8) мм

Продолжение табл.54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	Со скосом кромок	Двусторонний	С21	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом^{xx} $S = S_1 = (5-30)$ мм Ручная дуговая сварка $S = S_1 = (5-60)$ мм^{x}	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (5-40)$ мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (6-30)$ мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S = S_1 = (30-60)$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (5-30)$ мм

Продолжение табл.54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	Со скосом кромок	Односторонний на съемной подкладке	С18	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (5-30)$ мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (5-20)$ мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S = S_1 = (30-60)$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм

ОСТ 26-3-87

С. 151

Продолжение табл.54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	С двумя симметричными скосами кромок	Двусторонний	С25	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм Ручная дуговая сварка $S = S_1 = (35-60)$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (20-40)$ мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S = S_1 = (30-60)$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм

Продолжение табл.54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	С двумя симметричными криволинейными скосами кромок	Двусторонний	С26	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1$ =30-40 мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1$ =(30-60) мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1$ =(30-60) мм $S = S_1$ =(100-120) мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S = S_1$ =(30-60) мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1$ =(30-60) мм $S = S_1$ =(100-120) мм

Продолжение табл.54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Угловое	Без скоса кромок	Двусторонний	У5	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (1,5-12,0)$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (1,5-12,0)$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (10,0-12,0)$ мм
	Со скосом одной кромки	Двусторонний	У7	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (5-20)$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом $S = S_1 = (5-20)$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (5-20)$ мм

Продолжение табл.54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Угловое	Со скосом кромок	Двусторонний	У10	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (12-30)$ мм
Тавровое	Без скоса кромок	Двусторонний	Т3	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (1,5-20,0)$ мм Ручная дуговая сварка $S = S_1 = (15-20)$ мм[x]	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (1,5-20,0)$ мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (4,0-20,0)$ мм
		Односторонний	Т1	То же	То же	То же

ОСТ 26-3-87

С. [illegible]

Продолжение табл. 54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Тавровое	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний	Т8, Т5 ($S \geq 30$)	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (12-60)$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = (12-60)$ мм Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (12-60)$ мм Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S = S_1 = (50-60)$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = (12-60)$ мм

ОСТ 26-3-87

С. [illegible]

Продолжение табл.54

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-80	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Нахлесточное	Без скоса кромок	Односторонний Двусторонний	Н1, Н2	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = 1{,}5\text{–}20$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродами $S = S_1 = 1{,}5\text{–}20$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = 1{,}5\text{–}36$ мм

ОСТ 26-3-457

x Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов при ручной дуговой сварке штучными электродами принимаются по НТД предприятий.

xx При сварке с подогревом для сварных соединений С18 и С21 толщиной свыше 20 мм конструктивные элементы подготовки кромок и размеры швов принимаются по НТД предприятий.

Примечание. Сварка вышеуказанных алюминиевых сплавов в зависимости от толщины и марки сплава осуществляется с подогревом от 150 до 350°С.

9.2.3. Непосредственно перед сваркой кромки должны быть обезжирены ацетоном или другим растворителем.

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

9.2.4. Сварочную проволоку следует подвергать химической очистке по вышеуказанной технологии или электрохимической полировке по инструкциям завода-изготовителя.

Срок хранения сварочных материалов после химической очистки не более 12 ч на воздухе или не более 36 ч при хранении в герметически закрытой таре.

9.3. Ручная дуговая сварка алюминия марок А99, А85, А8, А7, А6, А5, АД00, АД0, АД1

9.3.1. Сварку рекомендуется производить электродами на проволоке Св А97, Св А85Т и Св А5 по ГОСТ 7871-75 с покрытием АФ4А с криолитом (65% флюса АФ4А и 35% криолита).

9.3.2. Допускается использовать также электроды с покрытиями А ОЗА-1 и ЭАл-1 (АФ1).

9.3.3. При толщине 12 мм и более прихватку и сварку производить с подогревом до 250-350°С.

9.3.4. Собранные под сварку узлы прихватывают теми же электродами, которыми будет производиться сварка.

9.3.5. Прихватку и сварку производят на постоянном токе обратной полярности.

9.3.6. Зазор при сборке устанавливается в зависимости от толщины металла в пределах до 3 мм.

9.3.7. При многослойной сварке каждый последующий слой накладывается после тщательной зачистки предыдущего.

9.3.8. После сварки производится зачистка и проковка швов

(если она требуется по техническим условиям).

9.3.9. Режимы сварки приведены в табл.55.

Таблица 55

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

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

Продолжение табл.55

Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Толщина свариваемого металла*, мм	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А
С двумя симметричными скосами кромок	Двусторонний	35	8	550–600
		40		
		45		600–700
		50		
		60		

* Для толщин 10–14 мм при ручной аргонодуговой сварке возможен более производительный режим: сварочный ток 400–450 А, диаметр вольфрамового электрода 8 мм, диаметр присадочной проволоки 6–8 мм, количество проходов 2–3.

9.3.10. При длине шва более 500 мм рекомендуется применять обратно-ступенчатый способ сварки.

9.4. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

9.4.1. Присадочные проволоки принимают согласно табл.52.

9.4.2. В качестве неплавящегося электрода применяют лантанированные вольфрамовые прутки по ТУ 48-19-27-77, ГОСТ 23949-80.

9.4.3. Для защиты дуги применяют аргон по ГОСТ 10157-79.

9.4.4. Для формирования корня шва применять металлические прокладки с канавкой по линии стыка, глубиной от 0,8 до 2,0 мм и шириной от 4 до 20 мм.

9.4.5. Сварку ведут на переменном токе с наложением высокой частоты.

9.4.6. Изделия перед сваркой необходимо подогревать до 150-350 °С в зависимости от толщины и марок сплава в соответствии с табл.56.

Таблица 56

Максимальная температура подогрева алюминия и его сплавов перед сваркой

Сплав	Толщина металла, мм	Температура подогрева, °С	Продолжительность нагрева, мин
А99, А85, АД0, АД1	любая	350	60
АМц	любая	250	60
АМГ1, АМг3	≤ 12	100	30
АМГ5, АМг6	≥ 12	150	10

9.4.7. Вылет вольфрамового электрода должен составлять 8-12 мм.

9.4.8. Ориентировочные режимы сварки приведены в табл.58.

9.5. Автоматическая сварка по флюсу

9.5.I. Автоматической сваркой целесообразно сваривать:

I) продольные стыки при диаметре обечаек свыше I200 мм и длине более I000 мм;

2) кольцевые стыки при диаметре обечаек свыше I600 мм.

9.5.2. Марки присадочных проволок принимают по табл.52. Проволока должна поставляться в нагартованном состоянии.

9.5.3. Составы флюсов АН-Аℓ и УФОК-Аℓ приведены в табл.57

Таблица 57

Состав флюсов, %

Компоненты	Марка флюса	
	АН-Аℓ	УФОК-Аℓ по ТУ 48-4-347-75
Калий хлористый по ГОСТ 4234-77	50	40
Натрий хлористый по ГОСТ 4233-77	20	30
Криолит К-I по ГОСТ I056I-80	30	30

9.5.4. Технологический процесс изготовления флюса состоит из следующих операций:

I) просушки компонентов при температуре 200-250 °С в течение I,5-2 ч;

2) измельчения их до размеров I,5-2,0 мм в поперечнике;

3) просева через сито с I6 отв/см^2;

Таблица 58

Режимы ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом алюминия и его сплавов

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-80	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Расход аргона, л/мин	Сварочный ток, А	Количество слоев	Примечание
С1	1,5	2,0	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	-
С5	2,0	3,0-4,0	2,0-2,5	5-6	80-100	1	-
	3,0-4,0	4,0	3,0	7-8	150-170	1	
	5,0-12,0	4,0-5,0	3,0	7-8	180-200	1-4	
С21	5,0-12,0	5,0	4,0-5,0	10-12	180-220	2-10	Количество слоев изменяется в зависимости от толщины изделия
		6,0		12-14	240-260		
	12,0-30,0	8,0	6,0-8,0	12-14	400-450	2-5	
С25	5,0-12,0	5,0	4,0-5,0	10-12	180-220	2-10	То же
		6,0		12-14	240-260		
	12,0-30,0	8,0	6,0-8,0	12-14	400-450	2-5	

Продолжение табл.58

Условное обозначение шва по ГОСТ I4806-80	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Расход аргона, л/мин	Сварочный ток, А	Количество слоев	Примечание
Т3, Т1	I,5-20,0	5,0-6,0	4,0	8-I0	I80-260	I-5	Количество слоев изменяется в зависимости от толщины изделия и катета шва
Н,Н2	I,5-20,0	4,0 5,0 6,0	3,0-5,0	8-I0 I0-I2 I2-I4	I40-I50 I80-220 220-260	I-5	То же

4) взвешивания согласно рецептуре (см.табл.57);

5) перемешивания;

6) расплавления (в тигле из окалиностойкой стали или графита) при 750-800°С с выдержкой при этой температуре в течение 10 мин.;

7) разлива флюса для остывания на противень высотой слоя не более 10-15 мм;

8) измельчения флюса до размеров 0,2-1,0 мм;

9) просушки флюса при температуре 200-250°С.

9.5.5. Допускается использование механической смеси компонентов или керамического флюса.

9.5.6. Сборку следует выполнять тщательно, с минимальными зазорами (0-0,5 мм).

9.5.7. Рихтовку и подготовку выполняют деревянными или дюралюминиевыми молотками.

9.5.8. Собранные под сварку детали и узлы прихватывают газовой, ручной аргоно-дуговой или дуговой сваркой с подогревом до 220-250°С.

Длина прихваток 50-80 мм, расстояние между ними-300-500 мм.

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

9.5.10. Во избежание прожогов сварку необходимо вести на плотно поджатой подкладке из меди или стали.

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

9.5.12. Начало и конец шва необходимо выводить на захватные планки.

9.5.13. Размеры флюсового слоя следует выбирать с таким расчетом, чтобы дуга только наполовину погружалась в слой флюса. При больших количествах флюса уменьшается глубина проплавления.

9.5.14. Сварку выполнять на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде). Металл толщиной до 35 мм сваривается в один слой без разделки кромок с одной или с двух сторон. Возможна сварка одной или двумя электродными проволоками.

9.5.15. Режимы сварки приведены в табл.59.

Таблица 59

Ориентировочные режимы автоматической дуговой сварки по флюсу стыковых двусторонних швов алюминия и его сплавов (С7 по ГОСТ 14806-80)

Толщина свариваемого металла, мм	Количество сварочных проволок	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/с	Ширина слоя флюса, мм	Толщина слоя флюса, мм
6	I	I,2-I,4	170-180	28-30	25-26	24-26	8-10
8	I	I,4-I,6	190-210	30-32	20-22	24-26	8-10
10	I	I,6-2,0	220-280	32-36	18-22	26-28	8-12
	2	I,6	300-320	32-34	16-18	26-30	8-10
12	I	2,5-2,7	350-370	38-40	16-18	32-34	10-12
	2	I,6-I,8	320-340	32-34	16-18	30-32	10-12
16	I	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	I	3,0-3,2	450-480	38-42	14-16	40-44	12-14
20	2	2,3-2,5	470-500	36-40	14-16	46-50	12-14
25	I	3,0-3,2	450-480	38-42	12-14	46-50	12-14
35	4	5,0-5,2	1000-1200	46-48	10-12	50-54	14-16

9.6. Автоматическая и полуавтоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом

9.6.1. Присадочные проволоки принимают согласно табл.52.

9.6.2. Для сварки алюминия применяют аргон по ГОСТ 10157-79.

9.6.3. Проволоку и свариваемый металл очищают способами, указанными в п.9.2.2.

9.6.4. Прихватку выполняют ручной аргодуговой сваркой.

9.6.5. Сварку производят на постоянном токе обратной полярности.

9.6.6. Начало и конец шва выводят на заходные планки.

9.6.7. Вылет сварочной проволоки следует устанавливать 12-20мм.

9.6.8. В зависимости от толщины металла и марки сплава сварку выполняют с подогревом от 150 до 350 °С.

9.6.9. При сварке кольцевых швов начало шва перекрывать на участки длиной до 300 мм (в зависимости от габаритов изделия).

9.6.10. При перекрытии шва обеспечивать полное расплавление кратера.

9.6.11. Ориентировочные режимы автоматической сварки приведены в табл.60.

9.6.12. Режимы полуавтоматической сварки приведены в табл.61.

9.7. Автоматическая двухэлектродная сварка по флюсу

9.7.1. Для двухэлектродной сварки алюминия применяют неплавленный флюс АН-А1 следующего состава, массовая доля компонентов в смеси, %:

калий хлористый ГОСТ 4234-77	- 50
натрий хлористый ГОСТ 4233-77	- 20
криолит ГОСТ 10561-80	- 30

Таблица 60

Ориентировочные режимы автоматической аргонодуговой сварки плавящимся электродом алюминия и его сплавов

словное обозначение ва по ГОСТ 4806-80	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Скорость подачи проволоки, м/ч	Количество слоев	Примечание
7	I0	2,0	320-340	20-26	27-28	24-28	290-3I0	I	Сварку первого слоя
	I4	2,0	340-360	I6-20	27-28	24-28	3I0-330	2	выполняют на подкладке
	20	2,0- 2,5	360-380	I4-I6	29-30	28-35	330-360	I	во избежание прожогов
5	4	I,2-I,4	I50-I70	30-35	I6-20	I4-I8	I70-I90		-
	6	I,4-I,6	260-300	I8-25	23-25	20-24	240-260	I	
	I0	2,0	360-380	I8-22	26-28	24-28	330-360		
	I2	2,0	380-420	I4-I6	28-29	28-35	360-390		
I8	I5	2,0	I-й слой 240-280	20-25	23-25	24-28	220-250	2	-
			2-й слой 320-340				290-3I0		

Продолжение табл. 60

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-80	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Скорость подачи проволоки, м/ч	Количество слоев	Примечание
С18	20	2,0	I-й слой 360-380 2-й слой 400-420	I6-I8	28-30	28-35	330-360 370-390	2	-
С25	20	2,0	I-й слой 360-380 2-й слой 400-420	I6-I8	28-30	28-35	330-360 370-390	2	Первый слой выполнять на подкладке Корень шва перед сваркой с обратной стороны подрубить
	25	2,0	I-й слой 360-380 2-й слой 400-430	I4-I6	28-30	28-35	330-360 370-390	2	

Продолжение табл. 60

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-80	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргон, л/мин	Скорость подачи проволоки, м/ч	Количество слоев	Примечание
С25	30	2,0	I-й слой 360-380 последующие слои 400-430	I4-I6	28-30	28-35	330-360 370-390	4	Первый слой выполнять на подкладке. Корень шва перед сваркой с обратной стороны подрубить.
С26	36	2,0	I-й слой 360-380 Последующие слои 400-430	I4-I6	28-30	28-35	330-360 370-390	6	Первые слои выполнять на подкладке

ОСТ 26-3-47

С. 21[illegible]

Ориентировочные режимы полуавтоматической аргонодуговой сварки плавящимся электродом алюминия и его сплавов

ловное означе-е шва ГОСТ 806–80	Толщина свари-ваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость подачи проволоки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Количество слоев	Примечание
	I0	2,0	300–320	260–290	28–29	I2–I4	2	Первый слой сваривать на подкладке, во избежание прожогов. Перед сваркой зачистить шов с обратной стороны
	4	I,2–I,4	I20–I60	I50–I70	25	I0–I2	I	
	6	I,4–I,6	220–260	200–220	25	I2–I4	I	
	I0 I5 20	2,0	300–320	260–290	28–29	I2–I4	I 3 4 (подварка с обратной стороны)	

Продолжение табл.61

	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость подачи проволоки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Количество слоев	Примечание
	2,0 2,0	300–320 300–320	260–290 260–290	28–29 28–29	I2–I4 I2–I4	4 4	Первый слой выполнять на подкладке. Корень шва перед сваркой с обратной стороны подрубить
26	2,0 2,0	300–320 300–320	260–290 260–290	28–29 28–29	I4–I6 I4–I6	I0 I2	Первый слой выполнять на подкладке. Сварка рекомендуется с подогревом
I0	2,0	300–320	260–290	28–29	I2–I4	I с каждой стороны	Δ = 3–6 (катет шва)

Продолжение табл.61

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-80	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость подачи проволоки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Количество слоев	Примечание
Т8	20	2,0	300-320	260-290	28-29	14-16	6-7 с каждой стороны	a= 8-15 мм (катет шва)
	30						12-15 с каждой стороны	a= 10-20 мм (катет шва), рекомендуется подогрев
	36	2,0	300-320	260-290	28-29	14-16	18-22 с каждой стороны	a= 15-30 мм (катет шва), рекомендуется подогрев
У, Н2	10	2,0	300-320	260-290	28-29	12-14	1	Для толщины 30-36 мм рекомендуется подогрев
	20					14-16	6	
	30						12-15	
	36						18-20	

ОСТ 26-3-471

9.7.2. Поступление флюса в зону сварки регулируют специальным дозирующим устройством.

9.7.3. Сборку под сварку выполняют очень тщательно с минимальными зазорами (0-1,5 мм).

9.7.4. Смещение кромок в продольных и кольцевых стыковых соединениях должно составлять не более 10% толщины стенки аппарата.

9.7.5. Собранные под сварку детали и сборочные единицы прихватывают ручной электродуговой сваркой электродами марок АФ4А с криолитом, ОЗА-1 или АНІФІ. Прихватки производить с внутренней стороны аппарата. Длина прихваток - 80-120 мм, расстояние между ними - 400-500 мм.

9.7.6. Сварку ведут без подогрева.

9.7.7. При сварке продольных стыков начало и конец шва необходимо выводить на заходные планки.

9.7.8. Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде) полуоткрытой дугой.

9.7.9. Двухдуговая сварка аппарата выполняется в следующей последовательности:

1) сварка продольных стыков обечаек с внутренней стороны с пневматическим флюсодержимом (для флюсовых подушек применяют флюс АН-348А средней грануляции);

2) сварка кольцевых стыковых соединений с внутренней стороны с применением флюсовой подушки или асбестового бандажа;

3) сварка кольцевых и продольных стыков с внешней стороны.

9.7.10. Сварку кольцевых стыковых швов с наружной стороны следует выполнять в зените или с незначительным отклонением от него в сторону спуска. Сварка "на подъем" недопустима, так как ведет к прожогам.

9.7.II. Шлаковую корку с внутренних швов удаляют после окончания сварки с внешней стороны.

9.8. Газовая сварка

9.8.I. Подготовка кромок производится как показано в табл.63

9.8.2. В качестве присадочного металла используют проволоку согласно табл.52.

9.8.3. При газовой сварке необходимо применять флюс АФ4А. Состав флюса приведен в табл.62.

Таблица 62

Состав флюса АФ4А

Компоненты	Стандарт на компоненты	Содержание, %	Просев компонентов через сито, отв/см^2
Калий хлористый	ГОСТ 4234-77	50	600-900
Натрий хлористый	ГОСТ 4233-77	28	600-900
Литий хлористый		I4	600-900
Натрий фтористый	ГОСТ 4463-76	8	600-900

9.8.4. Флюс разводят водой (лучше дистиллированной) до пастообразного состояния и наносят кистью на свариваемые кромки и присадочный пруток.

9.8.5. Сварку следует производить "левым" способом до 5 мм и "правым" при толщине свыше 5 мм.

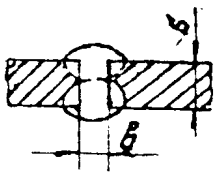
9.8.6. Сварку производить строго нейтральным пламенем.

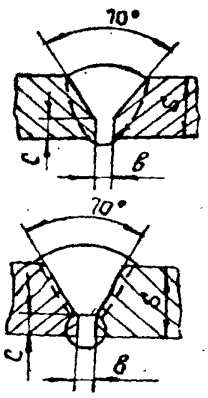
9.8.7. Наклон горелки к свариваемой поверхности составляет 30-45^0. Наклон присадочного прутка - 40-50^0 к поверхности детали.

9.8.8. Ядро пламени должно находиться на расстоянии 3-6 мм от поверхности ванны.

Таблица 63

Режим газовой сварки алюминия и подготовка кромок к сварке

Толщина свариваемого металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Зазор, B_i, мм	Притупление, C_i, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Номер наконечника горелки	Рабочее давление кислорода, МПа	Расход ацетилена, л/ч	Примечание
1.5		1,0		2,0	I-2	I5	50-I00	
2,0		I,5		3,0	I-2	I5	I00-200	
3,0		2,0		3,0	2-3	20		
4,0		2,0		4,0	2-3	20	200-400	
6,0		2,5		5,0	4	20-25		
8,0		3,0		6,0	5	25-30	400-700	
I0,0		3,0		6,0	6	30-35		
I2,0		3,0		8,0	6	30-60	700-I200	

Толщина свариваемого металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Зазор, $в_i$, мм	Притупление, $с_i$, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Номер наконечника горелки	Рабочее давление кислорода, МПа	Расход ацетилена л/ч	Примечание
		2,0	2,0	5,0	4	30–35		
		2,5	2,0	6,0	5	25–30	400–700	Односторонний шов без подварки применять в исключительных случаях Металл толщиной 18 и 20мм сваривать с подогревом до 250–300°С
		3,0		6,0	6	30–35		
		4,0	3,0			30–35		
		5,0			7	35–60	700–1200	
		6,0	4,0			35–60		
		3,0	7,0	8,0	6	30–35		
		3,5	8,0		6	30–35	700–1200	
		3,5	9,0		7	35–60		
		4,0	10,0		7	35–60		

9.8.9. В процессе сварки необходимо перемешивать сварочную ванну, погружая в нее конец присадочного прутка колебательными (снизу вверх) движениями. Это способствует лучшему перемешиванию основного и присадочного металла, лучшему распределению флюса по зеркалу ванны, разрушению окисной пленки и всплыванию шлаков на поверхность расплавленной ванны.

9.8.10. В случае вынужденных перерывов пламя горелки отводить от расплавленной ванны шва плавно, не допускать резкого охлаждения шва.

9.8.11. Ориентировочные режимы газовой сварки алюминия приведены в табл.63.

9.8.12. После сварки швы необходимо тщательно зачистить от остатков флюса в последовательности:

1) с двух сторон промыть горячей водой, протравить 5%-ным раствором азотной кислоты и вновь промыть водой;

2) удалить фасонным зубилом и зачистить скребком верхний слой наплавленного металла, в порах которого возможны остатки невымытого флюса;

3) после проковки (если она предусмотрена техническими условиями) и зачистки швов протравить все изделия 5%-ным раствором азотной кислоты, промыть горячей водой и высушить древесными опилками, сжатым воздухом или в сушильном шкафу.

9.8.13. Изделия из алюминия осветляют (если этого требуют технические условия) травлением 35%-ным раствором азотной кислоты с последующей промывкой и осушкой.

9.9. Ручная и механизированная плазменная сварка алюминия марок АД0 и АД00 толщиной до 20 мм

9.9.1. Типы сварных швов, выполненных плазменной сваркой,

товки кромок и размеры сварных швов для толщин, не указанных в ГОСТ 14806-80, выполняются по нормативно-техническим документам предприятия-изготовителя.

9.9.2. Для выполнения прихваток и плазменной сварки применяют проволоку марки Св-А85Т согласно табл. 52.

9.9.3. В качестве защитного газа применяют аргон по ГОСТ 10157-79.

9.9.4. Проволоку и свариваемый металл очищают способами, указанными в п.п. 9.2.2, 9.2.3 и 9.2.4.

9.9.5. Прихватки при сборке выполняются ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом с применением присадочной проволоки марки Св-А85Т. Допускается выполнять прихватки плазменной дугой с применением той же присадочной проволоки.

9.9.6. Размеры прихваток и расстояния между ними выбираются в зависимости от конструкции изделия согласно табл.64.

Таблица 64

Размеры прихваток при сборке под плазменную сварку алюминия

мм

Толщина свариваемого металла	Шаг прихваток	Длина прихваток
4-6	100-200	10-20
8	200-300	30-35
10-16	300-350	40-50
16-20	350-400	60-70

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

9.9.8. Прихватки перед сваркой зачищаются

9.9.9. Плазменная сварка осуществляется дугой обратной полярности, горящей между электродом (анодом) и изделием (катодом).

9.9.10. В качестве источника питания плазменной дуги могут быть использованы преобразователь типа ПСО-500, выпрямитель ВПР-402 или ИПН 160/600 и др.

9.9.11. Для сварки плазменной дугой рекомендуется использовать плазмотроны типа Псв-91, разработанные ВНИИПТ химмашем.

9.9.12. Глубина погружения вольфрамового электрода внутрь формирующего сопла относительно среза должна быть 2-2,5 мм с углом заточки рабочего конца электрода 90 °.

9.9.13. Режимы ручной и автоматической сварки и плазменной дугой приведены в табл.65 и 66.

Таблица 65

Режимы ручной плазменной сварки алюминия

Толщина металла, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Режим сварки				
		сварочный ток, А	напряжение на дуге, В	диаметр формирующего сопла, мм	расход аргона, л/мин	обозначен сварного соединения
6	4	180-200	28-32	6	6-8	С5
8	5	220-240	32-34	7	7-9	С5
10	5	230-250	33-36	7	8-10	С5
12	6	240-270	34-36	7	8-9	С17
14	6	270-300	34-37	8	7-9	С17
16	6	320-350	35-38	8	8-11	С21
18	6	340-380	36-40	8	9-12	С21
20	6	370-410	38-42	8	10-14	С21

Таблица 68

Режимы автоматической плазменной сварки

Свариваемая толщина, мм	Сварочный ток, А	Скорость		Расход аргона, л/мин		Диаметр формирующего сопла, мм
		сварки, м/ч	подачи проволоки диаметра 3,0 мм, м/ч	для защиты	плазмообразующего	
6	340–350	16,0–18,0	60–65	14–16	1–1,0	4
8	350–365	12,0–14,0	60–65	16–18	1–1,4	4
10	370–390	8,0–10,0	80–90	18–20	1–1,8	5
12	400–415	7,0–8,0	95–100	20–22	1–2,0	5
14	420–435	6,5–7,0	95–105	22–24	1–2,0	6
16	430–445	5,8–6,5	100–110	24–26	1–2,0	8
18	450–465	5,5–6,0	110–120	26–28	1–2,0	8
20	470–480	5,0–5,5	120–130	26–28	1–2,0	10

Примечание: Расстояние от торца плазмотрона до изделия должно устанавливаться в пределах 12–22 мм.

IO. СВАРКА МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ

IO.I. Специальные требования

IO.I.I. Сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений из меди и медных сплавов должны подвергаться обязательной очистке, в связи с большой чувствительностью меди и медных сплавов к водороду (осушка газов, прокалка флюсов и т.д.).

IO.I.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 IO-I2% серной кислоты и 2% хромового ангидрида с последующей промывкой в теплой проточной воде.

IO.I.3. Подготовка кромок под сварку должна производиться механическим способом на ножницах и металлорежущих станках с последующей зачисткой с помощью наждачного круга, стальной щетки и других инструментов. Наличие заусенцев после механической обработки не допускается

IO.I.4. В связи со значительным коэффициентом термического расширения и его зависимостью от температуры, сварку необходимо вести в жестком закреплении или по прихваткам.

IO.I.5. Прихватка должна обеспечить провар корня стыкового и углового соединения. Расстояние между прихватками должно быть в пределах I50-500 мм.

Ширина и высота прихваток должна быть минимальной, а длина их не менее 20 мм.

Качественные прихватки во время сварки не вырубаются и подлежат перекрытию сварным швом. Начинать сварку на прихватке не допускается.

10.1.6. Сварку сосудов и аппаратов из меди с толщиной стенки более 5 мм (для латуни более 12 мм) производить с предварительным подогревом до температуры от 200 до 600°С в зависимости от толщины свариваемого изделия и способа сварки.

10.1.7. При сварке элементов изделий, существенно отличающихся по толщине, более толстый металл необходимо подогревать до более высокой температуры.

10.1.8. Во избежание появления пор в швах сварное соединение должно быть выполнено с наименьшим числом проходов.

10.1.9. Сварку производить по возможности без перерывов. В случае вынужденного перерыва, перекрывать ранее наложенный шов на 20-30 мм в зависимости от толщины материала.

При перекрытии шва обеспечивать расплавление кромок.

10.1.10. Полуавтоматическая сварка стыковых и угловых соединений толщиной до 6 мм производится без поперечных колебаний, а при большей толщине с небольшими поперечными колебаниями горелки. При сварке деталей разной толщины угол наклона горелки выбирается таким, чтобы большая часть дуги переходила на более толстую деталь.

10.1.11. Сварные швы должны быть по возможности стыковыми двухсторонними.

10.1.12. Во избежание прожогов при сварке стыковых соединений рекомендуется применять съемные подкладки.

10.1.13. Сварной шов должен иметь плавный переход к основному металлу. Резкие переходы в сварных швах не допускаются.

10.1.14. Для снятия внутренних напряжений после сварки изделия целесообразно подвергать низкотемпературному отжигу при температуре 300 °С.

10.2. Ручная дуговая сварка

10.2.1. Для ручной дуговой сварки применяются сварочные материалы, приведенные в табл.67

10.2.2. Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений рекомендуется принимать по ГОСТ 16038-80, типы - С4, С5, С18, С19, У17, или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

Таблица 67

Сварочные материалы, применяемые для ручной дуговой сварки меди

Марка свариваемого материала	Проволока	Марка электрода	Технические условия
М1Р	МТ(ГОСТ 2112-79)	"Комсомолец-100"	ТУ 14-4-644-75
М2Р	М1(ГОСТ 859-78)	АНЦ/ОЗМ-3	ТУ 14-4-1270-84
М3Р		АНЦ/ОЗМ-4	ТУ 14-4-1270-84

10.2.3. Прихватку и сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности.

10.2.4. Величину сварочного тока подбирать в зависимости от диаметра электрода согласно табл.68. Сварку следует вести быстро без возвратных движений.

Таблица 68

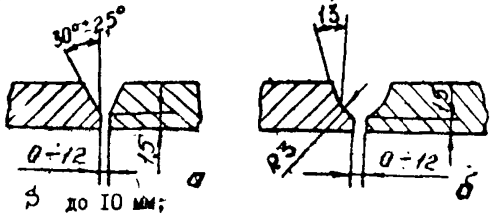
Величина сварочного тока в зависимости от диаметра электрода

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А
до 3	3	150–200
До 5	4	250–300
Свыше 5	5	350–450
	6	500–600

10.3. Дуговая сварка угольным электродом

10.3.1. Кромки подготавливают к сварке механическим способом. При толщине свариваемого металла до 10 мм разделка со скосом двух кромок, свыше 10 мм - с криволинейным скосом двух кромок (черт.12).

Форма поперечного сечения кромок свариваемых деталей



а - при δ до 10 мм;

б - при δ > 10 мм.

Черт.12

10.3.2. В качестве электродов используют графитовые или угольные бесфитильные электроды длиной 80-120 мм в зависимости от диаметра и плотности тока.

10.3.3. Рабочая часть электрода на длину 30-35 мм должна быть заточена на конус.

10.3.4. В качестве присадочного металла используют стержни из сплава ЛК80-3.

10.3.5. Во избежание появления трещин в швах в присадочном металле допускается следующее количество вредных примесей (%):
$Fe \leq 0,6$:

$$Si \leq 0,1; \quad Pb \leq 0,1$$

10.3.6. Для обеспечения хорошего сплавления присадочного металла с основным необходимо пользоваться флюсом БЛ-3 следующего состава:

Компоненты	Содержание, %
Натрий хлористый по ГОСТ 4233-77	12,5
Калий хлористый по ГОСТ 4234-77	50,0
Криолит по ГОСТ 10561-80	35,0
Уголь древесный	2,5

10.3.7. Флюс в виде тонкоизмельченной смеси наносят на стержни путем напыления.

10.3.8. Перед напылением стержни окунают в жидкое натриевое стекло (γ = 1,30-1,35).

10.3.9. Напыленные стержни сушат при комнатной температуре в течение 2-3 ч.

10.3.10. Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности по режимам, приведенным в табл. 69.

Таблица 69

Ориентировочные режимы дуговой сварки меди и медных сплавов

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр угольного электрода, мм	Диаметр присадочного стержня, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В
3	6	4	180-200	30-35
4	8	5	200-240	30-35
5	10	6	240-270	30-35
6	14	7	270-300	30-35
7	16	8	300-350	30-35
8	18	8	350-380	35-40
10	18	8	400-450	35-40
12	20	8	430-470	35-40
14	20	10	450-500	35-40
16	20	10	500-550	35-40

10.3.11. Сварку выполняют справа налево

10.3.12. Угол наклона присадочного стержня необходимо поддерживать равным 15-20°. Не допускать колебательных движений присадочного стержня.

10.3.13. Дугу следует возбуждать на присадочном стержне и только после этого переносить в зоне сварки.

10.4. Ручная и автоматическая сварка неплавящимся электродом

10.4.1. Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений рекомендуется принимать по ГОСТ 16038-80, типы С4, С5, С18, С19, С47, У17 или другой действую-

щей нормативно-технической документации и чертежам.

10.4.2. Прихватку под сварку выполняют с применением тех же сварочных присадочных материалов, которыми производится сварка.

Длина прихваток должна составлять 5-10 мм.

10.4.3. Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде) или переменным током.

10.4.4. Перед началом сварки все прихватки на сварном соединении зачищают щеткой из нержавеющей стали.

10.4.5. Сварку вести на минимально короткой дуге.

10.4.6. Для сварки меди применяют проволоку МНЖКТ 5-1, 0-0,2-0, 2; МІ по ГОСТ 16130-85. Допускается применение проволоки БрКМп-3-1 по ГОСТ 5222-72.

10.4.7. При сварке латуни в качестве присадки используется металл того же состава, но минимальные потери цинка обеспечиваются проволокой, содержащей небольшие количества цинка или меди: БрКМц3-1, БрОЦ-4-3 по ГОСТ 16130-85. В случае отсутствия специальных требований допускается применение проволоки МНЖКТ5-1,0-0,2-0,2. Если при сварке высокоцинковых латуней требуется иметь максимальное содержание цинка в металле шва, то применяют проволоку ЛК62-0,5 по ГОСТ 16130-85.

10.4.8. Для сварки применяют аргон по ГОСТ 10157-79, гелий по ТУ 51-940-80, азот по ГОСТ 9293-74 "особой чистоты".

10.4.9. В качестве неплавящихся электродов применяют лантанированный вольфрам по ТУ 48-19-27-77, ГОСТ 23949-80 и иттрированный вольфрам по ТУ 48-19-221-83.

10.4.10. 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.

10.4.11. 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°.

10.4.12. Сварку меди толщиной 5-6 мм необходимо проводить с предварительным подогревом 200-300 °С, а толщиной свыше 8 мм с предварительным и сопутствующим подогревом 300-500 °С.

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

10.4.14. Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки стыковых соединений меди представлены в табл.70.

10.4.15. Ориентировочные режимы сварки без разделки кромок в азоте и гелии приведены в табл.71.

10.4.16. Режимы сварки латуни можно выбирать по табл.68 уменьшив число проходов.

10.4.17. Автоматическую сварку вольфрамовым электродом ведут в 1-2 прохода на режимах, приведенных в табл.72.

10.4.18. При автоматической сварке латуни для тех же толщин величина сварочного тока меньше примерно в 1,5 раза по сравнению со сваркой меди.

10.5. Полуавтоматическая сварка меди плавящимся электродом в среде азота, смеси аргона и азота и незащищенной дугой

10.5.1. Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений рекомендуется принимать по ГОСТ 16038-80, типы С4, С5, С18, С19, У17.

Прихватку под сварку выполняют теми же присадочными материалами, которыми производится сварка.

Таблица 70

Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки стыковых соединений меди неплавящимся электродом

Толщина, мм	Разделка кромок	Число проходов	Проходы	Диаметр присад. прутка, мм	Сила сварного тка,	Расход аргона, л/мин
I,0		I	-	I,2	4-I00	4-5
I,5		I	-	2,0	5-I20	4-5
2,0	без скоса	I	-	2,0	I-I40	4-5
3,0	кромок	I	-	3,0	I-220	5-6
4,0		2	-	3,0	2-250	5-6
5,0		2	I	4,0	3-350	5-6
6,0		3	I	3,0	3-350	6-7
			2	4,0	3-350	6-7
			подварочный шов	4,0	3-350	6-7
I0,0	со скосом кромок	4	I	3,0	3-350	7-8
			2	5,0	3-350	7-8
			3	6,0	3-400	7-8
			подвароч-ный шов	3,0	3-350	7-8
I2,0		5	I	3,0	2-350	8-I0
			2	5,0	3-400	8-I0
			3	6,0	3-450	8-I0
			4	6,0	3-450	8-I0
			подвароч-ный шов	3,0	3-350	8-I0

Продолжение табл.70

Толщина, мм	Разделка кромок	Число проходов	Проходы	Диаметр присад. прутка, мм	Сила сварочного тока, А	Расход аргона, л/мин
20		6	I,2	3,0	300–400	I0–I2
			3,4	5,0	300–450	I0–I2
			5,6	6,0	300–350	I0–I2
25	с двумя симметричными скосами	8	I и 2	3,0	300–400	I2–I4
			3 и 4	5,0	350–450	I2–I4
			5 и 6	6,0	400–550	I2–I4
			7 и 8	6,0	450–600	I2–I4

Таблица 71

Ориентировочные 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	I80–2I0	6–8	гелий
8,0–I0,0	6	4	2I0–230	8–I2	гелий
I2,0	6	5	250–300	8–I2	гелий

10.5.2. Длина прихваток должна составлять 10-15 мм.

10.5.3. Сварку вести на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

10.5.4. Медь толщиной 5-6 мм варить с предварительным подогревом 200-300 °С, толщиной свыше 8 мм с предварительным и сопутствующим подогревом 300-500 °С.

10.5.5. В качестве плавящегося электрода при полуавтоматической сварке в среде азота, незащищенной дугой, и в смеси аргона и азота применять сварочные проволоки, приведенные в табл.73.

10.5.6. Ориентировочные режимы полуавтоматической сварки для стыковых соединений на медной подкладке приведены в табл.74.

10.5.7. Автоматическая сварка неплавящимся электродом в среде азота особой чистоты по ГОСТ 9294-74 производится с применением присадочной проволоки марки МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 по ГОСТ 16130-85.

10.5.8. Допускается сварка в аргоне при толщине металла до 4 мм.

10.6. Автоматическая сварка под флюсом

10.6.1. Автоматическую сварку меди и латуни толщиной до 10 мм выполняют без разделки кромок.

10.6.2. Зазор при сборке под сварку устанавливают в зависимости от толщины свариваемого металла:

Толщина свариваемого металла, мм	Величина зазора, мм
6,0	0,5-1
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.

Таблица 72

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

Таблица 73

Сварочные проволоки, применяемые в качестве плавящегося электрода при полуавтоматической сварке

Марка свариваемого металла	Сварочная проволока		Защитный газ	
	марка	нормативно-технический документ	марка	нормативно-технический документ
М1Р М2Р М3Р	МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 БрКМц 3-1	ГОСТ 16130-85 ГОСТ 5222-72	Азот, аргон-азот, гелий-азот	ГОСТ 9293-74 ГОСТ 10157-79, ГОСТ 9293-74 ТУ 51-940-80

Таблица 74

Режимы полуавтоматической сварки тонкой меди плавящимся электродом в среде азота

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Вылет электрода, мм	Напряжение на дуге, В	Сварочный ток, А	Ориентировочная скорость сварки, м/ч	Расход защитного газа, л/мин
1,5	0,8	10-11	24-25	130-140	18-20	
2,0	1,0	10-12	25-26	170-180	20-25	
2,5	1,0	10-12	26-27	180-200	20-25	18-20
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 навесу или по продувке неплавящимся электродом без присадочного материала.

10.6.3. В качестве присадочного металла применяют проволоку из чистой меди марки М0 диаметром 2 мм.

10.6.4. Сварку ведут под флюсом марок МАТИ-53 или АНФ-5 следующего состава, %:

Флюс МАТИ-53:

Флюс ОСЦ-45 - 77,0
Кислота борная по ГОСТ 9656-75 - 7,6
Сода кальцинированная по ГОСТ 5100-85 - 15,4

Флюс АНФ-5:

Концентрат плавиковый по ГОСТ 4421-73 - 75
Натрий фтористый по ГОСТ 4463-76 или 2871-75 - 25

Оба флюса обеспечивают высокую устойчивость процесса сварки, хорошее формирование шва и удовлетворительную отделяемость шлаковой корки. Допускается применение флюсов АН-26, АН-348А, ОСЦ-45.

10.6.5. Прочность сварных соединений, выполненных медной проволокой под флюсом АНФ-5, несколько ниже прочности сварных соединений, выполненных под флюсом МАТИ-53.

10.6.6. Для повышения прочности сварных соединений, выполненных под флюсом АНФ-5, следует применять медную проволоку, легированную железом (1,0-1,5%) и марганцем (1,5-2,0%).

10.6.7. Сварку осуществляют на постоянном токе обратной полярности.

10.6.8. Металл толщиной 6-10 мм сваривают с обеих сторон, по одному проходу с каждой стороны. Режимы сварки указаны в табл.75.

Таблица 75

Ориентировочные режимы автоматической сварки меди

Толщина свариваемого металла, мм	Зазор между кромками, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Сварочный ток, А	Напряжение дуги В
6	0,5-1,0	4	204	27	450-550	30-32
8	1,0-2,0	4	221	25	600-650	28-30
10	2,0-3,0	4	282	25	700-800	26-28
40	2,0-3,0	6	-	2,4	1000-1100	24-26
50	2,0-3,0	6	-	1,5	1000-1100	24-26
60	2,0-3,0	6	-	1,5	1100-1200	24-26
70	2,0-3,0	6	-	1,5	1200-1300	24-26
80	2,0-3,0	6	-	1,5	1300-1400	24-26

10.7. Газовая сварка латуни Л63

10.7.1. Кромки подготавливают механическим способом согласно табл.76.

10.7.2. В качестве присадочного металла применяют проволоку марки ЛК62-05 или самофлюсующийся сплав марки ЛК062-02-004-05 по ГОСТ-16130-85.

10.7.3. В качестве флюса применяют обезвоженную буру ($Na_2B_4O_7$), которую в виде пасты наносят на сварочные прутки и свариваемые кромки, а также газообразный флюс маркиБМ-1 по ТУ 6-02-707-77.

10.7.4. Режимы сварки в зависимости от толщины свариваемого металла назначают согласно табл.77.

10.7.5. Метод сварки - "левый".

10.7.6. Пламя должно быть с избытком кислорода. Третья зона должна находиться на расстоянии 4-8 мм от свариваемой детали. Направление пламени - вертикальное.

10.7.7. Присадочный пруток и кромки следует расплавлять одновременно.

10.7.8. Во время сварки в ванну следует непрерывно вводить флюс.

10.8. Ручная аргонодуговая сварка меди с латунью неплавящимся электродом

10.8.1. Для сварки меди с латунью (Л63) применять присадочную проволоку МНЖКТ5-1,0-0,2-0,2 по ГОСТ 16130-85.

10.8.2. Детали толщиной свыше 4 мм перед выполнением прихваток необходимо подогреть в печи или газовыми горелками до 200-300 °С (пламя горелок - нормальное).

10.8.3. Ориентировочные режимы сварки представлены в таблице 78.

Таблица 76

Подготовка кромок к сварке

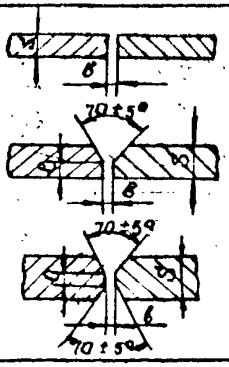
Толщина металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление, С, мм	Зазор в, мм
До 2		-	I,0-I,5
2-I0		I,0-I,5	I,5-2,0
I2-20		I,5-2,5	2,0-3,0

Таблица 77

Режим сварки

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	5	3	750-I200
8	6	5	750-I200
I0	6	6	I700-2500
I2	8	6	I700-2500
I4	8	6	I700-2500
I6	I0	7	I700-2500
I8	I2	7	I700-2500
20	I2	7	I700-2500

Таблица 78

Ориентировочные режимы ручной аргонодуговой сварки меди с латунью неплавящимся электродом

Толщина, мм	Диаметр вольфрамого 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

II. СВАРКА НИКЕЛЯ

II.I. Специальные требования

II.I.I. При сварке никеля марок НП0, НП1, НП2, НП3 необходимо производить защиту шва и околошовной зоны.

II.I.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.

II.I.3. Защита обратной стороны шва может быть осуществлена:

I) медными подкладками с канавкой, через которую пропускается защитный газ;

2) заполнением инертным газом внутреннего объема изделия;

3) подсыпкой флюсовой подушки из мелкого флюса;

4) сваркой в специальных камерах с защитной атмосферой;

5) сваркой на остающейся подкладке из той же марки, что и основной металл.

II.I.4. Возбуждение дуги производить только на поверхности свариваемых кромок в разделке или на специальной технологической пластине.

II.I.5. Для обеспечения коррозионной стойкости сварных соединений рекомендуется:

I) не допускать перегрева металла, для чего сварку производить на максимально возможных скоростях и минимальных токах;

2) каждый последующий слой накладывать после остывания предыдущего до температуры $100^{\circ}C$;

3) швы, обращенные к агрессивной среде, заваривать в последнюю очередь;

4) ограничивать число ремонтных подварок.

II.2. П о д г о т о в к а п о д с в а р к у

II.2.I. Резку никеля необходимо производить механическим способом. Допускается плазменная резка с последующей механической обработкой.

II.2.2. Механическую обработку после плазменной резки рекомендуется производить на глубину не менее 2 мм от максимальной впадины.

II.2.3. Подготовку кромок под сварку производить механическим способом на станках. Допускается обработка кромок ручным пневматическим зубилом или абразивными кругами, а также плазменной резкой с механической обработкой согласно п.II.2.2.

II.2.4. Перед сборкой подготовленные кромки и поверхности деталей с обеих сторон на расстоянии 30–40 мм от кромок должны быть очищены от следов масел, пыли, грязи, краски и др.

II.2.5. Очистку рекомендуется производить щетками из нагартованной нержавеющей проволоки, после чего производится обезжиривание подготовленных поверхностей органическим растворителем.

II.3. С б о р к а п о д с в а р к у

II.3.I. Сборка деталей, подготовленных под сварку, производится на прихватках, которые должны выполняться неплавящимся электродом в среде защитных газов или электродуговой сваркой покрытыми электродами.

II.3.2. Сварочную проволоку или электроды при прихватке необходимо использовать тех же марок, что и при сварке основного металла.

II.3.3. Прихватки желательно ставить со стороны, противоположной основному шву.

II.3.4. Наличие пор и трещин в прихватках не допускается.

II.3.5. Дефектные прихватки должны удаляться механическим способом.

II.3.6. Все прихватки перед наложением основного шва должны быть тщательно очищены от шлака и брызг металла.

II.4. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

II.4.I. Сварка производится на постоянном токе прямой полярности.

II.4.2. В качестве неплавящихся электродов применять вольфрамовые лантанированные прутки по ТУ 48-I9-27-77, ГОСТ 23949-80.

II.4.3. В качестве защитных газов применять:

I) аргон газообразный высшего сорта по ГОСТ I0I57-79;

2) гелий высокой чистоты сорта А по ТУ 5I-940-80.

II.4.4. Сварка ответственных конструкций должна выполняться с применением сварочной проволоки марки НМцАТКI,0-I,5-2,5-0,I5 (табл.73). 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.79.

II.4.5. Вольфрамовые электроды необходимо затачивать на конус на длину, равную 5-6 диаметров электрода.

II.4.6. Перед началом сварки газовые магистрали должны быть продуты инертным газом в течение I5 с до возбуждения дуги.

II.4.7. По окончании процесса сварки для предохранения шва от взаимодействия с воздухом подача инертного газа должна прекращаться через 20-25 с.

II.4.8. Сварка должна производиться минимально короткой дугой

Таблица 79

Химический состав сварочной проволоки

Марка проволоки	Нормативно-технический документ	Содержание элементов, %									
		углерод, не более	марганец	кремний	титан	алюминий	железо	медь	сера	фосфор	магний
							не более				
НМцАТК1,0-1,5--2,5-0,15	ТУ 48-21-284--73	0,10	1,0-1,5	0,1-0,2	2,0-3,0	1,1-1,8	0,15	0,1	0,01	0,02	-
НМцАТ3,0-1,5--06	ТУ 48-21-284--73	0,10	2,5-3,3	0,2	0,3-0,8	1,1-1,8	0,15	0,1	0,01	0,01	-
НП2	ГОСТ 492-73	0,10	0,05	0,15	-	-	0,10	0,10	0,005	0,002	0,10

без частых перерывов.

II.4.9. В случае обрыва дуги, сварку следует возобновлять, отступив на 10–15 мм от места обрыва дуги, предварительно зачистив это место.

II.4.10. В особо ответственных конструкциях необходимо защищать швы с обратной стороны. Поддув производить при выполнении первых трех проходов шва.

II.4.11. При многослойной сварке производить зачистку металлической щеткой и промывку растворителем каждого слоя.

II.4.12. При сварке ось вольфрамового электрода располагать под углом 60–70° к изделию, присадочный металл–10–20° к изделию.

II.4.13. Перемещение электрода и сварочной проволоки должно быть равномерно поступательным. Допускается производить возвратно-поступательное движение присадочной проволоки, не выводя из зоны.

II.4.14. Конструктивные элементы подготовленных кромок, размеры выполненных швов и режимы сварки должны соответствовать указанным в табл.80 и 81.

II.5. Ручная дуговая сварка

II.5.1. Для сварки конструкций из никеля следует применять электроды, приведенные в табл.82.

II.5.2. Для сварки конструкций из никеля в композиции с углеродистыми сталями следует применять электроды марки ЭА-395/9.

II.5.3. Сварку выполнять на постоянном токе обратной полярности, возможно короткой дугой.

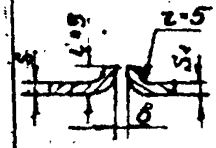
Повторное возбуждение дуги должно производиться в стыке на расстоянии 20–30 мм от кратера шва.

II.5.4. Вывод сварочных кратеров на основной металл не допускается.

Таблица 80

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом стыковых соединений никеля без скоса кромок

Размеры, мм

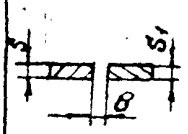
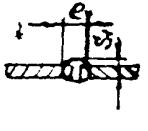
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	S=S1	в: номин.	в: пред. откл.	е: номин.	е: пред. откл.	g: номин.	g: пред. откл.	Диаметр электрода	Режим сварки: сварочный ток, А	Режим сварки: номер слоя в шве	Режим сварки: расход аргона, л/с
СнI			I,2	0	+0,5	2S	+2	-	-	2,0	90–I00	I	0,I6–0,20
			3,0		+I,5		+3		-		I20–I40		0,20–0,23

ОСТ 26-3-87

0,444

Продолжение табл.80

Размеры, мм

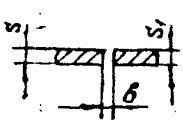
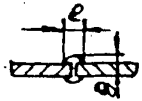
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	$S=S_1$	b: номин.	b: пред. откл.	c: номин.	c: пред. откл.	g: номин.	g: пред. откл.	Диаметр электрода	Режим сварки: сварочный ток, А	Режим сварки: номер слоя в шве	Режим сварки: расход аргона, л/с
Сн2			1,0	0	+0,5	5		1,0	±0,5	2,0	40–60	I	0,13–0,20
			1,5								60–80		
			2,0	I	+1,0	6	+1 −2	1,5	±1,0	1,5	90–100		0,16–0,20
			3–4			8	±2				120–140		0,20–0,23

ОСТ 26-3-87

С. 246

Продолжение табл.80

Размеры, мм

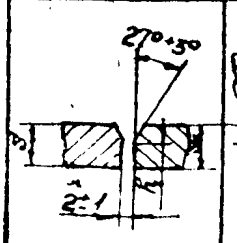
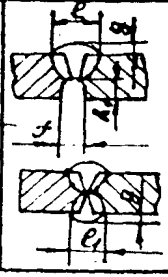
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	$S=S_1$	b номин.	b пред. откл.	e номин.	e пред. откл.	g номин.	g пред. откл.	Режим сварки: Диаметр электрода	Режим сварки: сварочный ток, А	Режим сварки: номер слоя в шве	Режим сварки: расход аргона, л/с
Сн4			2,0	2	±1,0	5	+1 −2	1,5	±1,0	1,5	90–100	2	0,16–0,20
			3–4			7	±2			2,0	100–140		0,20–0,23

ОСТ 26-3-87

Таблица 8I

Аргоноцутовая сварка неплавящимся электродом стыковых соединений никеля с симметричными скосами двух кромок

Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	$S=S_1$	R	h_1	δ	e не более	e_1 не более	g номин.	g предельн. откл.	Диаметр электрода	Режимы сварки: сварочный ток, А	Режимы сварки: номер слоя в шве	Режимы сварки: расход аргона, л/с
Св2I			4-6	3-5	2-3	4-5	I7	I0	0,5	+I,0	4	I80-260	I и последующие	0,20-0,25
			6-8	5-6			I9			-0,5				0,20-0,26
			8-I0	6-8	3-4	6-7	22	I2		+2,0		200-250		
			I0-I2	8-I0	4-5	6-8	25	I3		-0,5		250-300		0,23-0,26

ОСТ 26-I-87

С.247

Таблица 82

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	относит. удлинение, %, не менее	предел прочности, МПа, не менее	угол загиба, град., не менее	ударная вязкость, Дж/см2, не менее	
ОЗЛ-32 (НМцАТКI,0-I,5-2,5--0,I5) ТУ I4-4-766-76 (ВНИИПТхиммаш и ОСЗ)	450	300	25	380	I20	I50	Для сварки конструкций, работающих в агрессивных средах и под давлением
П-2НЧ/НП2 ВНИИПТхиммаш	30	-	I0	350	60	I30	Для ремонта сварных швов

Продолжение табл.82

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	относит. удлинение, %, не менее	предел прочности, МПа, не менее	угол загиба, град., не менее	ударная вязкость, Дж/см2, не менее	
НС-I/НП2 Пермский политехн.институт	-	-	-	410	120	180	Для сварки и ремонта конструкций, работающих без давления с температурой стенки не более 100°С в растворах щелочей
НР-I/НП2 Пермский политехнический институт	-	-	-	380	90	120	

ОСТ 26-3-87

II.5.5. Сварку следует производить обратноступенчатым методом.

II.5.6. Допускается комбинированный метод сварки: корень шва выполняется аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки НМцАТКІ,0-І,5-2,5-0,І5, а разделка заполняется покрытыми электродами.

II.5.7. Подрубка и выборка корня основного шва должна выполняться до чистого металла. Подрубка осуществляется пневматическим зубилом, выборка абразивным кругом.

II.5.8. Конструктивные элементы подготовки кромок, размеры швов сварных соединений и ориентировочные режимы сварки приведены в табл.83-88.

Таблица 83

Химический состав наплавленного металла

Марка электрода	Углерод %, не более	Марганец %, не более	Кремний %, не более	Титан %, не более	Алюминий %, не более	Железо %, не более	Сера %, не более	Фосфор %, не более
ОЗЛ-32	0,I	2,5	0,6-I,4	0,7-I,5	0,5	2,I	0,0I	0,I2
П-2НЧ	0,4	0,5	0,5	-	0,5	2,0	0,006	-
НС-I	0,I5	-	0,25	0,I6	-	-	0,007	0,006
НР-I	0,38	-	0,3	0,02	-	-	0,005	0,006

II.6. Автоматическая дуговая сварка под флюсом

II.6.I. Для автоматической сварки следует применять сварочную проволоку НМцАТКI,0-I,5-2,5-0,I5 по ТУ 48-2I-284-73 и флюсы плавленные марок АН-22, АН-I8 по ГОСТ 9087-8I. Допускается фторидный флюс марки АНФ-I6 по ТУ ИЭС им.Патона.

II.6.2. Перед употреблением флюс необходимо просушить при 300-350°С в течение 2-3 ч.

II.6.3. Сварку следует выполнять на постоянном токе обратной полярности.

II.6.4. Высота флюса при сварке выбирается такой, чтобы исключить возможность прорывания дуги и попадания воздуха.

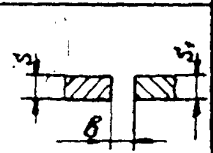
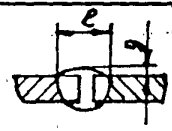
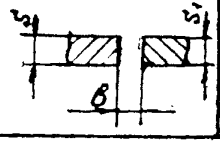
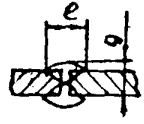
II.6.5. Сварку необходимо производить на флюсовой подушке из мелкого флюса.

II.6.6. Во избежание перегрева электродной проволоки, а следовательно ее неравномерного плавления и повышения окисления легирую-

Таблица 84

Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля без скоса кромок

Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы		$S=S_1$	в		e (пред. откл. $^{+1}_{-2}$)	q (пред. откл. ± 1)	Режимы сварки		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения		номин.	пред. откл.			диаметр электрода	сварочный ток, А	номер слоя в шве
Сн2			3	I		7	I,5	3	I20–I40	I
			4				2			
Сн4			3–5	2	±I	8	I,5	4	I50–I80	I–2

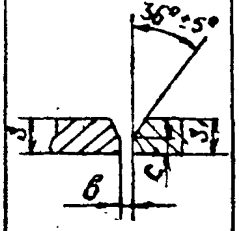
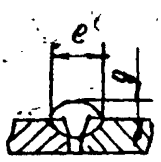
ОСТ 26-2-02

С. 22

Таблица 85

Ручная дуговая сварка вольфрамовым электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок

Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготавливаемых кромок свариваемых соединений	Конструктивные элементы шва сварного соединения	$S=S_1$	$C=b$ номин.	$C=b$ предельное отклонение	e не более	g номин.	g предельное отклонение	Режимы сварки: диаметр электрода	Режимы сварки: сварочный ток, А	Режимы сварки: номер слоя в шве
СнI5			3–5	I	±I	I2	0,5	+I,5 −0,5	3	I20–I40	I и последующий
			6–8			I8			4	I50–I80	2 и последующий
			I0–I2	2	+I −2	25		+2,0 −0,5	3	I20–I40	I
									4	I50–I80	2 и последующий

ОСТ 26-3-87

Продолжение табл.85

Размеры, мм

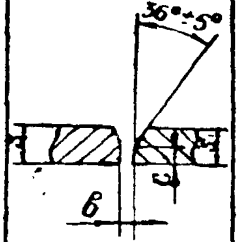
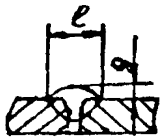
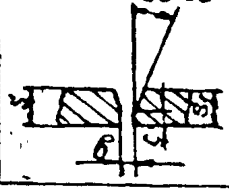
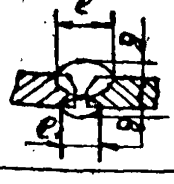
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы		$S=S_1$	C=в		ℓ	g		Режимы сварки		
	подготавливаемых кромок свариваемых соединений	шва сварного соединения		номин.	предоткл.	не более	номин.	предоткл.	диаметр электрода	сварочный ток, А	номер слоя в шве
СнI5			I4–I6	2	+I –2	3I	0,5	+2,0 –0,5	3	I20–I40	I
									4	I50–I80	2 и последующий
			I8–20			38			3	I20–I40	I
									4	I50–I80	2 и последующий

Таблица 86

Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с подваркой корня шва

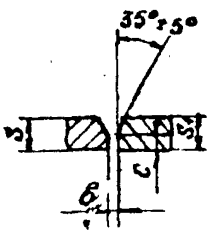
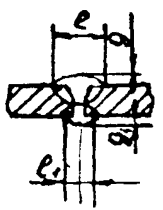
Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы		$S=S_1$	$C=B$		ℓ	ℓ_1	g		Режимы сварки		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		ном.	пред. откл.	не более	(пред. откл. +1 -2)	ном.	пред. откл.	диаметр электрода	сварочный ток, А	номер слоя в шве
СнI8			3-5	I	±I	I2	8	I,5	+I,5 -0,5	3	I20-I40	I и последующие I и подварочный
			6-8			I8				4	I50-I80	2 и последующие

ОСТ 26-3-87

Продолжение табл.86

Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	$S=S_1$	C=в: номин.	C=в: пред. откл.	e не более	e_1 (пред. откл. +1 -2)	g: номин.	g: пред. откл.	Режимы сварки: диаметр электрода	Режимы сварки: сварочный ток, А	Режимы сварки: номер слоя в шве
Св18			I0–I2	2	+2 -2	25	I0	I,5	-0,5	3	I20–I40	I и подварочный
										4	I50–I80	2 и последующие
			I4–I6			3I		0,5	+2,0 -0,5	3	I20–I40	I
										4	I50–I80	2 и последующие
			I8–20			38				3	I20–I40	I
										4	I50–I80	2 и последующие

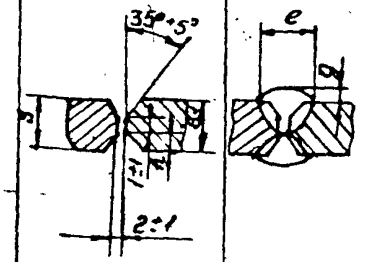
ОСТ 26-3-87

С. 25

Таблица 87

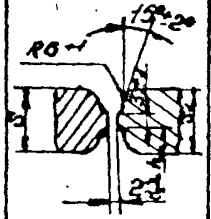
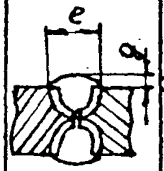
Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля с двумя симметричными скосами двух кромок

Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемого шва сварного соединения	$S=S_1$	k	e не более	q ном.	q пред. откл.	Режимы сварки: диаметр электрода	сварочный ток, А	номер слоя в шве
Сн2I		I2-I4	5-7	I9	0,5		3	I20-I40	I
							4	I50-I80	2 и последующий
		I6-I8	7-8	22		+2,0	3	I20-I40	I
							4	I50-I80	2 и последующий
		20-24	9-II	28		-0,5	3	I20-I40	I
							4	I50-I80	2 и последующий
		26-30	I2-I4	32		+3,0	3	I20-I40	I
							4	I50-I80	2 и последующий
		30-40	I4-I9	40		-0,5	3	I20-I40	I
							4	I50-I80	2 и последующий

Продолжение табл.87

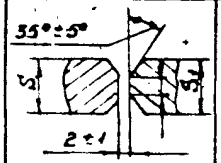
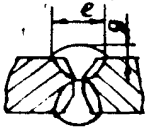
Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	$S-S_1$	R	P не более	g: номин.	g: пред. откл.	Режимы сварки: диаметр электрода	Режимы сварки: сварочный ток, А	Режимы сварки: номер слоя в шве
С17			30–32	I3–I4	26	0,5	+2,0	3	I20–I40	I
								4	I50–I80	2 и последующий
			34–36	I5–I6	28		-0,5	3	I20–I40	I
								4	I50–I80	2 и последующий
			38–40	I7–I8	29			3	I20–I40	I
								4	I50–I80	2 и последующий

ОСТ 26-3-87

Продолжение табл.87

Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	$s-s_1$	k	k_1	f	e не более	e_1 не более	g номин.	g пред. откл.	Диаметр электрода	Режимы сварки: сварочный ток, А	Режимы сварки: номер слоя в шве	Режимы сварки: расход аргона, л/сек
Сн25			I2-I4	5-7	-	-	I9	-	0,5	+2,0 -0,5	5	250-300	I и последующие	0,23-0,26
			I6-I8	7-8	-	-	22	-						
			I8-20	8-9	-	-	24	-						

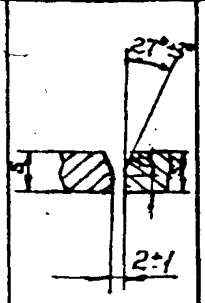
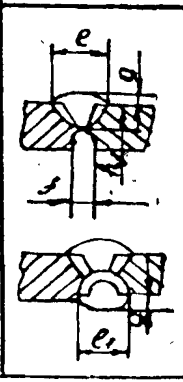
ОСТ 26-2-87

С.259

Таблица 88

Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с последующей строжкой

Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	$S=S_1$	k	k_1	f	e не более	e_1 не более	g: номин.	g: пред. откл.	Режимы сварки: Диаметр электрода	Режимы сварки: сварочный ток, А	Режимы сварки: номер слоя в шве
Ои25			6–10	6–7	4–5	6–8	22	13	0,5	+1,0 –0,5	3	120–140	1–2 подварочный
			12–14	8–10	6–7	8–10	24	15		+2,0	4	150–180	3 и последующий
			16–18	11–13	7–8		31					130–170	3 и последующий
			20–22	14–15	8–10	11–13	32	18		–0,5		150–170	3 и последующий

ОСТ 26-3-87

С.210

щих элементов вылет электродной проволоки из мундштука должен быть 35-40 мм.

II.6.7. В случае обрыва дуги, сварку начинать на шве, отступая от кратера на 60-80 мм, тщательно очистив кратер и шов от шлака.

II.6.8. При сварке кольцевых швов необходимо перекрыть начало шва на 50-60 мм.

II.6.9. Шлаковую корку и нерасплавленный флюс удалять после остывания шва ниже $100^{\circ}C$.

II.6.10. Автоматическая сварка кольцевых стыков с разделкой кромок может производиться по ручной подварке.

II.6.11. Подварка может выполняться аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки НМцАТ1,0-1,5-2,5-0,15 или дуговой сваркой электродами ОЗЛ-32.

II.6.12. Конструктивные элементы подготовленных кромок, размеры швов, предельные отклонения по ним должны соответствовать ГОСТ 8713-79 и ГОСТ 11533-75.

II.6.13. Режимы сварки приведены в табл.89-93.

Таблица 89

Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля без скоса кромок на флюсовой подушке

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-79	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч
С29	5	3	I	370-400	32-34	25,9-27,7	50,4-57,6
			2	420-450			72,0-82,8
	6		I	450-500			50,4-57,6
			2	500-550	30-34		68,4-72,0
	7		I			27,7-29,9	
			2	600-650			72,0-82,8
	8	4	I	550-600	34-36		68,4-72,0
			2	600-			72,0-82,8
	I0		I	650-		25,9-27,7	50,4-57,6
			2		36-40		

Продолжение табл.89

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-79	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч
С29	12	4	1				
			2	700-750		23,8-25,9	61,2-68,4
	14		1		36-40		
			2	750-800	38-40		68,4-72,0
	16		1			18,4-23,8	
			2		38-42		
		5		800-850			
	18		1				72,0-82,8
			2		40-42		
				850-900		18,0-18,4	
	20		1				
			2	900-950	42-44		82,8-86,4

Таблица 90

Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля без скоса кромок на флюсовой подушке с последующей строжкой

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-79	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						
	16	5	1-3	750-800	38-40		72,0-82,8
	18					18,4-23,8	
	20			850-900			57,6-61,2

Таблица 9I

Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля со скосом двух кромок на флюсовой подушке

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-79	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	I4	5	I	800-850	38-40	27,7-29,9	97,2-I04,4
			2	700-750			50,4-57,6
	I6		I(2)[X]	800-850	40-42		72,0-86,4
			2	700-750			50,4-57,6
	I8		I(2)[X]	800-850			97,2-I04,4
			2				50,4-57,6
	20		I(2)[X]	700-750			II8,6-I29,6
			2				50,4-57,6

(2)[X] - первый слой может быть выполнен за 2 прохода

Таблица 92

Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с предварительной подваркой корня шва

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-79	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	18,4–23,6	68,4–72,0
	20	3	1	370–400	30–32	29,9–31,7	50,4–57,6
		5	2-ой и последующий	800–850	24–26	23,8–25,9	68,4–72,0

Таблица 93

Автоматическая дуговая сварка двусторонних стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с предварительным наложением подварочного шва

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-79	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
С8I	5	3	I	440-460	32-34	I8,0-23,8	6I,2-68,4
	6			550-600			
	7	4		600-650	33-35		82,8-86,4
	8						90,0-97,2
	9						III,6-II8,8
	I0				35-37	I8,0-I8,4	86,4-90,0
	I2	5		650-700			97,2-I04,4
	I4				34-36		III,6-II8,8

I2. СВАРКА СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

I2.I. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

I2.I.I. Металл сварного шва и зоны термического влияния сварки сплавов на никелевой основе (табл.93) 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 8).

I2.I.2. При сварке необходимо также принимать меры по предупреждению роста зерна и выпадения интерметаллидов в околошовной зоне и в ранее выполненных валиках сварного шва, уменьшая нагрев за счет ограничения силы тока, применения теплоотводящих устройств, перерывов между наложением валиков и т.п.

I2.I.3. Сварку следует выполнять многослойно, узкими валиками ограниченного компактного сечения без поперечных колебаний электрода с возможно большей скоростью сварки.

I2.I.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.

I2.I.5. Во всех возможных случаях последними необходимо выполнять валики сварного шва, обращенные к коррозионной среде. При невозможности выполнения этих валиков последними, для обеспечения коррозионной стойкости и снижения твердости корневой части металла шва за счет растворения интерметаллидных фаз, рекомендуется производить термическую обработку сварных соединений (I070°С, выдержка 3-5 мин/мм толщины, охлаждение в воде).

I2.I.6. Поверхность каждого наплавленного валика перед наложением последующего слоя зачищать механическим способом (рекомендуется абразивными кругами) и обезжиривать.

I2.I.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.

I2.I.8. Аргонодуговая сварка без присадочного металла допускается до толщины свариваемого металла I,5 мм.

I2.I.9. Кратеры сварных швов подлежат тщательной заварке во избежание образования горячих трещин или выплифовке.

I2.2. М А Т Е Р И А Л Ы

I2.2.I. Присадочные материалы для сварки сплавов и композиционной сварки сплавов с углеродистой и коррозионностойкими сталями следует принимать по табл.94.

I2.2.2. Для защиты лицевой и обратной сторон сварного шва применять аргон по ГОСТ I0I57-79, сорт "высший" и "первый".

I2.2.3. Для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом применять вольфрамовые лантанированные прутки диаметром от 2 до 4 мм, поставляемые по ТУ 48-I9-27-77 марки ВЛ-I0 и др.

I2.2.4. Для промывки кромок и прилегающих участков после зачистки, а также присадочного материала применять ацетон по ГОСТ 2603-79.

I2.2.5. Для протирки применять ткань типа "бязь" по ГОСТ II680-76 и протирочные салфетки или другую ткань, не оставляющую ворса на протираемой поверхности.

I2.2.6. Электроды для дуговой сварки выдаются сварщику прокаленными при температуре I90-2I0°С в течение I ч в количестве

Таблица 94

Сварочные материалы для сварки сплавов на никелевой основе

Марка свариваемого сплава	Марка проволоки, технические условия	Марка и тип электрода, ГОСТ
ХН65МВ (ЭП567) ХН65МВУ (ЭП760)	Прутки из листа δ=1,6-3 мм сплава ХН65МВУ (ЭП760): ХН63МБ-ВИ (ЭП758У-ВИ) ТУ 14-1-3685-84 ХН65МВ (ЭП567)	ОЗЛ-2I (Э-02Х20Н60М15В3) ГОСТ 9466-75 ГОСТ 10052-75
ХН65МБ	ТУ 14-1-683-79 ХН63МБ-ВИ (ЭП758У-ВИ)	-
Н70МФВ-ВИ (ЭП8I4А-ВИ)	Н70М-ВИ (ЭП495-ВИ) ТУ 14-1-683-72 Н65М-ВИ (ЭП982-ВИ) ТУ 14-1-328I-8I	-
Н65М-ВИ (ЭП982-ВИ)	Н65М-ВИ (ЭП982-ВИ) ТУ 14-1-328I-8I	-
ХН78Т (ЭИ 435)	ХН78Т (ЭИ-435) ТУ 14-1-997-74 ХН75МБТЮ (ЭИ 602) ТУ 14-1-997-74	ОЗЛ-25Б (Э-I0Х20Н70Г2М2Б2В) ГОСТ 9466-75 ГОСТ 10052-75 ОЗЛ-23 ГОСТ 9466-75 ТУ 14-4-503-74

необходимом для одной смены работы. Оставшиеся после сменной работы электроды должны возвращаться на место хранения в упакованном виде с маркировочной биркой.

I2.2.7. 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.

I2.3. П О Д Г О Т О В К А П О Д С В А Р К У

I2.3.I. Резку, вырубку и пробивку отверстий в листовом прокате производить в холодном состоянии.

I2.3.2. Кромки после резки на ножницах или рубки в штампах механически обработать на глубину не менее: для толщины листа I-3 мм-Iδ ; 3-8 мм-0,8δ и 6-I0 мм-0,6 δ (где δ -толщина листа).

I2.3.3. Допускается плазменная резка с последующей обработкой на глубину не менее 3 мм.

I2.3.4. Свариваемые кромки и прилегающие к ним поверхности металла должны быть зачищены абразивным кругом или шабером до шероховатости R_z 20- R_z -40 на ширину не менее 20 мм с двух сторон от края разделки и обезжирены растворителем (ацетоном) и протерты чистой тканью, сварочную проволоку зачистить шкуркой, очистить от следов смазки, загрязнений и обезжирить растворителем.

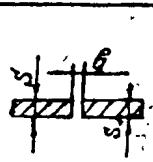
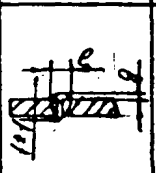
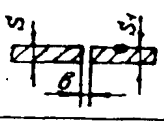
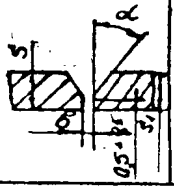
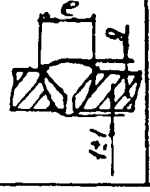
I2.3.5. При зачистке перегрев металла и появление цветов побежалости не допускается.

I2.3.6. Сборку производить на прихватках, используя те же материалы, что и для сварки. Прихватки должны быть выполнены ручной аргонодуговой сваркой с обязательной защитой обратной стороны стыка.

Таблица 95

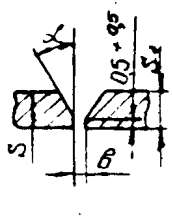
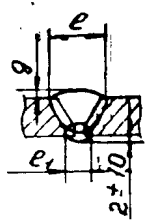
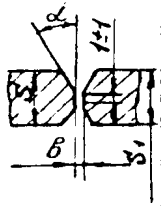
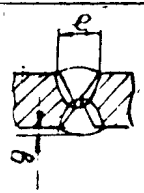
Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных стыковых соединений сплавов ХН65МВ, ХН65МВУ и ХН63МВ

Размеры, мм

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	Способ сварки	$S = S_1$	b номин.	b пред. откл.	l_1 ±2	g номин.	g пред. откл.	l номин.	l пред. откл.	α град пред. откл. ±2°
С1н			ИНп	от 1,8 до 2,0	0,5	+0,5	-	I,0	±0,5	7	+3	-
С2н				св.2,0 до 3,0						9	+3	
С3н				св.3,0 до 8,0	I,0				±I,0	I0	±2	35
				св.8,0 до I0,0	I,5					I0	±2	30

Продолжение ,табл.95

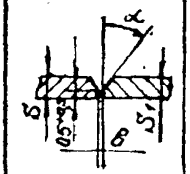
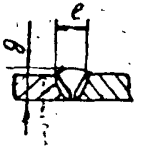
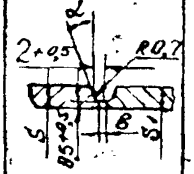
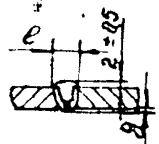
Размеры, мм

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	Способ сварки	$S = S_1$	b: номин.	b: пред. откл.	e_1 ±2	g: номин.	g: пред. откл.	e: номин.	e: пред. откл.	град пред. откл. ±2°
С4н			ИНп	от 4,0 до 6,0	I,0	±0,5	8	I,0	±I,0	I0	±2	35
				св.6,0 до I0,0	1,5					I4	±2	30
				св.I0,0 до I4,0			I0	2,0		I5	±2	25
С5н				от I0,0 до I2,0			-	I,0		9	±2	
				св.I2,0 до I6,0						I2	±2	
				св.I6 до 20,0						I5	±2	

ОСТ 26-3-87 С. 221

Продолжение табл.95

Размеры, мм

Условное обозначение сварного шва	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$	b		e_1 ±2	g		e		α, град	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			номин	пред. откл.		номин	пред. откл.	номин	пред. откл.	пред. откл. ± 2°	
С6н			ЗП	от 1,5 до 2,0	0,0	+0,1		1,5	±1,5 -1,0	7	+2	35	
С7н				св.3,0 до 4,0				1,4	+0,2 -0,3	9	+4	20	
				св.4,0 до 6,5	0,6	+0,2		1,5	-0,3				

ОСТ 26-3-87

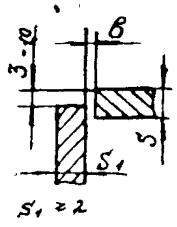
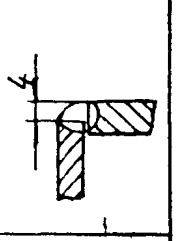
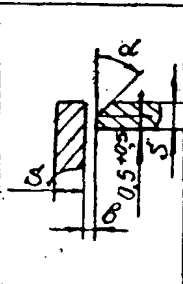
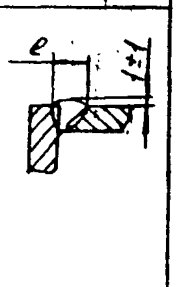
Примечание. Сварные соединения типов С6н и С7н применяются при сварке труб.

0.274

Таблица 96

Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных угловых соединений сплавов ХН65МВ, ХН65МВУ и ХН63МБ

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	Способ сварки	S	B: номин.	B: пред. откл.	E: номин.	E: пред. откл.	E_1: номин.	E_1: пред. откл.	α, град пред. откл. $\pm 2^\circ$
У1н			ИНп	от 6,0 до 10,0	0,5	+0,5	-	-	-	-	-
У2н				от 6,0 до 10,0	1,0	±1,0	18	±2,0	-	-	50
				св.10,0 до 20,0	2,0		22				

ОСТ 26-3-87 стр. 27

Размеры, мм

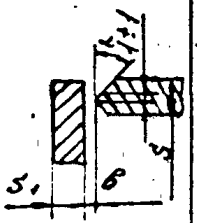
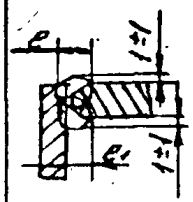
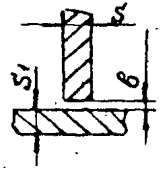
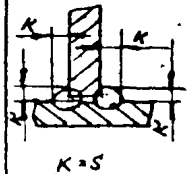
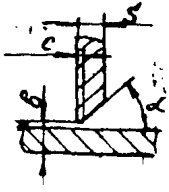
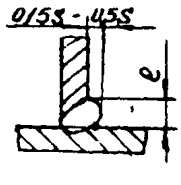
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	Способ сварки	S	b: номин.	b: пред. откл.	e: номин.	e: пред. откл.	e_1: номин.	e_1: пред. откл.	α, град пред. откл. $\pm 2^0$
У3н			ИНп	от 6,0 до 10,0	0,5	+1,5	7	±2,0	5	±1,0	50
				св. 10,0 до 20,0			17		15		

Таблица 97

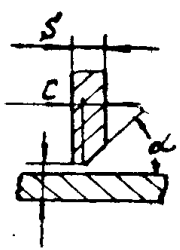
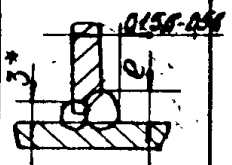
Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных стыковых соединений сплавов ХН65МВ, ХН65МВУ и ХН63МБ

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	Способ сварки	$S = S_1$	b: номин.	b: пред. откл.	c: номин.	c: пред. откл.	e: номин.	e: пред. откл.	α, град. пред. откл. $\pm 2^0$
Т1н			ИНп	от 2,0 до 3,0	0	+1,0	-	-	-	-	-
				св.3,0 до 6,0							
				св.6,0 до 12,0							
Т2н				от 3,0 до 4,0			0,5	+0,5	7	±1,0	50
				св.4,0 до 8,0					10		
				св.8,0 до 14,0		+1,5			16	±2,0	
				св.14,0 до 16,0		+2,0			18		

Продолжение табл.97

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	Способ сварки	$S - S_1$	b: номин.	b: пред. откл.	c: номин.	c: пред. откл.	ℓ: номин.	ℓ: пред. откл.	α, град пред. откл. $\pm 2°$
Т3н			ИНп	от 3,0 до 4,0	0	+1,0	0,5	+0,5	7	±1,0	50
				св.4,0 до 8,0		+1,5			10		
				св.8,0 до 14,0					16	±2,0	
				св.14,0 до 20,0		+2,0			18		

ОСТ 26-3-87 С.278

I2.3.7. Прихватки должны выполнять сварщики той же квалификации, что и сварку основного металла.

Размеры прихваток I5-20 мм, расстояние между прихватками I50-200 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 и обезжирить.

I2.3.8. При сварке продольных швов к собранным свариваемым деталям прихватить технологические планки, на которых начинать и заканчивать сварку.

I2.3.9. Наличие пор и трещин в прихватках не допускается. Дефекты прихватки удалять механическим способом.

I2.4. А Р Г О Н О Д У Г О В А Я С В А Р К А

I2.4.I. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений принимать по табл.95,96,97.

I2.4.2. Сварку выполнять на постоянном токе прямой полярности.

I2.4.3. Наклон горелки к оси шва должен составлять 80-90°, а вылет вольфрамового электрода I2-I5 мм. Присадочный металл подавать под углом I0-20° к оси шва. Перед сваркой продуть горелку и шланги аргоном в течение 5-8 с.

I2.4.4. Режимы ручной аргонодуговой сварки приведены в табл.98.

I2.4.5. При возобновлении сварки после случайного или вынужденного обрыва дуги окончание шва следует перекрывать на I0-I5 мм. Поверхность перекрываемого участка шва перед этим должна быть зачищена абразивным кругом и обезжирена.

I2.4.6. При сварке каждый последующий шов выполнять после пол-

Таблица 98

Режимы аргонодуговой сварки (ручной) сплавов ХН65МВ, ХН65МВУ, ХН63МВ

Толщина свариваемого металла, мм	Форма подготовки кромок и характер выполненного шва	Количество 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	I–2	I,5–2,0	2,0	60–75	8–I0	2–3
4		2–3	2,0	2,0	75–90	8–I0	2–3
4	со скосом двух кромок односторонний и двусторонний	2–3	2,0–2,5	2,0–3,0	80–I00	8–I0	2–3
6		4–5	2,5–3,0	2,0–3,0	80–II0	I0–I2	4–6
I0		I0–I2	2,5–3,0	3,0	I00–I20	I2–I4	4–6
6	с двумя симметричными скосами двух кромок, двусторонний	4–5	2,5–3,0	2,0–3,0	80–II0	I0–I2	4–6
8		6–8	2,5–3,0	2,0–3,0	90–I20	I0–I2	4–6
I0		8–I0	3,0	2,0–3,0	II0–I30	I2–I4	4–6
I2	со скосом двух кромок односторонний	8–I2	4	3	I20–I40	I2–I5	4–6

Продолжение табл.98

Толщина свариваемого металла, мм	Форма подготовки кромок и характер выполненного шва	Количество проходов	Диаметр, мм		Сварочный ток, А	Расход аргона, л/мин	
			вольфрамового электрода	сварочной проволоки		на горелку	на защиту обратной стороны шва
I6	с двумя симметричными скосами двух кромок	I0–I2	4	3	I20–I40	I2–I5	4–6
20	двусторонний	I4–I6	4	3	I20–I40	I2–I5	4–6

Примечание. Напряжение должно быть I2–I3 В.

ного охлаждения предыдущего и зачистки его нагартованной щеткой из нержавеющей стали или абразивным кругом до металлического блеска с последующим обезжириванием.

12.4.7. Сварные соединения из сплавов ХН65МВУ, ХН63МБ, Н70МФВ-ВИ и Н65М-ВИ в исходном после сварки состоянии не склонны к межкристаллитной коррозии, поэтому термическая обработка не производится.

В сварных соединениях сплава ХН78Т стойкость против МКК без термической обработки (980-1020°С, охлаждение в воде или на воздухе) не гарантируется.

При необходимости термическая обработка сварных соединений указанных сплавов должна быть оговорена в конструкторской документации.

12.5. СВАРКА СПЛАВОВ СО СТАЛЯМИ

12.5.1. Сварку сплавов со сталями выполнять с зазорами и формой разделки кромок, применяемых при сварке сплавов.

12.5.2. Подготовку деталей под сварку и прихватку выполнять с соблюдением требований в отношении защиты металла инертным газом как с лицевой стороны, так и с обратной стороны шва.

12.5.3. Сварочные материалы для выполнения соединений сплавов со сталями принимать по табл.99.

Таблица 99

Сварочные материалы для сварки сплавов на основе никеля со сталями

Марка свариваемых металлов		Проволока для аргонодуговой сварки		Электроды для ручной дуговой сварки	
сплав	сталь	марка по ГОСТ 2246-70 или техническим условиям	рабочая температура, °С, не более	марка и тип по ГОСТ 10052-75 или техническим условиям	рабочая температура, °С
ХН65МВ (ЭП567) ХН65МВУ (ЭП760) ХН63МБ (ЭП758У) Н70МФВ-ВИ (ЭП814А-ВИ) Н65М-ВИ (ЭП982-ВИ) ХН78Т (ЭИ435)	Углеродистые и низколегированные ВСт3сп 10,20,16ГС,09Г2С	Св-07Х25Н13	до 350°С	ОЗЛ-6 (Э-10Х25Н13Г2) ЭА-395/9	до 350°С
	Высоколегированные хромоникелевые и хромоникельмолибденовые типа Х18Н10Т и Х17Н13М2Т	Св-10Х16Н25АМ6[1] Св-01Х23Н28М3Д3Т	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-79	ЭА-395/9[1] (ПХ15Н25М6АГ2) ОСТ 5.9244-75 ОЗЛ-6[1] (Э-10Х25Н13Г2)	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-79

Примечания:

1. Без требования по стойкости против МКК.
2. Допускается также применение сварочных материалов, предназначенных для выполнения однородных соединений сплавов.

13. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

13.1. При организации рабочих мест, их оборудовании, изготовлении конструкций и разработке технологических процессов по сварке и инструкций по технике безопасности надлежит руководствоваться ГОСТ 12.3002-75, "Правилами пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства", утвержденных ГУПО МВД СССР в 1975 г. и РДП 26-17-071-86 "Правила по охране труда при электросварочных работах".

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН НИИхиммашем

ИСПОЛНИТЕЛИ: В.И.Логвинов, канд.техн.наук (руководитель темы); А.Л.Белинкий, канд.техн.наук; Ю.Б.Якимович; Е.А.Кузнецова; Г.А.Северинова; В.А.Ромшин.

2. УТВЕРЖДЕН Министерством

3. ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ письмом Главного технического управления от 25.05 1987 г. № 11-10-4/673

4. ВЗАМЕН ОСТ 26-01-82-77

5. ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение документа, на кото- рый дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 8.513-84	П.1.2.3
ГОСТ 380-71	Вводная часть
ГОСТ 492-73	Вводная часть, пп.11,4.4.
ГОСТ 859-78	Вводная часть, п.10.2.1
ГОСТ 1050-74	Вводная часть
ГОСТ 1577-81	Вводная часть
ГОСТ 2112-79	П.10.2.1
ГОСТ 2246-70	Пп.1.5.2.2,2.2.3; 2.3.5; 2.5.3; 2.6.3; 2.7.2; 2.8.4; 2.10.4; 2.10.7; 3.33; 3.4.3; 3.6.3; 5.4; 6.11; 12.5.3
ГОСТ 2424-83	П.8.1.3; 1.3.8
ГОСТ 2603-79	П.12.2.4
ГОСТ 2789-73	П.8.1.3
ГОСТ 2871-75	П.10.6.4
ГОСТ 3647-80	П.8.1.3

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 4233-77	Пп.9.4.3; 9.7.I; 9.8.3; I0.3.6
ГОСТ 4234-77	Пп.9.4.3; 9.7.I; 9.8.3; I0.3.6
ГОСТ 4421-73	Пп.4.I.2; I0.2.3; I0.6.4
ГОСТ 4422-73	П.I0.2.3
ГОСТ 4463-76	Пп.9.8.3; I0.6.4
ГОСТ 4755-80	П.I0.2.3
ГОСТ 4784-74	Вводная часть
ГОСТ 5009-82	П.8.I.3
ГОСТ 5I00-85	П.I0.6.4
ГОСТ 5222-72	П.I0.4.6; I0.5.5
ГОСТ 5264-80	Пп.2.I.I; 2.8.I; 3.2.I; 4.I.I; 5.3
ГОСТ 5520-79	Вводная часть
ГОСТ 5632-72	Вводная часть; п.5.I
ГОСТ 6032-84	Пп.3.I.2; 6.I.2
ГОСТ 6376-74	П.8.I.I
ГОСТ 7I68-80	П.4.I.2
ГОСТ 767I-75	Пп.9.I.2; 9.3.I
ГОСТ 8050-85	Пп.2.7.4; 3.4.3
ГОСТ 87I3-79	Пп.2.2.I; 2.2.2; 2.2.5; 2.4.2; 3.3.I; 5.3; II.6; I2; II.6.I3
ГОСТ 9087-8I	Пп.I.5.2.3; 2.2.3; 2.3.5; 2.I0.4; 3.3.3; 3.6.3; 5.4; 6.II; II.6.I
ГОСТ 9293-74	Пп.I0.4.8; I0.5.5; I0.5.7

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 9389-75	П.8.I.4
ГОСТ 9466-75	Пп.I.5.2.I; 3.2.3; 4.I.3; I2.2.I
ГОСТ 9467-75	Пп.2.I.2; 2.I.3; 2.7.3; 2.8.4; 2.9.4
ГОСТ 9656-75	П.I0.6.4
ГОСТ I0052-75	Пп.3.2.2; 5.4; 6.II; I2.2.I; I2.5.3
ГОСТ I0I57-79	Пп.3.4.3; 6.II; 8.2.3; 9.5.2; 9.6.2; 9.9.3; I0.5.5; I0.5.7; II.4.3; I2.2.2
ГОСТ I056I-80	Пп.9.4.3; 9.7.I; I0.3.6
ГОСТ I0885-85	Вводная часть, пп.6.I; 6.2; 6.3
ГОСТ II533-75	Пп.2.2.I; 2.4.2; 2.6.I; 3.3.I; 5.3; II.6.I2
ГОСТ II534-75	Пп.2.I.I; 2.8.I; 3.2.I; 5.3
ГОСТ II680-76	Пп.8.I.6; I2.2.5
ГОСТ I3078-8I	Пп.4.I.2; I0.2.3
ГОСТ I477I-76	Пп.2.7.I; 3.4.I; 4.2.I; 5.3
ГОСТ I4806-80	Пп.9.I.I; 9.I.5; 9.4.I5; 9.5.II; 9.5.I2; 9.6.6; 9.9.I
ГОСТ I5I64-78	Пп.I.4.I6; 2.I0.I; 3.6.I
ГОСТ I5527-70	Вводная часть
ГОСТ I6037-80	Пп.2.I.I; 2.2.I; 2.4.2; 2.7.I; 2.8.I; 2.9.2; 3.2.I; 3.4.I
ГОСТ I6038-80	Пп.I0.2.2; I0.4.I

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ I6098-80	Ш.6.4; 6.I0
ГОСТ I6I30-85	Ш.I0.4.6; I0.5.5; I0.5.7; I0.7.2; I0.8.I
ГОСТ I62I4-70	П.8.I.6
ГОСТ I9282-73	Вводная часть
ГОСТ I9807-74	Вводная часть
ГОСТ 20072-74	Вводная часть
ГОСТ 235I8-79	П.2.7.I
ГОСТ 23949-80	Ш.3.4.8; 8.2.2; 9.6.2; I0.4.9; II.4.2
ГОСТ 26389-84	П.3.I.3
ОСТ I.900I5-77	П.8.2.3
ОСТ 5.9206-75	Ш.3.3.3; 3.6.3; 5.4; 6.II
ОСТ 5.9244-75	Ш.3.2.2; 6.II; I2.5.3
ОСТ 5.9370-8I	П.6.II
ОСТ 26-0I-858-80	Вводная часть
ОСТ 26-0I-II83-82	Вводная часть
ОСТ 26-I-87	П.8.2.I; 8.3.I; 8.4.I; 8.7.I
ОСТ 26-II-06-85	Вводная часть
ОСТ 26-29I-79	Вводная часть, ш.I.7.8; 2.I.2; 5.2; 6,3;6.4;6.7; 6.I4; 6.I8; I2.5.3
ОСТ I485-82	П.4.I.2
ТУ I-9-922-82	П.8.2.3
ТУ I-9-I056-86	П.8.2.3
ТУ 6-02-707-77	П.I0.7.3

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ТУ 6-10-1363-78	П.4.1.2
ТУ 14-1-914-74	П.6.11
ТУ 14-1-997-74	Пп.4.1.2; 4.2.2; 12.2.1
ТУ 14-1-1001-74	П.6.11
ТУ 14-1-1140-74	Пп.3.3.3; 3.4.3
ТУ 14-1-1389-75	Пп.3.3.3; 3.4.3
ТУ 14-1-1595-76	Пп.3.3.3; 3.4.3; 3.6.3; 6.11
ТУ 14-1-2219-77	П.2.2.3
ТУ 14-1-2461-78	П.6.11
ТУ 14-1-2571-78	П.3.3.3
ТУ 14-1-2859-80	П.3.3.2
ТУ 14-1-2878-80	Вводная часть
ТУ 14-1-3013-80	П.4.2.2
ТУ 14-1-3262-81	Пп.3.3.3; 3.4.3
ТУ 14-1-3281-81	П.12.2.1
ТУ 14-1-3398-82	П.5.4
ТУ 14-1-3587-83	Вводная часть
ТУ 14-1-3657-83	П.5.4.
ТУ 14-1-3682-83	Пп.3.3.3; 3.4.3
ТУ 14-1-3685-84	П.12.2.1
ТУ 14-1-3776-84	П.6.11
ТУ 14-1-3777-84	П.6.11
ТУ 14-1-3976-85	Вводная часть
ТУ 14-1-4083-86	Вводная часть
ТУ 14-4-301-73	П.3.2.2
ТУ 14-4-316-79	П.3.2.2
ТУ 14-4-362-73	П.3.2.2

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
Ту I4-4-503-74	II.I2.2.I
ТУ I4-4-568-74	II.6.II
ТУ I4-4-644-75	II.I0.2.I
ТУ I4-4-715-75	II.3.2.2
ТУ I4-4-786-76	II.II.5.I
ТУ I4-4-I270-84	II.I0.2.I
ТУ I4-4-I276-76	II.3.2.2
ТУ I4-I30-I54-76	II.6.II
ТУ I4-I30-I73-76	II.6.II
ТУ I4-I68-I8-7Б	II.3.2.2
ТУ I4-I68-23-78	II.6.II
ТУ I4-I68-43-80	II.3.2.2
ТУ 48-4-347-75	II.9.4.3
ТУ 48-I9-27-77	Пп. 3.4.8; I0.4.9; II.4.2; I2.2.3
ТУ 48-I9-22I-82	Пп.8.2.2; 9.6.2; I0.4.9
ТУ 48-2I-284-73	Пп.II.4.4; II.6.I
ТУ 48-2I-544-85	II.I0.2.3
ТУ 5I-940-80	Пп.3.4.3; 8.2.4; I0.4; I0.5.5; II.4.3
ТУ ИЭС 20I-78	II.2.I0.4.4
ТУ ИЭС 272-80	II.3.2.2
ТУ ИЭС 375-83	II.3.2.2
ТУ ИЭС 270-80	II.3.2.2
ТУ ИЭС 376-83	II.3.2.2
ТУ ИЭС 453-84	II.6.II
ТУ ИЭС 46I-85	II.3.3.2
ТУ ИЭС 5I9-85	II.3.3.2
ТУ ИЭС 623-87	II.3.3.2

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3
I.I. Подготовка металла к сварке 3
I.2. Сварочное оборудование 3
I.3. Подготовка кромок соединений под сварку 4
I.4. Сборка и прихватка 6
I.5. Сварочные материалы I7
I.6. Квалификация сварщиков I9
I.7. Условия выполнения 20
I.8. Указания по технологии электрошлаковой сварки (ЭШС) 22
2. СВАРКА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ 27
2.I. Ручная дуговая сварка 27
2.2. Автоматическая дуговая сварка 30
2.3. Автоматическая сварка под флюсом с применением гранулированной металлической присадки 36
2.4. Полуавтоматическая сварка под флюсом 44
2.5. Аргонодуговая сварка 45
2.6. Газовая сварка низкоуглеродистой стали 46
2.7. Полуавтоматическая сварка в углекислом газе 48
2.8. Ручная дуговая, автоматическая дуговая под флюсом и полуавтоматическая в углекислом газе сварка стали марок I2ХМ и I2МХ 50
2.9. Ручная дуговая сварка соединений труб из стали марки I5Х5М 53
2.I0. Электрошлаковая сварка 55

Стр.

3. СВАРКА ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ АУСТЕНИТНОГО И АУСТЕНИТО-ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ..... 6I
3.I. Специальные требования..... 6I
3.2. Ручная дуговая сварка..... 64
3.3. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем флюса..... 73
3.4. Сварка в среде защитных газов..... 83
3.5. Автоматическая сварка под слоем флюса с гранулированной присадкой..... 92
3.6. Электрошлаковая сварка..... I0I
СВАРКА ВЫСОКОПРОЧНОЙ ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ (07Х16Н6)..... I05
4.I. Ручная дуговая сварка..... I05
4.2. Ручная аргонодуговая сварка сталей неплавящимся электродом..... I06
5. СВАРКА ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ ФЕРРИТНОГО КЛАССА..... I07
6. СВАРКА ДВУХСЛОЙНЫХ СТАЛЕЙ..... II3
7. СВАРКА РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ..... I49
8. СВАРКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ..... I58
8.I. Специальные требования..... I58
8.2. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом..... I6I
8.3. Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом..... I62
8.4. Автоматическая арнонодуговая сварка плавящимся электродом..... I65
8.5. Автоматическая сварка неплавящимся электродом погруженной дугой..... I68

Стр.

8.6. Сварка по "щелевому зазору"..... 173
8.7. Автоматическая сварка под флюсом..... 177
8.8. Электрошлаковая сварка..... 178
9. СВАРКА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ..... 181
9.1. Специальные требования..... 181
9.2. Подготовка под сварку..... 181
9.3. Ручная дуговая сварка алюминия марок А99, А85, А8, А7, А6, А5, АДОО, АДО, АДІ..... 199
9.4. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом..... 201
9.5. Автоматическая сварка по флюсу..... 202
9.6. Автоматическая и полуавтоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом..... 207
9.7. Автоматическая двухэлектродная сварка по флюсу..... 207
9.8. Газовая сварка..... 215
9.9. Ручная и механизированная плазменная сварка..... 218
10. СВАРКА МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ..... 222
10.1. Специальные требования..... 222
10.2. Ручная дуговая сварка..... 223
10.3. Дуговая сварка угольным электродом..... 224
10.4. Ручная и автоматическая сварка неплавящимся электродом..... 227
10.5. Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде азота, смеси аргона и азота и незащищенной дугой..... 229
10.6. Автоматическая сварка под флюсом..... 232
10.7. Газовая сварка латуни Л63..... 236
10.8. Ручная аргонодуговая сварка меди с латунью неплавящимся электродом..... 236

Стр.

II. СВАРКА НИКЕЛЯ..... 239

II.I. Специальные требования..... 239

II.2. Подготовка под сварку..... 240

II.3. Сборка под сварку..... 240

II.4. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.... 241

II.5. Ручная дуговая сварка..... 243

II.6. Автоматическая дуговая сварка под флюсом..... 251

I2. СВАРКА СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ..... 268

I2.I. Специальные требования..... 268

I2.2. Материалы..... 269

I2.3. Подготовка под сварку..... 271

I2.4. Ручная аргонодуговая сварка..... 279

I2.5. Сварка сплавов со сталями..... 282

I3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ..... 285

gost.e-ecolog.ru