С С С Р

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СВАРКА В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ.

ОСТ 26-01-82-77

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

14443

РАЗРАБОТАН Всесоюзным научно-исследовательским и конструкторским институтом химического машиностроения (НИИХИММАШ)

Директор И.И.Румянцев

Начальник отдела А.Л.Белинкий

Руководитель темы В.И.Логвинов

Исполнители: Л.П.Колосова

И.И.Ган

А.Н.Перфильев

Е.А.Кислинская

ВНЕСЕН Всесоюзным научно-исследовательским и конструкторским институтом химического машиностроения (НИИХИММАШ)

Директор И.И.Румянцев

Начальник БНИОСа В.В.Дюкин

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ техническим отделом Всесоюзного промышленного объединения

Начальник В.В.Белынский

СОГЛАСОВАН Управлением по котлонадзору и подъемным сооружениям Государственного Комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР (Госгортехнадзор СССР)

Заместитель начальника Управления А.И.Мурачев

Специальным конструкторским и технологическим бюро химического машиностроения

Начальник Б.Ф.Шибрина

ЦК профсоюзов рабочих нефтяной, химической и газовой промышленности

Заведующий отделом охраны труда Ю.Г.Сорокин

УТВЕРЖДЕН Всесоюзным промышленным объединением

Начальник П.Д.Григорьев

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом по Всесоюзному промышленному объединению

от 8.12.77 № 192

УТВЕРЖДЕНО:

Начальник Всесоюзного промышленного объединения

_____ Н.Л.Григорьев

"6" ____ 1972 г.

УДК 621.791

Группа В65

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

Сварка в химическом машиностроении. Основные положения и технология.	ОСТ 26-01-82-77 Взамен ОН 26-01-71-68

Приказом по Всесоюзному промышленному объединению

от 8 12. 1972 г. № 192

Срок действия с 1-го января 1979 г.

до 01 01 1984 г.

Настоящий стандарт распространяется на сварку изделий, работающих при температуре не ниже минус 70°С, из металлических материалов, применяемых в химическом машиностроении, а также заварку дефектов чугунного и стального литья

Стандарт разработан с учётом действующих " Правил Госгортехнадзора СССР.

Регистр. № ВИФСа 8090620
20.09.78

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

Стандарт устанавливает основные технические требования к технологии сварки и предназначен для использования при проектировании химического оборудования и разработке технологических процессов сварки.

Применение способов сварки и сварочных материалов, не предусмотренных настоящим стандартом, а также изменение ограничений и условий применения сварочных материалов допускается по отраслевой 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 26-291-71, ОСТ 26-01-858-73; ОСТ 26-01-17-76, ОСТ 26-01-1183-75) и другой аналогичной технической документацией на изделия химического машиностроения: ВСт 3сп

- стали углеродистые ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3Гпс по ГОСТ 380-71, 10, 15, 20 и по ГОСТ 1050-74, 15К, 16К, 18К, 20К по ГОСТ 5520-69;

- стали низколегированные 16ГС, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1 по ГОСТ 19282-73, 17ГС, 17ГГС по ТУ 14-1-168-72, 12МХ, 12ХМ по ТУ 14-1-642-73, ТУ 24-10-003-70, 15Х5М по ГОСТ 20072-74;

- 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;

- 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, 08Х17Н14М3, 08Х17Н15М3Т, 03Х18[illegible]Т3Н11М3Б, 10Х23Н18, 03Х21Н21М4ГБ по ГОСТ 5632-72 и техническим условиям;

– сплавы на железоникелевой основе (аустенитные) 06ХН28МДТ (ЭИ943), 03ХН28МДТ (ЭИ516) по ГОСТ 5632-72;

– сплавы на никелевой основе (аустенитные): Н70МФ (ЭИ814А-ВД)* [illegible], ХН65МВ (ЭИ567) по ГОСТ 5632-72, ХН60МБ(ЭИ758) по ТУ 14-1-23-62-75; ХН78Т (ЭИ435) по ГОСТ 5632-72, [illegible] по ТУ [illegible];

– двухслойные стали с коррозионностойким слоем из сталей марок 08Х13, 08Х17Т, 15Х25Т, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т, сплава 06ХН28МДТ по ГОСТ 10885-75;,

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

– медь – МІР, М2Р, М3Р по ГОСТ 859-66 и ее сплавы медноцинковые (латуни) марок Л63, Л68 по ГОСТ 15527-70;

– никель – НП0, НП1, НП2, НП3 по ГОСТ 492-73 и его сплавы: никель-кремнистый (типа хастеллоя Д) по ТУ НИИхиммаша;

– титановые сплавы – ВТ1-00, ВТ1-0, ОТ4-0, ОТ4-1 по ГОСТ 19807-74, АТ3 по ТУ 1-5-054-76;

– двухслойная сталь плакированная медью – ВСт3сп+МІ по ТУ 14-1-1571-75;

– литые: из серого чугуна – СчІ5-32, СчІ8-36, Сч21-40, из стали – 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л.

* Сплав опытный, состав уточняется.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Подготовка металла к сварке

I.I.I. 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.I.2. Заготовки и детали, подлежащие сварке должны иметь маркировку, позволяющую установить марку материала, номер плавки, а при необходимости также номер листа.

I.I.3. Применяемые способы резки заготовок и нормы механической обработки после резки на ножницах и термической резки в зависимости от вида металла должны соответствовать требованиям отраслевых или производственных инструкций, утвержденных в установленном порядке.

I.2. Сварочное оборудование

I.2.I. Для выполнения сварки должны применяться сварочное оборудование и измерительная аппаратура, позволяющие обеспечить заданные 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). Правильность показания приборов следует проверять не реже одного раза в месяц.

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, стенды и другое специальное оборудование.

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.

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.

I.3.3. При обеспечении заданных форм и размеров, припуск на механическую обработку после термической резки для углеродистых и низколегированных сталей (кроме сталей склонных и подлежащих I2ХМ, 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 ржавчины, краски, масел и других загрязнений.

При автоматической сварке под флюсом зачистка производится с каждой стороны стыка на расстоянии I00-200 мм (в зависимости от толщины металла), 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, уайт-спиритом и другими растворителями с протиркой материалом не

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 начало и конец продольных швов стыковых соединений (протяженностью более длины сварочной ванны) необходимо выводить на технологические планки, которые следует прихватывать или приваривать ручной дуговой сваркой.

Рекомендуемый размер планок 100х100 мм и толщиной равной толщине свариваемого металла. Планки должны быть изготовлены из того же типа материала, и с той же разделкой, что и свариваемое изделие.

I.5. Сварочные материалы

I.5.I. Применяемые сварочные материалы (электроды, сварочная проволока, флюсы) 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:

– наличие сертификатов на поставленную партию электродов;

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

– соответствие качества электродов требованиям ГОСТ 9466–75 для I, 2 или 3 групп по предельным отклонениям длины, кривизне, состоянию поверхности покрытия (риски, задиры, вмятины, пары, шероховатость, оголенность стержня и т.п.), а также эксцентриситету покрытия;

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

Применение электродов Х-й группы допускается только для неответственных сварных швов, подлежащих контролю лишь внешним осмотром.

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:

- наличие сертификата на поставленную проволоку;

- наличие бирок на мотках и соответствие их данным сертификатам;

- состояние поверхности проволоки.

В случае несоответствия данных сертификата данным бирки или отсутствия сертификата завод потребитель должен проводить 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:

- наличие сертификата на поставленный флюс;

- наличие ярлыков на мешках или другой таре и соответствие их данным сертификатам;

- сохранность упаковки.

В случае несоответствия данных сертификата данным ярлыков завод потребитель должен проводить испытания сварочного флюса в соответствии с ГОСТ 9087-69.

I.5.2.4. При приемке защитного газа проверяется:

- наличие сертификата на поставленный защитный газ;

- наличие ярлыков на баллонах и соответствие их данных сертификатам;

- чистота защитного газа по сертификатам;

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

I.5.3. Сварочные материалы должны храниться в сухих помещениях с температурой воздуха не ниже + 17°С и с влажностью воздуха до 60%.

I.5.4. Перед использованием после длительного хранения, и в случае обнаружения нарушения режима хранения после получения со склада или после прокалки, электроды и флюсы должны быть прокалены при температуре согласно паспортам или техническим условиям.

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.

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. Результаты практических и теоретических испытаний заносятся в удостоверение сварщика с указанием допуска к сварке материала.

I.6.2. К выполнению сварочных работ при изготовлении сосудов и аппаратов, работающих под давлением допускаются сварщики, выдержавшие испытания в соответствии с правилами аттестации сварщиков, утвержденными Госгортехнадзором СССР.

I.6.3. Прихватка свариваемых элементов сосудов и аппаратов, подлежащих ведению правил Госгортехнадзора СССР, должна выполняться квалифицированными сварщиками не ниже 3-го разряда.

I.6.4. 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 выполнения сварочных работ*

I.7.I. Сварка должна производиться по технологическим процессам, стандартам предприятия или производственным инструкциям, разработанным на основании рабочих чертежей, настоящего стандарта и другой технологической документации с учетом требований отраслевых стандартов на сосуды и аппараты сварные из соответствующих материалов (ОСТ 26-29I-7I и др.).

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

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

I.7.3. При выборе типа 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 кон-

кретном случае, в зависимости от серийности изделий, наличия оснастки и других условий.

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

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

I.7.6. Режимы сварки, предусмотренные настоящими стандартами должны 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:

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

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

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

- 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.

- в случае образования прожогов при выполнении первого шва двусторонней автоматической сваркой их рекомендуется удалять меха-

ническим, газопламенным или газоэлектрическим способом с последующей механической зачисткой по нормам для данного материала;

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

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

I.7.8. Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнившего эти швы. Клейма должны наноситься способом, обеспечивающим их сохранность на весь период эксплуатации изделия, в соответствии с ОСТ 26-291-71 или др. нормативно-технической документацией.

2. СВАРКА УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

2.I. Ручная дуговая сварка

2.I.I. Конструктивные элементы подготовленных кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 5264-69, ГОСТ II534-75, для труб – ГОСТ I6037-70 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

2.I.2. В зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к изделиям сварка должна быть выполнена электродами, указанными в табл.I.

2.I.3. Диаметр электрода необходимо выбирать в зависимости от толщины металла и номера прохода при многослойной сварке. Для первого прохода рекомендуется диаметр электрода $\leq$ 3,0–4,0 мм, для последующих – 4–6 мм.

2.I.4. Режимы ручной дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей в зависимости от диаметра и марок электродов приведены в табл.2. (в нижнем положении)

Таблица I

Электроды для сварки углеродистых сталей

Марки свариваемой стали	Типы электродов по ГОСТ 9467-75	Марки электродов	Условия применения
ВСт3кп, ВСт3пс,	Э42	АНО-5, АНО-17 и др.	По отраслевым стандартам на технические требования к изделиям (по ОСТ 26-291-71 или другим стандартам)
ВСт3сп, ВСт3Гпс	Э42А	УОНИ-13/45, УП-1/45, и др.	
10, 15, 20, 15К, 16К,	Э46	АНО-4, АНО-3, МР-3, АНО-18 ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-3, ОЗС-12 и др.	
18К, 20К	Э46А	АНО-8 и др.	
16ГС, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1, 17ГС, 17ГТС	Э50А	УОНИ-13/55, УП-1/55 УП-2/55, К-5А, АНО-11, ВП-4 и др.	

Примечание. В отдельных случаях по решению главного сварщика допускается замена электродов Э42, Э42А, Э46, Э46А электродами Э50А при условии положительных результатов контрольных испытаний сварных соединений.

Таблица 2

Режимы ручной дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей

Типы электродов по ГОСТ 9467-75	Марка электродов	Диаметр электродов, мм	Сила сварочного тока, А	Род тока
342	АНО-17	4	160-210	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток
		5	200-280	
		6	270-360	
342А	УОНИ-13/45	2	45-65	Постоянный ток, обратная полярность
		3	80-100	
		4	130-160	
		5	170-200	
		6	210-240	
	УП-1/45	2	45-65	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
		3	100-130	
		4	140-160	
		5	160-250	
346	МР-3	4	160-200	Переменный и постоянный ток, обратная полярность
		5	180-260	
		6	280-320	
	ОЗС-4	3	90-130	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток
		4	160-180	
		5	200-250	
		6	250-300	

Продолжение табл.2

Типы электродов по ГОСТ 9467-75	Марки электродов	Диаметр электродов, мм	Сила сварочного тока, А	Род тока
Э46А	АНО-8	3	110-140	Постоянный ток, обратная полярность
		4	170-200	
		5	240-270	
Э50А	УОНИ-13/55	3	80-100	Постоянный ток, обратная полярность
		4	130-160	
		5	170-200	
		6	210-240	
	УП-1/55	3	90-120	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
		4	140-160	
		5	160-250	
		6	280-350	

2.1.5. Сварку следует производить электродами марок УОНИ-13/45, УП-1/45, УОНИ-13/55, УП-1/55 предельно короткой дугой методом опирания; марки АНО-12 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.

2.2. Автоматическая дуговая сварка

2.2.1. Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 8713-70, ГОСТ 11533-75, для труб - ГОСТ 16037-70 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

Вид соединения	Предельные размеры аппарата		Тип шва по ГОСТ 8713-70	
	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	С5
		8-24	То же, со скосом двух кромок	С17
Стыки плоских листовых заготовок (карт)	200-800[2] 800 и более	2-32[2]	Двухсторонний без скоса кромок с предварительной подваркой подварочного шва ("на весу") без подварочного шва и на флюсовой подушке	С2 С3, С5 С6, С8
		14-32[2]	То же с односторонним скосом двух кромок	С13, С14, С15, С16
Кольцевые стыки обечаек труб и т.п. элементов		24-160	То же с криволинейным скосом двух кромок	С21, С22
		16-60	То же с двумя скосами двух кромок	С30, С31, С32, С34

Продолжение табл.3

Вид соединения	Предельные размеры аппарата		Тип шва по ГОСТ 8713-70	
	диаметр, мм	толщина стенки, мм	характеристика	условное обозначение
		50-160	То же с двумя криволинейными скосами двух кромок	С33
	200-800	2-10	Односторонний без скоса кромок на стальной подкладке	С7
		8-30	То же со скосом двух кромок	С18
		16-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	С23
Кольцевые стыки днищ с обечайками и др. элементов разной толщины	200-800	8-30	Односторонний замковый со скосом двух кромок	С19
		18-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	С24

1) Только продольные стыки при наличии специального оборудования для сварки внутреннего шва, кольцевые - для коротких элементов;

2) 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 (табл.I).

Таблица 4

Выбор марки присадочной проволоки

Марка свариваемого металла	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса по ГОСТ 9087-69	Условия применения
ВСтЗпп, ВСтЗпс, ВстЗсп, ВСтЗГпс, I0, I5, I5К, I6К, I8К, 20, 20К	Св-08, Св-08А, Св-08ГА[1]		По отраслевым стандартам на
I7ГС, I7Г1С I6ГС, 09Г2С, I0Г2, I0Г2СД	Св-08ГА Св-08ГС Св-08Г2С Св-I0НМ0 (ТУI4-I-22I9-77) Св-08МХ[3]	АН 348А, ОСЦ 45М, АН-60 или им равноценные, АН-22[2]	технические требования к сосудам и аппаратам

Примечания:

I) для кипящих и полуспокойных сталей предпочтительнее применять проволоку Св-08ГА;

2) флюс АН-22 для кипящих сталей не рекомендуется;

3) при этом должна быть проверена необходимость подогрева при сварке и отпуске после сварки в зависимости от толщины металла.

2.2.5. Режимы сварки двухсторонних швов стыковых соединений обеспечивающие нормальное плавление проволоки и формирование шва, приведены в табл.5. Указанные режимы сварки должны уточняться и корректироваться при отработке технологии применительно к имеющемуся оборудованию, типам сварных швов и особенностям конструкций.

Таблица 5

Режимы автоматической сварки под флюсом

Толщина свариваемого металла, мм	Условное обозначение шва по ГОСТ 8713-70	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		3	400-450	28-32	54,5-50,5	68,5	-
8		4	550-650	30-32	54,5-50,5	87,5	-
10			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	С2	5	800-860	36-38	25-29	67-78	50-60
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	С32		750-1000	38-44	18-22	57,0--111,0	-

2.3. Автоматическая сварка под флюсом углеродистых и низколегированных сталей с применением гранулированной металлической присадки

2.3.1. Применение дополнительного присадочного металла (крошки) является эффективным методом интенсификации сварки плавлением и повышает качество сварных соединений.

К числу преимуществ использования кромки 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 кромки в виде приставки к сварочному автомату.

2.3.2. Кромку 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.

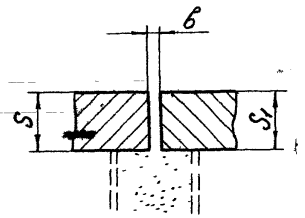
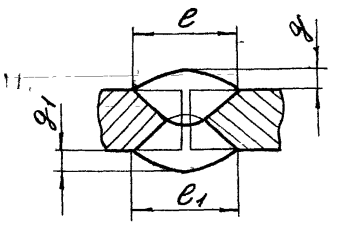
2.3.6. Дозировку и засыпку металлической крошки производить специальными дозаторами, устанавливаемыми на сварочном автомате.

Допускается засыпать кромку перед сваркой вручную.

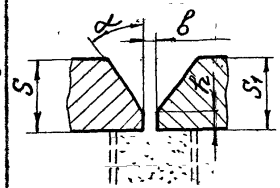
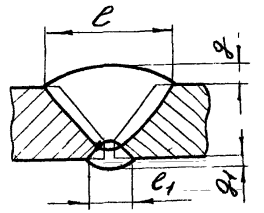
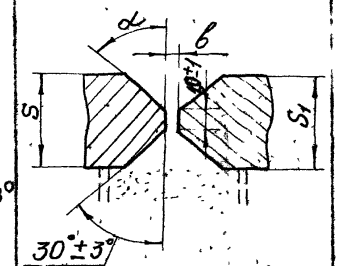
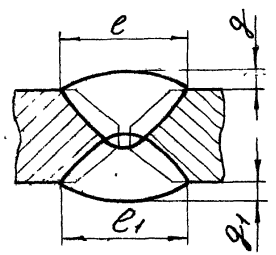
2.3.7. Дозировка кромки может производиться как перед началом сварки, так и в процессе сварки или комбинированным методом.

Таблица 6

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

Условное обозначение шва по ГОСТ 8713-70	Размеры в мм											Конструктивные элементы	
	$S = S_1$	b		h (пред. откл. ±1)	e		e_1		g	g	α	подготовленных кромок	выполненного шва
		номин.	пред. откл.		номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.					
С№ 1 Двусторонние швы стыковых соединений без скоса кромок на флюсовой подушке	18	4	±2	-	24	±4	24	±4	+2,0 -1,5	+2,5 -1,5	-		
	20				26		26						
	22												
	24	5			30		30						
	26												
	28												
	30	6			36		36						
	32												
	34												
	36	7											
	38												
	40	8			48		48						
	42												
	44	8-9											
	46	9							+3,0 -2,0				
	48	9-10			60		60						
	50	10											

Продолжение табл.6

Условное обозначение шва по ГОСТ 8713-70	Размеры в мм										Конструктивные элементы подготовленных кромок	Конструктивные элементы выполненного шва
	$S = S_1$	b номин.	b пред. откл.	h (пред. откл. ±1)	ℓ номин.	ℓ пред. откл.	ℓ_1 номин.	ℓ_1 пред. откл.	g	g_1	α		
С№ 2 Двусторонние швы стыковых соединений со скосом двух кромок на флюсовой подушке	18	2	±1	6	26	±4	20	±4	$^{+1,0}_{-1,5}$	$1,5^{+1,0}_{-1,0}$	$30^\circ \pm 3^\circ$		
	20												
	22				30		22						
	24												
	26				32								
	28				34				$^{+2,5}_{-1,5}$				
	30				36								
С№ 3 Двусторонние швы стыковых соединений с двумя симметричными скосами двух кромок на флюсовой подушке	24	0	+4	–	26	±4	26	±4	$2,5^{+1,0}_{-2,0}$		$30^\circ \pm 3^\circ$		
	26												
	28												
	30				30		30						
	32												
	34												
	36				34	±5	34	±5					
	38												
	40												
	42				36		36						
	44												
	46												
	48												
	50				40		40						
	52												
	54												

Продолжение табл.6

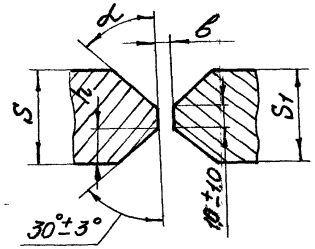
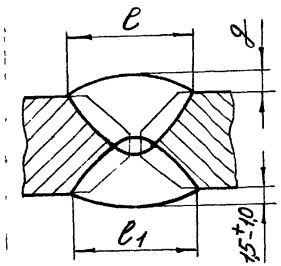
Условное обозначение шва по ГОСТ 8713-70	Размеры в мм											Конструктивные элементы подготовленных кромок	Конструктивные элементы выполнение шва
	$S = S_1$	b		h (пред. откл. ±1)	e		e_1		g	g_1	α		
		номин.	пред. откл.		номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.					
	56 58 60	0	±4	—	44	±5	44	±5	+1,0 2,5 -2,0		30°±3°		
Ск 4 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	8 9	28 35 40	±4 ±5	28 35 40	±4 ±5	2,5 +1,0 -2,0		30°±3°		
	40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60	3		10	49 56 64 69		49 56 64 69		2,5 +1,0 -4,0		30°±2°		

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 9087-69
Ст3кп	св-08А	св-08ГА св-08Г2С	
	св-08ГА		
	св-08Г2С	св-08А	
малоуглеродистые стали, кроме кипящих	св-08А		
	св-08ГА	св-08А св-08ГА	АН-349А, ОСЦ-45, АН-60 и им равноценные
	св-08Г2С	св-08А св-08ГА	
16ГС 09Г2С	св-08ГА	св-08Г2С св-08ГА св-10Г2	
	св-08МХ[1)]	св-08ГА	
	св-10Г2	св-08ГА св-10Г2	
10Г2С1	св-08ГА, св-08МХ[1)]	св-08ГА	
	св-10Г2	св-10ГА св-08ГА	

1) С учетом примечания 3/ к табл. 4.

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

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

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

2.3.11. Для автоматической сварки под флюсом с кромкой применять серийные сварочные аппараты:

ТС-17М, ТС-35, АБС, АДС-1000-3 и другие на которые навешивается специальный дозатор конструкции ИЭС им.Патона для НИИ[illegible]спецстроя для дозирования кромки, засыпаемой в зону сварки.

2.3.12. Сварку производить на постоянном токе обратной полярности.

2.3.13. Техника автоматической сварки под флюсом с применением кромки 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. Режимы двусторонней одноэлектродной сварки стыковых соединений без разделки кромок с применением кромки приведены в табл.8.

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

Таблица 8

Режимы автоматической двусторонней однопроходной сварки под флюсом стыковых соединений без разделки кромок углеродистых и низколегированных сталей с применением кроншка

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
I0		2,0	800–825	38–40	50	74,5	5
20		5,0	850–950	40–44	35	I03	6
30	5	8,0	850–950	42–45	I9,5	I03	7
40		I2,0	I200–I300	43–48	I6,0	I28	8
50		I6,0	I300–I400	44–48	I2,0	I40	9
60		I8,0	I400–I500	45–50	I2,0	I63	II
20		5,0	800–900	42–45	35	I54	6
30		8,0	850–950	42–46	I9	I63	7
40	4	I2,0	850–950	43–48	I4	I63	8
50		I6,0	II00–I200	44–49	I4	2I0	9
60		I8,0	I300–I400	45–50	I2	240	II

$$G_{кр} = 5 \cdot \frac{d^2_{эл.} \cdot V_{под}}{V_{св}} \quad г/пог.м.,$$

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

$V_{под}$ – скорость подачи электродной проволоки, м/ч

$V_{св}$ – скорость в м/ч.

2.3.17. Первые проходы при автоматической сварке под флюсом и 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 ~~[illegible]~~ подготовленных кромок под сварку должны соответствовать ГОСТ 8713-70, ГОСТ 11533-75, для труб – ГОСТ 16037-70 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 подуавтоматической сварки под флюсом

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 углеродистых и низколегированных сталей.

2.5.1. Аргонодуговая сварка рекомендуется для первого прохода при односторонней сварке соединений (для обеспечения полного проплавления), обварки труб в трубных решетках, вварки тонкостенных патрубков и других специальных случаях.

2.5.2. Аргонодуговая сварка рекомендуется только для спокойных сталей.

2.5.3. В качестве присадочного металла применять проволоку марки СВ-08ГС и СВ-08Г2С.

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

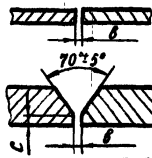
2.6. Газовая сварка малоуглеродистой стали

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

Таблица 10

Подготовка кромок под газовую сварку

Толщина металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление С, мм	Зазор b, мм
1-3		-	1-2
≥ 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 методами. 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 S = 1-3 мм угол наклона равен: 20°, при S = 12-15 мм - 70°. Угол наклона присадочного прутка равен 30-45°.

2.6.6. Пламя устанавливать нормальное.

2.6.7. Режимы сварки принимать по табл.11.

Таблица II

Режимы газовой сварки

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. Подуавтоматическая сварка в углекислом газе.

2.7.1. Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 14771-76, для труб - ГОСТ 16037-70.

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

2.7.3. Для сварки низколегированных сталей рекомендуется применение порошковых проволок ПП-АН4, ПП-АН7, ПП-АН8, ПП-АН10 (наплавленный металл соответствует типу Э50А, ГОСТ 9467-75).

2.7.4. В качестве защитного газа применять осушенную пищевую углекислоту по ГОСТ 8050-76 и ее смеси с другими газами.

2.7.5. Собранные под сварку и сборочные единицы прихватывать подуавтоматической или ручной электродуговой сваркой (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.I2.

Таблица I2

Режимы полуавтоматической сварки в углекислом газе

Толщина свариваемого металла, мм	Условное обозначение шва по ГОСТ I4771-76	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Расход CO_2 л/ч	Количество слоев	Скорость сварки, м/ч
0,6-I,0	C1	0,5-0,8	50-60	I7-20	500-600	I	20-35
0,6-I,0	C2	0,5-0,8	60-80	I7-20	500-600	I	25-35
I,2-2,0	C2	0,8-I,0	70-II0	I8-20	500-600	I-2	I8-24
3-5	C2	I,6-2,0	I60-200	2I-24	600-800	I-2	20-22
3-8	C7	I,6-2,0	200-300	22-28	800-I000	2	25-30
5-8	C4	I,6-2,0	220-300	22-30	800-I000	I-2	I8-22
I0-I4	C9	2,0	320-350	30-32	800-I000	2	I8-22
I6-24	C9	2,0	350-380	30-32	800-I000	4-5	I8-22
26-30	C9,C10	2,0	350-400	30-34	900-II00	5	I8-22
8-I2	CI7 C2I	2,0	380-400	30-32	800-I000	2-3	I8-22
I2 и более	C25	2,0-2,5	440-520	30-32	800-I000	4	I6-20
30 и более	C23	2,0-2,5	440-500	30-32	900-II00	I0 и более	I6-20
32 и более	C26	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 стали марок I2ХМ и I2МХ.

2.8.I. Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264-69, ГОСТ II534-75 при ручной дуговой сварке; ГОСТ 8713-70, ГОСТ II533-75 при автоматической сварке под флюсом; для труб - ГОСТ I6037-70 и другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

2.8.2. Кромки под сварку подготавливать механическим способом: допускается предварительная резка термическими способами по технологии, учитывающей необходимость 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 опускаться 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:

а) для кольцевых и продольных швов изделий с толщиной стенок до 60 мм и швов угловых и тавровых соединений в изделиях с толщиной стенок до 50 мм - не ограничено;

б) 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

Таблица 13

Сварочные материалы 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 подогрева °С
12МХ	Электроды типа Э-09МХ (ТЛ-14, УОНИ-13/Б5 МХ, 03Б-II и др.)	-	200-250
	Проволока Св-08МХ	АН-15, АН-22, АН-348А, АН-60, ЗИО-Ф-2 и им равноценные	150-200
	Проволока Св-10ХГ2СМА	Углекислый газ, Сорт I-й, ГОСТ 8050-76	150-200
12ХМ	Электроды типа Э-09ХМ (ЦУ-2ХМ, ТМЛ-1 и др.); Э-09ХМФ (ЦЛ-20-67, ТМЛ-3 и др)	-	250-300
	Проволока Св-08ХМ, Св-10Х2М	АН-15, АН-22, АН-348А, АН-60, ЗИО-Ф-2 и им равноценные	200-250
	Проволока Св-10ХГ2СМА	Углекислый газ, Сорт I-й, ГОСТ 8050-76	

Примечания: 1. Подогрев до температуры, указанной в таблице выполнять непосредственно перед сваркой (предварительный) и в процессе сварки (сопутствующий).

2. При положительных результатах контрольных испытаний указанные в таблице сварочные материалы допускается применять для соединений толщиной более 60 мм.
3. После сварки требуется отпуск по режиму, предусмотренному нормативно-технической документацией по термообработке.

свыше 50 мм подвергают немедленной термообработке или, в случае необходимости, подогреву до температуры 300-350°С в течение 2-3 часов. 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 продукций из этой стали. Допускается использование рекомендаций при сварке других изделий.

2.9.2. Подготовку кромок труб под сварку необходимо выполнять согласно ГОСТ I6037-70 механическим способом.

Подготовка кромок труб под сварку термическими способами 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 Э10Х5МФ по ГОСТ 9467-75.

2.9.5. Прихватку и сварку выполнять с предварительным и сопутствующим подогревом свариваемых частей до температуры 350-360° при любой толщине.

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

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

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

Сварку первого (корневого) слоя и последующих 2-3-х 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 колец при толщине стенки свариваемых изделий до 20 мм сварку корневого слоя рекомендуется выполнять аргонодуговым способом неплавящимся электродом без присадки. 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	
	сила тока, 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°.

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

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 сварных соединений, к которым предъявляются требования по стойкости против межкристаллитной коррозии (МКК) должны быть испытаны на склонность к МКК по ГОСТ 6032-75.

3.I.3. Сварочные материалы, предназначенные для сварки глубокоаустенитных сталей (не содержащих ферритную фазу), а также не обеспечивающих наличие феритной фазы в наплавленном металле швов аустенитно-ферритных сталей, должны быть испытаны на стойкость против горячих трещин.

В качестве методов испытания рекомендуется применять для малых толщин составную пробу МВТУ, больших толщин - "Тавровую пробу" по ГОСТ 9466-75 или "жесткую стыковую пробу" и другие, предусмотренные соответствующей нормативно-технической документации.

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 (ЭИ 5I6).

2. Сварочные материалы, не обеспечивающие ферритную фазу в направленном 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 примечания I к табл.20).

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 на глубину не менее 0,8 мм от максимальной неровности (впадины) с учетом требований ГОСТ I4792-69.

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 параметрами прихватки в соединениях углеродистых и низколегированных сталей.

3.I.7. Для предотвращения дефектов и возможного снижения коррозионной стойкости металла шва, сварочную проволоку перед употреблением необходимо промыть ацетоном, уайт-спиритом или др. растворителями.

3.I.8. Для уменьшения перегрева и обеспечения оптимальных механических свойств и коррозионной стойкости сварку соединений небольшой толщины (менее 8-I0 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.I0. 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 (П.3.I.3);

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

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

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

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

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

е) автоматическая сварка глубокоаустенитных сталей большой толщины, должна проводиться по специальной технологии отработанной с учетом мер предотвращения горячих трещин;

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

9) 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 подготовки кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264-69 и ГОСТ II534-75, для труб - ГОСТ I6037-70 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.I6.

Таблица 15.

Электроды для сварки высоколегированных коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе аустенитного и аустенито-ферритного классов.

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
08Х18Н10 12Х18Н9	Э-07Х20Н9 (03Л-8)	не ограничено	не допускается
	Э-04Х20Н9 (03Л-14А, 03Л-36)	до 550° С	не допускается
08Х18Г8Н2Т 08Х22Н6Т 08Х18Н10Т 12Х18Н9Т 12Х18Н10Т	Э-07Х20Н9 (03Л-8)	не ограничено	не допускается
	Э-04Х20Н9 (03Л-14А, 03Л-36)	до 500°С	не допускается
08Х18Н12Б 10Х18Н9ТЛ	Э-08Х20Н9Г2Б (03Л-7, ЦЛ-11, Л-38М, Л-40М)	до 450° С	до 350°С свыше 350° до 450° после стабилизирующего отжига (кроме ст.08Х22Н6Т)
	Э-08Х19Н10Г2Б (АНВ-23, ЦТ-15)	не ограничено	до 350°С свыше 350°С до 610°С после стабилизирующего отжига

Продолжение табл. 16

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)	не ограничено	до 350°С свыше 350°С до 450°С после стабилизирующего отжига
10Х14Г14Н4Т	Э-03Х15Н9АГ4 (АНВ-24)	до 500°С	–
03Х13АГ19 07Х13АГ20	Э-07Х20Н9 (03Л-8) Э-04Х20Н9 (03Л-16, 03Л-36) Э-08Х20Н9Г2Б (03Л-7, ЦЛ-11, ЛЗ8М, Л-40М)	до 350°С без требования равнопрочности металла шва основному металлу	–
08Х17Н13М2Т 08Х17Н15М3Т	Э-02Х20Н14Г2М2 (03Л-20) Э-02Х19Н18Г5АМ3 (АНВ-17)	не ограничено	до 350°С при условии подтверждения стойкости против межкристаллитной коррозии предвари-

Продолжение табл.16

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов)[1]	Допускаемая температура эксплуатации[3] соединений и условия применения электродов	
		Без требований стойкости против межкристалитной коррозии	При наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
08Х17Н13М2Т			тельным испытанием сварных соединений конкретной стали
08Х17Н15М3Т	Э-06Х19Н11Г2М2 (ЭНТУ-3М) 06Х18Н11Г3М2 (АНВ-26)	не ограничено	не допускается
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Э-07Х19Н11М3Г2Ф (ЗА-400/10у); [illegible] Э-09Х19Н10Г2М2Б (НЖ-13,СЛ-28)	до 450°С свыше 450°С до 700°С при условии содержания ферритной фазы не более 6%	до 350°С
08Х21Н6М2Т	Э-06Х19Н11Г2М2 (ЭНТУ-3М)	не ограничено	не допускается
03Х18АГ3Н11М3Б 03Х17Н14М3	Э-02Х19Н18Г5АМ3 (АНВ-17)	не ограничено	до 350°С
	Э-02Х20Н14Г2М2 (ОЗЛ-20)	-	до 350°С

Продолжение табл.16

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
	04Х23Н27М3Д3Г2Б (ОЗЛ-17у) ТУ 14-4-715-75 04Х21Н21М4Г2Б (ОЗЛ-26А) ТУ 14-4-316-73	–	до 350°С
03Х21Н21М4ГБ (ЭИ-35)	Э-02Х19Н18Г5АМ3 (АНВ-17) 04Х23Н27М3Д3Г2 (ОЗЛ-17уП)[4]	для внутренних многослойных сварных швов, не обращенных к коррозионной среде	не допускается
06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2Б (ОЗЛ-17у) ТУ 14-4-715-75 04Х23Н26М3Д3Г2Б (ОЗЛ-37) ТУ 14-168-18-76	– не обращенных к жидкометаллической среде, а также при толщине металла свыше 20 мм	до 350°С
	04Х23Н27М3Д3Г2Ф (АНВ-28)	для внутренних многослойных сварных швов, не обращенных к коррозионной среде, а также	до 350°С при подтверждении коррозионной стойкости испытаниями в конкретной среде

Продолжение табл.16

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
	04Х23Н27М3Д3Г2 (ОЗЛ-17уП)[4] 06Х23Н27М3Д3Г2 (ЗИФ-10)	прихватки при толщине металла более 10 мм.	не допускается
10Х23Н18	Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6)	не ограничено	-

Примечания:

1. Без индекса "Э" 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.17.

Таблица 17

Режимы сварки

Диаметр электродов, мм	Сила тока, А		
	положение шва		
	нижнее	вертикальное	потолочное
3	70-100	70-80	70-80
4	120-150	100-120	100-110
5	150-180	130-150	-

3.2.4. Диаметр сварочного электрода принимать согласно указаниям табл.18.

Таблица 18.

Диаметры электродов.

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

ПРИМЕЧАНИЕ: При толщине металла менее 3 мм, а также для обеспечения полного проплавления в первом слое односторонних швов большей толщины, ручную дуговую сварку рекомендуется заменять аргонно-дуговой сваркой.

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

3.3. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем флюса.

3.3.I. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 8713-70, 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.3

3.3.2. В зависимости от требований, предъявляемых к сварным соединениям , применять сварочные проволоки и флюсы, указанные в табл.19.

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.20.

При заказе сварочной проволоки для указанных целей необходимо регламентировать содержание в ней ферритной фазы в соответствии с указанным ГОСТ 2246-70.

Таблица 19.

Марки сварочной проволоки и флюсов для автоматической и полуавтоматической сварки

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
08Х22Н6Т (ЭП-53)	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	АН-26с по ГОСТ 9087-69	от минус 40°С до 300°С	не допускается
08Х18Г8Н2Т (КО-3)	Св-06Х21М7БТ по ТУ14-1-1389-75 Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х20Н9С2БТЮ ТУ14-1-1140-74		от минус 40°С до 300°С (при необходимости замены другими марками)	от минус 40°С до 300°С

Продолжение табл.19

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
12Х18Н9 08Х16Н10 08Х18Н10Т	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	АН-26с по ГОСТ 9087-69 48-ОФ-6 ОСТ5.9206-75	до 600°С	не допускается
12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н12Б 10Х18Н9ТЛ	Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х20Н9С2БТЮ ТУ 14-1-1140-74 порошковая проволока ПП-АНВ 1 по ВТУ ИЭС12I-76		до 600°С, (при необходимости замены других марок) п.3.3.3	до 350°С, свыше 350°С до 600°С после стабилизирующего отжига (табл.20)
03Х18Н11	Св-01Х18Н10 по ТУ14-1-973-74, Св-01Х19Н9	АН-18 по ТУ14-1-509-73	-	до 350°С
03Х19АГ3Н10	Св-01Х20Н18АГ12 по ТУ14-130-134-75			
10Х14Г14Н4Т (ЭИ-711) 03Х13АГ19 (4С-36) 07Х13АГ20 (4С-46)	Св-05Х15Н9 Г6АМ по ТУ14-1-1595-76	АН-26с ГОСТ 9087-69	по техническим условиям (стандартам) на изделие	-

Продолжение табл. 19.

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
08Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т	Св-04Х19Н11М3 Св-06Х19Н10М3Т	АН-26с ГОСТ 9087-69	до 700°С (п. 3.3.3.)	не допускается
10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	Св-06Х20Н11М3ТБ Св-06Х19Н10М3Б Св-08Х19Н10М3Б	48-ОФ-6 по ОСТ 5.9206-75	до 700°С (при необходимости замены других марок)	до 350°С
	Св-01Х19Н18Т10АМ4 (ЭП-690) по ТУ14-1-1892-76	АН-18 по ТУ14-1-509-73	до 350°С (для получения швов без ферритной фазы)	до 350°С при подтверждении коррозионной стойкости предварительными испытаниями
03Х17Н14М3	Св-01Х17Н14М2 по ТУ14-1-973-74		—	
	Св-01Х19Н18Т10АМ4 по ТУ14-1-1892-76			до 350°С
03Х18АГ3Н11М3Б				

Продолжение табл. 19

Марки 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
08Х2Н6М2Т	Св-04Х19Н11М3 Св-06Х19Н11М3Т	АН-26с по ГОСТ 9087-69, 48-03-6 по ОСТ 5.9260-75	от минус 40°С до 300°С	не допускается
	Св-06Х19Н10М3Б Св-08Х19Н10М3Б Св-06Х20Н11М3ТБ		от минус 40°С до 300°С (при необходимости замены других марок)	от минус 40 до 300°С
03Х21Н21М4ГБ (ЭИ-35)	Св-02Х21Н21М4Б (ЭИ-69) по ТУ14-1-160-71 Св-01Х23Н28М3Д3Т Св-03Х23Н25М3Д3Б (ЭП516Б) по ТУ 14-130-154-76	АН-18	-	до 350°С
03ХН28МДТ (ЭП-516) 06ХН28МДТ (ЭИ-943)	Св-01Х23Н28М3Д3Т (ЭП-516) Св-03Х23Н25М3Д3Б (ЭП-516Б) по ТУ14-130-154-76	по ТУ14-1-509-73		

Продолжение табл.19

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
10Х23Н18	Св-07Х25Н13	АН-26с по ГОСТ 9087-69	по техническим условиям (стандартам) на изделие	не допускается

Таблица 20.

Допускаемое содержание ферритной фазы в металле шва или наплавленном металле.

Марка сварочной проволоки	Температура эксплуатации соединений, °С	Содержание ферритной фазы, % (не менее)
Св-07Х18Н9ТЮ Св-07Х19Н9ФЗБ Св-07Х25Н13 Св-07Х25Н12ТЮ Св-04Х19Н11М3 Св-06Х19Н10М3Б Св-08Х19Н10М3Б Св-06Х19Н10М3Т Св-06Х19Н10М3ТБ	до 350	не ограничивается
	свыше 350 до 450	10
	свыше 500 до 550	8
	свыше 550	6
Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х20Н9С2БТЮ	до 350	не ограничивается
	свыше 350 до 450	10
	свыше 450 до 550	6
	свыше 550	4

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Контроль ферритной фазы сварочных проволок, рекомендуемых настоящим разделом стандарта, и не перечисленных в таблице, 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.16. Допускается выполнение прихватки аргонодуговой сваркой сварочными материалами, указанными в табл.23

3.3.5. Режимы автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюса приведены в табл. 21 и 22.

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 21.

Режимы автоматической сварки под флюсом.

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 22

Режимы полуавтоматической сварки

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 подготовки кромок (ленных) и размеры швов должны соответствовать ГОСТ 14771-76, для труб - ГОСТ 16037-70 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

3.4.2. В качестве защитных газов следует применять инертные газы: 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.23.

Во всех целесообразных случаях (выполнение первого прохода с полным проплавлением, сварка тонкого металла и др.) рекомендуется применять сварку без присадочного металла. Сварные соединения, выполненные без присадочного металла допускаются для эксплуатации в условиях, указанных в табл.23, 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:

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

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

- полуавтоматическая и автоматическая сварка плавящимся электродом (в аргоне, гелии или их смеси, а также в углекислом газе в случаях, указанных в п.3.4.2 и табл.23).

3.4.5. При выборе метода сварки в среде защитных газов следует учитывать, что сварку неплавящимся электродом (ручную и автоматическую) 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 23

Сварочные материалы для сварки в среде защитных газов

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 8050-76 (сорт I-ый)	от минус 40°С до 300°С	до 300°С
	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н10Т	Аргон по ГОСТ	от минус 40°С до 300°С	не допускается
	Св-06Х21Н7БТ по ТУ14-1-1389-75 Св-07Х19Н10Б Св-07Х18Н9ТЮ	10157-73 (сорт высший, I-й 2-й). Гелий по	от минус 40°С до 300°С (при необходимости замены другим маром).	от минус 40°С до 300°С
08Х18Н10	Св-04Х19Н9	Ту-51-689-75 высокой чистоты п.3.4.2.	До 600°С	не допускается
08Х18Н10Т	Св-01Х19Н9			
12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н12Б	Св-06Х19Н9Т			до 350°С свыше 350°С до 600°С после стабилизирующего отжига

Продолжение табл.23

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 требований стойкости против МКК
	Св-07Х19Н10Б Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС	Аргон по ГОСТ 10157-73 (сорт высший I-2)	до 600°С	до 350°С, свыше 350 до 600°С после стабилизирующего отжига
03Х18Н11	Св-01Х18Н10 по ТУ14-1-973-74	Гелий по ТУ-51-689-75	-	до 350°С
03Х19АГ3Н10	Св-01Х20Н18АГ2 по ТУ14-130-134-75	(высокой чистоты) п.3.4.2.	до 600°С	до 350°С
	Св-01Х18Н10 по ТУ14-1-973-74		до 600°С без требования равнопрочности соединений	до 350°С без требования равнопрочности соединений
	Св-01Х19Н9		То же при допустимости ферритной фазы	То же, при допустимости ферритной фазы
10Х14Г14Н4Т (ЭИ-711) 03Х13АГ19 (ЧС-36) 07Х13АГ20 (ЧС-46)	Св-05Х15Н9Г6АМ по ТУ14-1-1595-76		По техническим условиям (стандарту) на изделие	-

Продолжение табл. 23

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
08Х17Н13М2Т	Св-04Х19Н11М3		до 700°С; п.3.3.3.	не допускается
10Х17Н13М2Т	Св-06Х19Н10М3Т			до 350°С
10Х17Н13М3Т	Св-06Х20Н11М3ТБ		до 700°С; п.3.3.3 для замены других марок.	до 350°С
	Св-06Х19Н10М3Б			
	Св-08Х19Н10М3Б			
	Св-01Х19Н18Т10АМ4 (ЭП-690) по ТУ14-1-1[illegible]-75		до 350°С для получения швов без ферритной фазы	до 350°С при подтверждении стойкости против МКК предварительными испытаниями
08Х[illegible]Т	Св-01Х17Н14М2 по ТУ 14-1-973-72			
08Х17Н15М3Т	Св-01Х17Н14М2 по ТУ14-1-973--72	Аргон по ГОСТ 10157-73 (сорт высший, 1-й и 2-й) Рафинированный по ТУ51-689-75		до 350°С
03Х17Н14М3				
	Св-01Х19Н18Т10АМ4 (ЭП-690)			
03Х18АГ3Н11М3Б	по ТУ14-1-1[illegible]-76			
08Х21Н6М2Т	Св-04Х19Н11М3		от минус 40 до 300°С	не допускается
	Св-06Х19Н10М3Т			
	Св-06Х19Н10М3Б	(высокой частоты). п.3.4.2.	от минус 40 до 300°С для замены других марок.	от минус 40 до 300°С
	Св-08Х19Н10М3Б			
	Св-06Х20Н11М3ТБ			

Продолжение табл. 23

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 требований стойкости против МКК
03Х21Н21М4ГБ (ЭИ-35)	Св-02Х21Н21М4Б (ЭИ-69) ТУ-14-1-1160-71	Аргон по ГОСТ 10157-73 (сорт высший, 1-й и 2-й) Гелий по ТУ51-689-75 (высокой чистоты) п.3.4.2.	–	до 350°С
06ХН28МДТ (ЭИ-943) 03ХН28МДТ (ЭИ-516)	Св-01Х23Н28М3Д3Т			
10Х23Н18	Св-07Х25Н13		по техническим условиям (стандарту) на изделие	не допускается

3.4.6. Сварку неплавящимся вольфрамовым электродом (ручную и автоматическую) выполняют на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде) или на переменном токе с наложением тока высокой частоты от осциллиторов (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-I9-27-72.

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 обнаружении 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 допускается возвратно-поступательное перемещение присадочной проволоки без вывода её 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 прекращать после некоторого остывания металла и электрода (через 5–10 сек) для предупреждения недопустимого окисления.

3.4.13. Рабочее давление защитного газа рекомендуется в пределах 0,1–0,3 кгс/см^2.

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.24.

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 с 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 24.

Режимы сварки в среде аргона.

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	2-6	I-2	I,6-2,0	50-80	I0-II		6-8
неплавящимся	6-I2	2-6	2,0-3,0	80-I20	I0-II	-	8-I0
электродом	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	20-25	-	6-8
	3,0	I	I-I,6	I50-260			6-8
	4,0	I	I-I,6	I60-300			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	20-30	20-40	6-8
	3,0	I	I,6-2,0	200-280			6-8
	4,0	I	2,0-2,5	220-320			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			II-I5
	I0,0	2	2,0-3,0	320-440			I2-I7

Примечание: Режимы приведенидля 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 1,6-3,0 мм на металлорежущих (фрезерных и др.) станках с помощью соответствующих приспособлений и подающих механизмов. Длина гранул рекомендуется в пределах 1,5-2,0 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. 19.

3.5.5. Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов должны соответствовать табл. 25.

3.5.6. Прихватку свариваемых кромок производить ручной дуговой или аргоно-дуговой сваркой с применением электродов или сварочной проволоки указанных в табл.16 и 23. Для стали 03Х2НМ2ТМАГБ и СПЛАВОВ 06ХН28МДТ и 03ХН28МДТ предпочтительнее выполнять прихватку аргоно-дуговой сваркой, в случае необходимости дуговой прихватки применять электроды АНВ-28, 03Л-17У без ниобия в покрытии, а для стали 03Х2НМ2ТМАГБ также электрод АНВ-17.

3.5.7. Сварку производить на постоянном токе обратной полярности.

Режимы сварки принимать по табл.26 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.

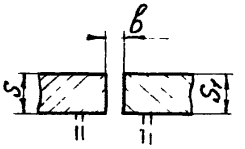
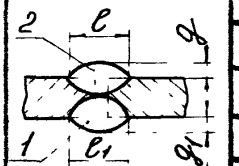
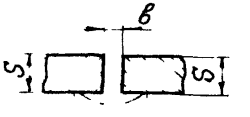
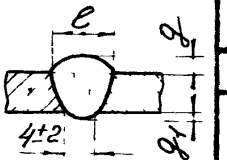
3.5.9. Дозировку и засыпку металлической крошки производить специальными дозаторами, укрепленными на сварочном автомате. Допускается засыпать крошку вручную.

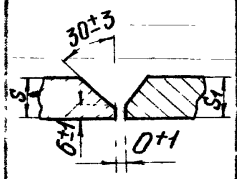
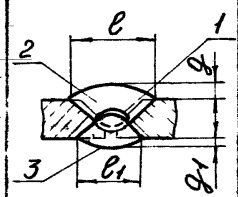
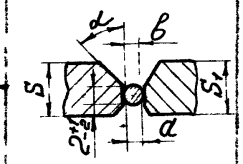
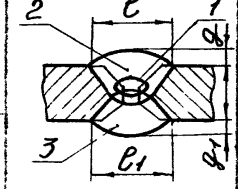
3.5.10. Первые проходы при автоматической сварке выполнять на флюсовой подушке, остающейся подкладке, по расплавляемой вставке или ручной подварке.

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

Таблица 25.

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

Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы подготовки кромок	Конструктивные элементы выполненного шва	Размер, мм $S=S_1$	b	$\ell=\ell_1$	$g=g_1$
СкIА	Стыковой двухсторонний шов без скоса кромок на флюсовой подушке [illegible] подкладка; I-первый слой с крошкой 2-второй слой без добавления крошки.			I2	$3^{\pm I}$	22 ± 4	$2,5^{\pm I}$
				I4			
				I6	$4^{\pm I}$	24 ± 5	
				I8			
				20	$5^{\pm I}$		$2,5^{+2}_{-I}$
				24		26 ± 6	
				30	$6^{\pm I,5}$		
				36	$7^{\pm I,5}$	30 ± 8	
				40	$8^{\pm I,5}$		
				45	$9^{\pm2}$	$36^{\pm I0}$	
				50	$I0^{\pm2}$		
Ск2А	Стыковой односторонний шов без скоса кромок на флюсо-медной подкладке			8	$3^{\pm I}$	$20^{\pm4}$	$2^{\pm I}$
				I0			
				I2	$4^{\pm I}$	$22^{\pm4}$	$2,5^{\pm I}$

Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы подготовки кромок и сборки	Конструктивные элементы выполненного шва	Размер, мм $S=S_1$	b	$e=e_1$	$g=g_1$
Ск3Л	Стыковой двусторонний шов со скосом двух кромок с предварительной ручной подваркой; 1 – ручная подварка; 2 – второй слой с кромкой; 3 – третий слой без кромки.			12 14 16 18 20 22 24	2 ± 1 3^{+1}_{-2}	16±3 18±4 22±5 24±5	$2,5\pm1$ $2,5^{+2}_{-1}$
Ск4Л	Стыковой двусторонний шов с двумя скосами двух кромок с предварительной ручной подваркой: 1 – ручная подварка с закладкой проволоки в зазор; 2 – второй слой с кромкой; 3 – третий слой с кромкой			16 18 20 22 24 26 28	3^{+1} 4^{+1}	18±4 20±4 22±4	$2,5^{+2}_{-1}$

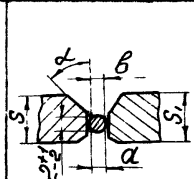
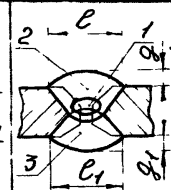
Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы		Размер, мм			
		подготовки кромок	выполненного шва	$S=S_1$	$в$	$l=l_1$	$g=g_1$
Ск4Л	Стыковой двухсторонний шов с двумя скосами двух кромок с предварительной ручной подваркой: I – ручная подварка с закладкой проволоки в зазор; 2.– второй слой с кромкой; 3 – третий слой с кромкой.			30 36 40 45 50	1+1	$25^{\pm5}$ $30^{\pm6}$ $36^{\pm8}$	$2,5^{+2}_{-1}$

Таблица 26.

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

Условное обозначение шва (по табл. 25)	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			0,I; 0	5I0; 550	34-36	24;26
	I4	4	I; 2	0,I5;0	530; 590	34-36	24;26
	I6			0,2; 0	590; 650	36-38	22;24
	I8			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	5	I; 2	0,3; 0	850; 900	40-42	24;26
	35			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
Ск3	I2			0,8; 0	530; 580	34-36	28;30
	I4	4	2; 3	I,0; 0	570; 630	36-38	26;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

Продолжение табл.26

Условное обозначение шва (по табл. 25)	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Относительное количество кромки $G_{кр}/G_{пр}$	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч
Ск4	I6			0,8; I,0	500; 550		28; 30
	I8			0,6; 0,8	550; 600	36–38	28; 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;I800	46–48	20; 22

ПРИМЕЧАНИЯ: I). $G_{кр}$ – количество засыпаемой кромки

$G_{пр}$ – количество расплавляемой проволоки

2). В колонках $G_{кр}/G_{пр}$, $J_{св}$, $V_{св}$ последовательно расположенные числа относятся к соответствующим слоям сварного шва.

4. СВАРКА ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ 07Х16Н6 АУСТЕНИТНО-МАРТЕНСИТНОГО КЛАССА.

4.1. Ручная дуговая сварка.

4.1.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264-69, 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-*907-74* диаметром 3-4 мм и электродное покрытие, состав которого приведен в таблице 28.

Таблица 28

Состав покрытия электродов ХВ-I

Компоненты покрытия	ГОСТ или ТУ	Содержание, вес %
Доломит обожженный	ГОСТ 10328-68	32,5
Концентрат плавиковый	ГОСТ 4421-73	19,0
Двуокись титана	МРТУ6-09-1351-63	24,0
Барий фтористый	ГОСТ 7168-75	20,0
Ферросилиций Фс45	ГОСТ 1415-70	8,0
Порошок молибденовый	ТУ 4819-105-73	5,5
Стекло натриевое жидкое	ГОСТ 13078-67	30% к весу сухой шихты

4.1.3. Электроды ХВ-I должны иметь покрытие толщиной 0,65-0,8 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.

4.1.4. Собранные под сварку детали и 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: закалка с 1000--1050°С в воде, обработке холодом при минус 70°С 2 часа и старению при 380-400°С I час.

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

4.I.7. Режимы сварки принимать по табл. I7.

4.2. Ручная аргонодуговая сварка стали неплавящимся электродом.

4.2.I. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ I4771-76.

4.2.2. В качестве присадочного металла использовать проволоку Св-08Х19Н9Т по ТУ I4-I-1027-74 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.23 и п.3.4.2.

4.2.5. Режимы сварки принимать по табл.24.

4.2.6. При подготовке материалов к сварке соблюдать также требования разделов I и 3.I.

5. СВАРКА ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ 08Х13, 08Х17Т, I5Х25Т ФЕРРИТНОГО КЛАССА И СТАЛИ I4Х17Н2 МАРТЕНСИТНО-ФЕРРИТНОГО КЛАССА.

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 I5Х25Т);

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

- склонность к значительному окрупчиванию (дополнительному повышению порога хладноломкости) в околошовной зоне;

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

- невозможность устранения окрупчивания термической обработкой.

5.2. При назначении сталей для сварных конструкций в проектах должны быть учтены допускаемые условия их применения по ОСТ 26-291-71

5.3. Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов должны соответствовать: для ручной дуговой сварки - ГОСТ 5264-69 и ГОСТ 11534-75, для автоматической дуговой сварки под флюсом - ГОСТ 8713-70 и ГОСТ 11533-75, для аргонодуговой сварки - ГОСТ 14771-76 или 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.29).

5.5. Во избежании образования трещин, сварку, гибку, правку и все операции, связанные с приложением ударных нагрузок, следует выполнять с подогревом до 150-250°С.

5.6. Швы 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.

5.8. Для изготовления сварной аппаратуры из стали 15Х25Т рекомендуется использовать сталь, механические свойства которой (в состоянии поставки) удовлетворяют следующим требованиям:

предел прочности, кгс/мм^2 - не ниже предусмотренного расчетом на прочность;

Таблица 29.

Материалы, применяемые для сварки хромистых сталей.

Марка свариваемой стали	Свойства сварных соединений	Материалы для сварки			
		ручной дуговой	аргонодуговой	автоматической под флюсом	дуговой
		тип и марка электрода	проволока сварочная	проволока сварочная	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 (ЛМЗ-1, [illegible] 12Х13 [illegible]) АНВ-1 и др.)	Св-12Х13 Св-08Х14ГНТ	Св-12Х13 Св-08Х14ГНТ	АН-17 АНФ-14 АН-26с 48-ОФ-6
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 АНФ-14 48-ОФ-6 АН-18

Продолжение табл.29.

Марка свариваемой стали	Свойства сварных соединений	Материалы для сварки			
		ручной дуговой	аргонодуговой	автоматической дуговой под флюсом	
		тип и марка электрода	проволока сварочная	проволока сварочная	флюс
08Х17Т	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии в состоянии после сварки; низкая пластичность и вязкость металла шва и сварных соединений; жаростойкость до 800°С	Э-10Х17Т (УОНИ/10Х17Т)	Св-10Х17Т	Св-10Х17Т	АНФ-6, МЗ-ОФ-6
08Х17Т 15Х25Т	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии, пластичность металла шва, низкая пластичность и вязкость околошовной зоны.	Э-10Х25Н13Г2Б (ЦЛ-9, ЗИО-7, ЭА-48Ц/22 и др.) 10Х20Н15ФБ (АНВ-9) 10Х20Н15Б (АНВ-10)	Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ [illegible] [illegible] [illegible]	Св-06Х25Н12ТЮ Св-08Х25Н13БТЮ [illegible] [illegible] [illegible]	АНФ-6 АН-26 с 48-ОФ-6

Продолжение табл. 29

Марка свариваемой стали	Свойства сварных соединений	Материалы для сварки			
		ручной дуговой	аргонодуговой	автоматической дуговой под флюсом	
		тип и марка электрода	проволока сварочная	проволока сварочная	флюс
I4XI7H2	Равнопрочность (в том числе длительная прочность), без требования стойкости против МКК; жаростойкость до температуры 800°С при отсутствии требований пластичности, без термической обработки.	IOXI8H2 (АНВ-2)	Св-08XI8H2IT Св-08XI4IHT	Св-08XI8H2IT Св-08XI4IHT	АНФ-6 АН-26с 48-ОФ-6

относительное удлинение, % – не менее I8

ударная вязкость, кгсм/см^2 – не менее 5

угол загиба, град.(вокруг оправки, равной $3 \times \delta$ листа) – не менее I80

6. СВАРКА ДВУХСЛОЙНЫХ СТАЛЕЙ С ПЛАКИРУЮЩИМ СЛОЕМ ИЗ СТАЛЕЙ МАРОК 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н16М3Т, 06ХН28МДТ, 15Х25Т, 08Х17Т, 08Х13

6.I. Рекомендуемые для химического машиностроения сочетания марок основного и плакирующего слоев двухслойной стали, поставляемой по ГОСТ I0885-75, приведены в табл. 30; двухслойные листы из сочетаний марок сталей, отмеченных знаком "+", поставляются без согласования, а знаком "–" по согласованию потребителя с изготовителем.

Таблица 30.

Сочетания марок стали основного и плакирующего слоев.

Марки плакирующего слоя	Марки основного слоя					
	ВСт3сп	20К	I6ГС	09Г2С	I2МХ	I2ХМ
08Х18Н10Т	+	+	+	+	+	+
I2Х18Н10Т	+	+	+	+	+	+
I0Х17Н13М2Т	+	+	+	+	–	–
I0Х17Н13М3Т	+	+	+	+	–	–
08Х17Н15М3Т	+	+	+	–	–	–
06ХН28МДТ	+	+	+	–	–	–
I5Х25Т	+	+	–	–	–	–
08Х17Т	+	+	–	–	–	–
08Х13	+	+	+	+	+	+

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 20 мм должны применяться с увеличенной толщиной плакирующего слоя (до 3,0-4,0 мм) в соответствии с условиями ГОСТ 10885-75. Данное требование в случае необходимости должно быть оговорено в технической документации на изделие и в заказе на двухслойную сталь.

6.3. Типы и конструктивные элементы разделки кромок и швов сварных соединений двухслойной стали должны удовлетворять требованиям ГОСТ 16098-70. Применение нестандартных типов сварных швов, удовлетворяющих требованиям ОСТ 26-291-71, допускается по согласованию с головным институтом отрасли.

6.4. 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.

6.5. 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.

6.6. Сборка деталей под сварку должна производиться с соблюдением требований ОСТ 26-291-71. Прихватки производятся с применением электродов и режимов, установленных для сварки основных швов. При-

хватку рекомендуется выполнять со стороны основного слоя (низкоуглеродистой или низколегированной стали).

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

.6.8. Сварка двухслойной стали может выполняться способами, технологические схемы которых по группам приведены в табл. 31.

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

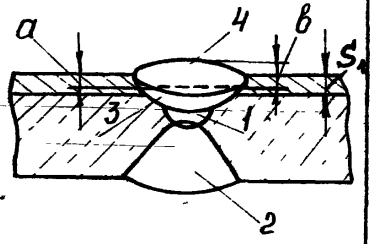
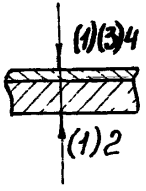
Группа II - односторонняя сварка полностью аустенитными сварочными материалами - рекомендуется в случае доступности сварки только со стороны основного слоя.

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

6.9. Определение возможной группы исполнения швов, предусмотренных ГОСТ 16098-70, производить по табл.32.

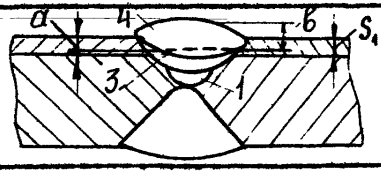
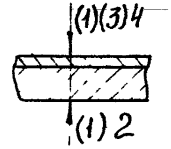
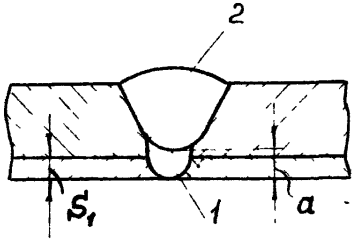
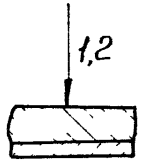
Таблица 31.

Группы способов исполнения сварных швов.

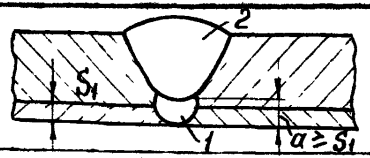
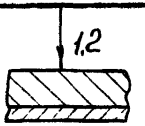
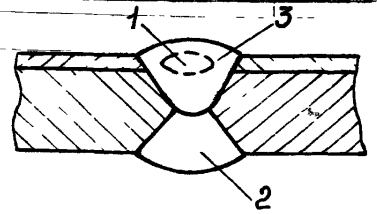
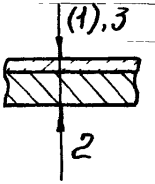
Группа исполнения	Техническая схема сварки: расположение и последовательность выполнения слоев	Техническая схема сварки: Сторона, с которой выполняются слои	№ слоя	Характеристика слоев сварного шва: название (назначение) слоя	структурный класс металла	рекомендуемое количество слоев	особые условия выполнения
I.			I.	Подварочный или основной	Перлитный	Не нормируется	Не допускается проплавление плакирующего слоя двухслойной стали
			2.	Основной или подварочный	-"-	-"-	- " -
			3.	Переходной	Аустенитный	-	С ограничением проплавлением $S_1 \geq a \geq 2/3 S_1$

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 61

Продолжение табл. 31

Группа исполнения	Техническая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	расположение и последовательность выполнения своев	сторона, с которой выполняется слои	№ слоя	название (назначение) слоя	структурный класс металла	рекомендуемое количество слоев	особые условия выполнения
I			4.	Плакирующий	—"— аустенитный	⩾ 2	С ограниченным проплавлением; $б \geq S_1$
II			I.	Плакирующий	Аустенитный	⩾ 2	I-й слой без проплавления основного слоя двухслойной стали; последующие слои - с ограниченным проплавлением;

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 82

Группа исполнения	Техническая схема сварки: расположение и последовательность выполнения швов	Техническая схема сварки: сторона, с которой выполняются слои	Характеристика слоев сварного шва: № слоя	название (назначение) слоя	структурный класс металла	рекомендуемое количество слоев	особые условия выполнения
II			2.	Основной	аустенитный	Не нормируется	С ограниченным проплавлением; $a \geq S_1$
III.			1. 2. 3.	Подварочный Основной Плакирующий	Аустенитный -"- -"-	I Не нормируется	С проплавлением, регламентируемым в зависимости от химсостава сварочных материалов

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. В скобки взяты номера слоев, которых в отдельных способах может не быть.

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

Продолжение примечаний к табл. 31

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

Таблица 32.

Группы способов исполнения сварных швов, предусмотренных ГОСТ 16098-70.

Вид сварного соединения	Группа исполнения		
	I	II	III
	типы сварных швов по ГОСТ 16098-70		
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; Т6	Т2	Т1*; Т3*

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

6.10. Для сварки двухслойных сталей в зависимости от группы исполнения сварных швов должны применяться сварочные материалы, указанные в табл. 33 и 34.

6.11. В случаях, когда в табл. 31, 33 и 34 указано требование по ограничению проплавления, в технологическом процессе сварки должны быть предусмотрены меры, ограничивающие глубину проплавления и, соответственно, степень разбавления металла шва свариваемым металлом (в том числе металлом предыдущего слоя шва); пониженная сила сварочного тока, увеличенная скорость сварки, специальные методы сварки (ленточным электродом, расщепленной дугой) и др.

Таблица 33.

Электроды для двухслойных сталей.

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды тип электрода по ГОСТ 10052-75	Электроды марка электрода	Ограничения по температуре эксплуатации, °С (не более)	Условия применения
	1; 2	Основной	Любая	По рекомендациям для стали основного слоя			
I	3	Переходный	08Х18Н10Т	Э-10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6	375	С ограничением проплавлением основного слоя
			12Х18Н10Т 15Х25Т	10Х25Н25М3Г2	АНКР-3у по ТУ14-168-23-78	430	При наличии в среде окислителей с последующей наплавкой (плавкой) не менее двух плакирующих слоев
			08Х17Т 08Х13	Э-08Х25Н40М7Т2	АНКР-2 по ТУ 14-4-398-75 изм.1	475 —	Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	Э-10Х15Н25М6АГ2 10Х25Н25М3Г2 Э-02Х19Н18Г5АМ3	ЗА395/9 АНКР-3у по ТУ14-168-23-78 АНВ-17	430	—
				Э-08Х25Н40М7Т2	АНКР-2 по ТУ14-4-598-75 изм.1	475	

Продолжение табл. 33

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды: тип электрода по ГОСТ 10052-75	Электроды: марка электрода	Ограничения по температуре эксплуатации, °С (не более)	Условия применения
I	3	переходный	06ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2 Э-10Х25Н40М7Г2	ОЗЛ-17уП 4) АНКР-2	475	–
				04Х23Н27М3Д3Г2Б	АНВ-28	430	
	4.	Плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	Э-04Х20Н9	ОЗЛ-14А, ОЗЛ-36	450	Без требования стойкости против МКК
				Э-07Х20Н9	ОЗЛ-8	500	
				Э-10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6	450	
				Э-08Х20Н9Г2Б	ЦЛ-11	550	Для температуры > 350°С без требования стойкости против МКК
				-"-	ОЗЛ-7	450	
				Э-08Х19Н10Г2Б	ЦТ-15, АНВ-23	–	
				Э-10Х26Н13Г2Б	ЦЛ-9	450	
			15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Э-10Х25Н13Г2Б	ЦЛ-9	450	
				Э-10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6	450	Без требования стойкости против МКК
				Э-10Х25Н40М7Г2	АНКР-2	–	Без требований по МКК

Продолжение табл.33

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды тип электрода по ГОСТ 10052-75	Электроды марка электрода	Ограничения по температуре эксплуатации, ≤ °С (не более)	Условия применения
	4	плакирующий					Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
			08Х17Т 08Х13	08Х20Н15ФБ 10Х20Н15Б	АНВ-9 АНВ-10	450	> 350°С без требования по МКК
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	07Х19Н11М3Г2Ф Э-09Х19Н10Г2М2Б	ЭА-400/10У НЖ-13 ОСТ 5.9244-75 ТУ 5.965-4027-72	- -	> 350°С без требования по МКК; >450°С с содержанием феррита ≤ 6%; для 08Х17Н15М3Т если допускается ферритная фаза
			08Х17Н15М3Т	Э-02Х19Н18Г5АМ3 Э-02Х20Н14Г2М2	АНВ-17 03Л-20	350	Не менее двух слоев при подтверждении стойкости против МКК предвар. испытаниями;

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды: тип электрода по ГОСТ 10052-75	Электроды: марка электрода	Ограничения по температуре эксплуатации, °С (не более)	Условия применения
I	4	плакирующий	06ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2Б	ОЗЛ-17У	350	до 350°С; при подтверждении коррозионной стойкости в конкретной среде. Не менее двух слоев
				04Х23Н27М3Д3Г2Ф	АНВ-28	350	
II.	I.	Плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Э-10Х25Н13Г2Б	ЦЛ-9	450	Не менее двух слоев, > 350°С без требования по МКК
			По рекомендациям для плакирующего слоя (4) группы I				
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
			06ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2Б 04Х23Н27М3Д3Г2Ф	ОЗЛ-17У АНВ-28	350	

Продолжение табл. 33

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды тип электрода по ГОСТ 10052-75	Электроды марка электрода	Ограничения по температуре эксплуатации, °С (не более)	Условия применения
	2.	Основной	Любая	То же, что для переходного слоя (3) группы I			С ограниченным проплавлением плакирующего слоя
III.	2.	Основной	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т 08Х17Т	10Х15Н25М6АГ2	ЭА-395/9 ОСТ 5.9244-75 ТУ 5.965-4040-73 НИАТ-5	350	С ограниченным проплавлением
			08Х13Т	Э-10Х20Н70Г2М2В	ОЗЛ-25Б	-	-
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	10Х25Н4ОМ7Т2	АНЖР-2 ТУ 14-4-598-75 изм.1	450	-
				10Х25Н60М10Г2	АНЖР-1 ТУ 14-4-568-74	-	

Продолжение табл. 33

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды тип электрода по ГОСТ 10052-75	Электроды марка электрода	Ограничения по температуре эксплуатации, °С (не более)	Условия применения
Ш	I;3	Подварочный и плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	Э-10Х25Н13Г2Б	ЦЛ-9	350	-
			08Х17Т 15Х25Т, 08Х13	Э-10Х25Н13Г2	03Л-6	350	Без требования стойкости против МКК
			10Х17Н13М2Т (Х) 10Г7Н13М3Т	10Х25Н40М7Г2 10Х25Н60М10Г2	АНЖР-2 ТУ 14-4-598-75изм.1 АНЖР-1 ТУ 14-4-568-74	450	

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Группы способов и слои сварного шва - см. по табл.32

2. Типы электродов, приведенные без индекса "Э" ГОСТ 10052-75, не предусмотрены

3. Допускается применение других марок указанных типов электродов.

4. Изготовляются по соглашению.

Таблица 34

Сварочные материалы для автоматической сварки под флюсом и газоэлектрической сварки двухслойных сталей

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы: проволока сварочная	Рекомендуемые сварочные материалы: защитная среда	Ограничение по температуре эксплуатации, °С	Условия применения
I	I;2	Основной	Любая	По рекомендациям для стали основного слоя			
	3	Переходный	08Х18Н10Т	Св-07Х25Н12Г2Т	флюс 48-ОФ-6 ГОСТ 5.9266-75	375	С ограничением проплавлением основного слоя
			12Х18Н10Т	Св-08Х25Н13БТЮ			
			I5Х25Т	Св-08Х25Н40М7 (ЭП673) ТУ I4-I-I00I-74	флюс АН-26с: ГОСТ 9087-69; флюс АН-I8 ТУ I4-I-509-73 аргон	475	При наличии в среде окислителей с последующей наплавкой не менее 2 плакирующих слоев
			08Х13			-	
			I0Х17Н13М2Т	Св-08Х25Н40М7 (ЭП-673)	ГОСТ I0I57-73	475	-
			I0Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т 06ХН28МДТ	Св-08Х25Н60М10 (ЭП-606) ТУ-14-1-773-73			

ОСТ 26-01-82-77 Стр.92

Продолжение табл. 34

Группа способов	Слой шва №	Слой шва наименование	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемое сварочные материалы: проволока сварочная	Рекомендуемое сварочные материалы: защитная среда	Ограничение по температуре эксплуатации, °С	Условия применения
I			[illegible] 2	[illegible] Св-08Х25Н13БТЮ	Флюс 48-ОФ-6 ОСТ 5.9206-75 Флюс АН-26с ГОСТ 9087-69, Флюс АН-18 ТУ 14-1-509-73 Аргон ГОСТ 10157-73	375	С наплавкой ≥ 2-х плакирующих слоев
	4.	Плакирующий	08Х18Н10Т	Св-06Х19Н9Т		–	Без требования стойкости против МКК
			12Х18Н10Т	Св-07Х25Н13БТЮ			Выше 350°С – без требования стойкости против МКК
				Св-05Х20Н9С2БТЮ			
				Св-05Х20Н9ФБС			
			15Х25Т	Св-07Х25Н13БТЮ			
				Св-06Х25Н12Т			
			08Х17Т 08Х13	Св-07Х25Н12М2Т		–	Без требования стойкости против МКК
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	Св-01Х17Н14М3 (ЭП-655) ТУ 14-1-973-74		–	Без требования стойкости против МКК
				Св-08Х19Н11М3			

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 98

Продолжение табл.34

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы: проволока сварочная	Рекомендуемые сварочные материалы: защитная среда	Ограничение по температуре эксплуатации, °С	Условия применения
I	4	Плакирующий	I0XI7HI3M2T	Св-06Х20Н11М3ТБ			Выше 350°С без требования по МКК
			I0XI7HI3M3T	Св-08ХI9НI0М3Б			
			08XI7HI5M3T	Св-0IXI9HI8TI0AM4 (ЭП-690) ТУ I4-I-I892-76	Флюс АН-I8 ТУI4-I-509-73 Аргон ГОСТ I0I57-73	-	Выше 350°С без требования по МКК; в случаях недопустимости ферритной фазы; после предварительных испытаний на МКК. Наплавка валика не менее 2-х слоев
			06XH28MДT	Св-0IХ23Н28М3Д3Т (ЭП5I6) Св-03Х23Н25М3Д3Б (ЭП5I6Б) ТУ I4-I30-I54-76			Выше 350°С без требования по МКК

Продолжение табл. 34

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы: проволока сварочная	Рекомендуемые сварочные материалы: защитная среда	Ограничение по температуре эксплуатации, °С	Условия применения
II.	I.	Плакирующий	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	Св-08Х20Н9С2БТ0 Св-05Х20Н9ФБС Св-07Х25Н13БТ0	Аргон; флюс 48-ОФ-6,	–	Выше 350°С – без требований стойкости против МКК
			15Х25Т 08Х17Т 08Х13	Св-07Х25Н12Г2Т	Флюс АН-26с *Флюс АН-18*		Без требования стойкости против МКК
			10Х17Н13М2Т	Св-06Х19Н11М3ТБ Св-08Х19Н10М3Б		–	Выше 350°С без требования стойкости против МКК
			10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	Св-08Х25Н40М7 (ЭП-673) Св-01Х17Н14М3 (ЭП55I) Св-04Х19Н11М3		–	Без требования стойкости против МКК

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 85

Продолжение табл.34

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Ограничение по температуре эксплуатации, °С	Условия применения
	№	название		проволока сварочная	защитная среда		
II	I	Плакирующий		Св-01Х19Н18Г10АМ4 (ЭП-690)	Флюс АН-18 Флюс АН-26с		ЭП-690 после испытаний на МКК;
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н15М3Т	Св-05Х30Н40М6ТБ (ЭП-829) ТУ 14-1-914-74		-	Выше 350°С - без требований по МКК
	2	Основной	Любая	Те же, что для переходного слоя 3 группы I			С ограниченным проплавлением плакирующего слоя
III	2	Основной	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	Св-08Х25Н25М3(ЭП622) ТУ 14-130-173-76	Аргон	350	С ограниченным проплавлением
			15Х25Т 08Х17Т	Св-08Х25Н40М7 (ЭП673)			Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
			08Х13	Св-08Х25Н60М10 (ЭП606) ТУ 14-1-773-73	Флюсы; 48-0Ф-6	450	

Продолжение табл.34

Группа способов сварки	Слой изд. №	Слой изд. название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы: проволока сварочная	Рекомендуемые сварочные материалы: защитная среда	Ограничение по температуре эксплуатации, °С	Условия применения
Ш	2	основной	08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 15Х25Т	Св-05Х20Н40М6ТБ (ЭП829) ТУ 14-1-914-74	АН-26С, 48-00-6,	450	Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
			08Х17Т 08Х13	Св-10Х16Н25АМ6	АН-18, Аргон	350	То же, с ограниченным проплавлением
			10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Св-10Х16Н25АМ6 Св-08Х25Н25М3 (ЭП-622) ТУ 14-130-173-76		350	С ограниченным проплавлением
				Св-08Х25Н40М7(ЭП673) Св-08Х25Н60М10 (ЭП606) ТУ14-1-773-73 Св-05Х20Н40М6ТБ (ЭП829)		450	-

Продолжение табл.34

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы: проволока сварочная	Рекомендуемые сварочные материалы: защитная среда	Ограничение по температуре эксплуатации, °С	Условия применения
Ш	I,3	Подварочный и плакирующий	08Х18Н10Т	Св-07Х25Н13БТЮ	Аргон,	350	С ограниченным проплавлением
			12Х18Н10Т				
			15Х25Т	Св-05Х30Н40М6ТБ (ЭП-829)	Флюсы: 48-ОФ-6;	450	Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
			08Х17Т				
			08Х13				
				Св-08Х25Н4ОМ7 (ЭП-673) Св-08Х25Н60М10 (ЭП606) ТУ 14-1-773-73	АН-26с, АН-18		То же, без требования стойкости против МКК
			10Х17Н13М2Т	Св-05Х30Н40М6ТБ (ЭП829)		450	-
			10Х17Н13М3Т	Св-08Х25Н60М10 (ЭП606) ТУ 14-1-773-73			Без требования стойкости против МКК

ОСТ 26-01-82-77

Группа способов сварки	Слой шва №	Слой шва название	Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы: проволока сварочная	Рекомендуемые сварочные материалы: защитная среда	Ограничение по температуре эксплуатации, °С	Условия применения
III	1,3	Подварочный и плакирующий	10Х17Н13М3Т 10Х17Н13М2Т	Св-08Х25Н40М7 (ЭП-673)	Аргон; Флюсы: 48-ОФ-6; АН-26с; АН-18	450	Без требования стойкости против МКК

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Группы способов и слои сварного шва – см.по табл.31.

2. Сварочные проволоки, поставляемые по ГОСТ 2246-70, приведены без ссылки на ГОСТ. Номера технических условий указаны один раз и при повторении марок проволоки не приводится.

3. Флюс АН-18 рекомендуется для преимущественного применения в сочетании с низкоуглеродистыми проволоками и не содержащими ферритную фазу (склонными к образованию горячих трещин).

4. Применение сварочных проволок без ферритной фазы (с содержанием никели более 13%, особенно ЭП 829) требует отработки мер против горячих трещин в соединениях толщиной более 12-14 мм.

6.12. Предусмотренные технологией режимы сварки и количество плакирующих слоев шва должны обеспечить необходимую стойкость против межкристаллитной коррозии (по ГОСТ 6032-75), 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 плакирующему слою шва толщиной не менее, чем меньшая из величин: толщина плакирующего слоя двуслойной стали и прибавка толщины стенки на коррозию, предусмотренная в проекте.

6.13. Достаточность мер, предусмотренных технологией для выполнения требований п.п.6.11 и 6.12 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.

6.14. Нормы механических свойств и твердости должны быть приняты по ОСТ 26-291-71. 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. 33 и 34 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-изго-

товителе изделия рекомендуется пользоваться данными табл. 35 о допускаемой степени разбавления для различных марок сварочных материалов, при которой обеспечивается необходимая пластичность металла.

Таблица 35.

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

Предельное содержание конструкционной стали в металле шва, %	Сварочные материалы	
	проволока	электроды
30	Св-06Х25Н12Т10 Св-07Х25Н13 Св-07Х25Н12Г2Т Св-08Х25Н13БТ10	Э-10Х25Н13Г2 Э-10Х25Н13Г2Б
45	Св-10Х16Н25АМ6 Св-06Х25Н25М3	-10Х15Н25М6АГ2 -10Х25Н25М3Г2
60	Св-08Х25Н60М10(ЭП606) Св-06Х25Н40М7(ЭП673) Св-05Х30Н40М6ТБ(ЭП829)	-10Х25Н60М10Г2 -10Х25Н40М7Г2 -10Х25Н60М10Г2

ПРИМЕЧАНИЕ: контролируется при отработке технологического процесса.

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 26-291-71,

в соответствии с РТМ 2644-71 с учетом влияния нагрева на стойкость против межкристаллитной коррозии.

7. СВАРКА РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ

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

7.2. При разработке технологии сварки разнородных сталей необходимо учитывать:

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

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

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

- необходимость и достаточность обеспечения механических свойств сварного соединения и коррозионной стойкости в соединениях сталей 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. 36 и 37 с учетом требований настоящего раздела.

7.5. При сварке разнородных малоуглеродистых и низколегированных сталей (перлитного класса) следует отдавать предпочтение более технологичным сварочным материалам, которые, как правило, являются менее легированными, 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 10Х18Н10Т) сварку следует проводить с учетом допускаемой степени проплавления свариваемого металла, указанной в табл. 31.

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:

а) При сварке стали ВстЗсп со сталью 12ХМ – особые условия сварки (режим подогрева термообработка и т.д.) должны быть приняты по рекомендациям для стали 12ХМ. В случае, если термическая обработка, необходимая для сварных соединений с закаливающимися сталями (12ХМ, 12МХ или 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;

б) При сварке стали 10Х18Н10Т со сталью 03Х2Н2М4ГБ должны быть приняты режимы сварки, рекомендуемые для стали 03Х2Н2М4ГБ (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.

Сварочные материалы для сварки разнородных сталей

Марка стали и сплава	ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, 20; I5К; I0, I5, I6К, I8К, 20К	I6ТС, 09Г2С, I0Г2, I0Г2С1, I7ТС, I7ТТС	I2МХ, I2ХМ	08Х22Н6Т, I2Х18Н9Т, 08Х18Н10, 08Х18Н10Т, I2Х18Н10Т, 08Х18Г8Н2Т	08Х17Н13М2Т, I0Х17Н13М2Т, I0Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т, 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	03Х21Н21М4ГБ 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ
ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, I0, I5, 20 I5К, I6К, I8К, 20К		342, 342А, 346, 346А, (Э-50А)	342А, 346А Э-09МХ Э-09ХІМ	Э-I0Х25Н13Г2 – до 400°С (ОЗЛ-6) Э-I0Х15Н25М6АГ2 – до 435°С (ЭА-395/9) I0Х25Н25М3Т2 – до 470°С (АНЖР-3) I0Х25Н40М7Г2 – до 550°С (АНЖР-2) I0Х25Н6СМ10Г2 – свыше 550°С (АНЖР-I)		(АНВ-I7) Э-02Х19Н18Г5АМ3 I0Х25Н40М7Г2 (АНЖР-2) 04Х23Н27М3Д3Г2 (ОЗЛ-I7у)
I6ТС, 09Г2С, I0Г2 I0Г2С1, I7ТС, I7ТТС	Св08, Св08А Св08ГА Св08ГС		3-50А Э-09ХІМ Э-09МХ			
I2МХ, I2ХМ	Св08А, Св08ГА, Св08ГС, Св08МХ, Св08ХМ					
08Х22Н6Т I2Х18Н9Т, 08Х18Н10, 08Х18Н10Т, I2Х18Н9Т, 08Х18Н12Б, 08Х18Г8Н2Т, I0Х17Н13М2Т 08Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, I0Х17Н13М3Т 08Х21Н6М2Т 03Х17Н14М3	Св-07Х25Н13 до 400°С Св-07Х25Н12Г2Т до 400°С Св-I0Х16Н25АМ6 до 435°С Св-I0Х25Н25М3 до 470°С Св-I0Х25Н40М7 до 550°С Св-I0Х25Н6СМ10 – свыше 550°С			Э-08Х20Н9Г2Б (ЦЛ-II; ОЗЛ-7) Э-08Х19Н10Г2Б (ЦТ-I5, АНВ-23) Э09Х19Н10Г2М2Б (АНВ-33)	04Х23Н27М3Д3Г2 (ОЗЛ-I7у); 04Х23Н27М3Д3Г2Ф (АНВ-28); 5)
				Св-07Х19Н10Б Св-06Х20Н11М3ТБ		
03Х21Н21М4ГБ, 06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ	Св-0ІХ19Н18Г10АМ4 Св-06Х25Н40М7 Св-0ІХ23Н28М3Д3Т			Св-0ІХ19Н18Г10АМ4; Св-0ІХ23Н28М3Д3Т; Св-02Х21Н21М4Б; 5)		

ПРИМЕЧАНИЯ:
1). Проволоки Св-08МХ и Св-08ХМ, а также электроды Э-09МХ и Э-09ХІМ соответственно для сталей І2МХ и І2ХМ;
2). Без индекса "Э" приведены типы электродов, не предусмотренные ГОСТ І0052-75 с указанием марки в скобках;
3). Слева от диагонали таблицы приведены сварочные проволоки, справа – типы электродов;
4). В отдельных клетках таблицы в числителе приведены предпочтительные марки сварочных материалов (п.7.5);
5) При положительных результатах допускается применение сварочных материалов, предназначенных для сварки менее легированной стали.

Таблица 37.

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	рабочая температура, °С, не более	тип по ГОСТ 10052-75	рабочая температура, °С
Н70МФ	Углеродистые и низколегированные ВСт3сп, 10,20,16ГС,09Г2С	Св-06Х25Н12ТЮ Св-07Х25Н13	до 350°С	Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6)	до 350°С
ХН65МВ		Св-10ХН16Н25АМ6	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-71	10Х15Н25М6АГ2 (ЭА-395/9) ОСТ 5.9244-75, ТУ5.965-4040-73	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-71
	Высоколегированные хромоникелевые и хромоникельмолибденовые типа Х18Н10Т и Х17Н13М2Т	Св-06Х25Н12ТЮ Св-07Х25Н13		Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6)	
ХН78Т	Углеродистые и низколегированные ВСт3сп,10,20,16ГС,09Г2С.	Св-10ХН16Н25АМ6	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-71	10Х15Н25М6АГ2 (ЭА-395/9) ОСТ 5.9244-75, ТУ5.965-4040-73 Э-10Х25Н13Г2 (ОЗЛ-6)	В пределах применения сталей по ОСТ26-291-71

Продолжение табл. 37.

Марка свариваемых металлов		Проволока для аргонодуговой сварки		Электроды для ручной дуговой сварки	
сплав	сталь	марка по ГОСТ 2246-70	рабочая температура, °С, не более	тип по ГОСТ I0052-75	рабочая температура, °С
ХН78Т	Высоколегированные хромоникелевые и хромоникельмолибденовые типа Х18Н10Т и Х17Н13М2Т	ХН78Т по ТУ I4-I-997-74	В пределах применения сталей по ОСТ26-291-71	Э-I0Х20Н70Г2М2 Б2В (03Л-25Б)	В пределах применения сталей по ОСТ26-291-71

8. СВАРКА С ПОЛНЫМ ПРОПЛАВЛЕНИЕМ ТРУБ ИЗ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ СТАЛЕЙ

8.1. Настоящие указания распространяются на сварку труб из коррозионностойких сталей 08Х18Н10Б, 12Х18Н10Т, 08Х18Н12Б, и 10Х17Н13М2Т диаметром 38 мм и более с толщиной стенки 3,5 мм и более при наличии требования полного проплавления в сварном соединении без остающихся подкладных колец. Настоящие указания могут быть также использованы при разработке технологии сварки труб из других марок и типов сталей и сплавов, а также корпусов сосудов малого диаметра, недоступных для сварки с внутренней стороны.

8.2. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 16037-70 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

8.3. Полное проплавление в кольцевых сварных стыках труб небольшого диаметра, без остающейся подкладки рекомендуется обеспечивать следующими способами:

- применением аргонодуговой сварки для первых (одного или двух-трех) проходов сварного шва;

- применением расплавляемых вставок в сочетании с аргонодуговой сваркой первого прохода.

8.4. Режимы аргонодуговой сварки принимать по табл.24 с корректировкой на устойчивое формирование обратного (с внутренней стороны трубы) валика сварного шва применительно к конкретным условиям на коротких стыках.

Корневой шов сваривают по следующему режиму:

диаметр вольфрамового электрода, мм - 2-3;

сварочный ток, А - 90-130;

расход аргона в горелку, л/мин - 10,0-11,0;

расход аргона на поддув, л/мин:

с применением специальных приспособлений - 4,0 - 5,0

с применением концевых заглушек (при избыточном давлении более 0,1 кгс/см^2) – 6,0

Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности.

8.5. К сварке первого прохода сварных швов следует допускать сварщиков имеющих опыт выполнения этих работ или проведших специальное практическое обучение.

8.6. В качестве присадочного металла использовать проволоки, приведенные в табл. 23.

.8.7. Присадочный металл следует подавать по касательной к окружности трубы. Первый проход можно выполнять без присадочного металла.

.8.8. Возвратно-поступательные, а также поперечные колебания присадочной проволоки при выполнении первого прохода не допускаются.

8.9. Перед началом и в процессе сварки для улучшения формирования обратного валика и защиты рекомендуется внутренние полости трубы заполнять аргоном и подавать его в трубу также при наложении второго и третьего проходов шва. Для уменьшения расхода аргона использовать специальные приспособления.

8.10. Сварку неповоротных стыков труб во избежание деформаций следует выполнять вразброс, а для обеспечения провара – снизу вверх.

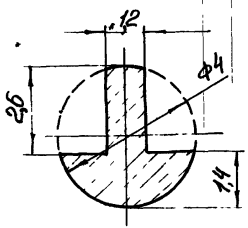
8.11. При выполнении корня шва ось горелки направлять по радиусу сечения трубы.

8.12. После наложения двух – трех слоев аргонодуговой сваркой последующие слои можно выполнять ручной электродуговой сваркой с применением электродов, рекомендуемых для сварки стали указанных марок (см.табл.16).

8.13. Профилированные расплавляемые вставки выполнять из сварочной проволоки, предназначенной для сварки данной стали (табл. 23). методом протяжки, прокатки, проточки навитой спирали и т.п. способами

8.I4. Размеры профиля кольца должны соответствовать черт.I

Профиль расходуемого кольца.



Черт. I.

8.I5. Перед сборкой в трубы вводят приспособления для создания под стыком газовой подушки из инертного газа. Допускается сварка труб при непрерывной подаче инертного газа внутрь трубы. Расход газа около 6 л/ч.

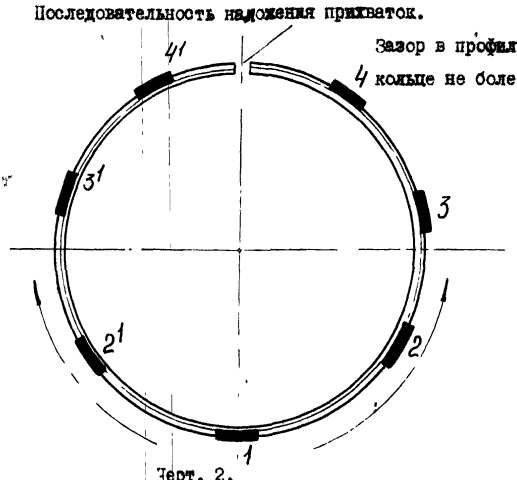
8.I6. Применять аргон по ГОСТ I0I57-73 и вольфрамовые прутки по ТУ 48-I9-27-72 (см.п.3.4.8).

8.I7. При сборке стыков, необходимо обеспечивать плотное прилегание профилированного кольца к внутренним поверхностям труб. Максимально допустимый зазор в профилированном кольце не должен превышать I,5 мм (черт. 2).

8.I8. Прихватку выполняют аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом в последовательности, показанной на черт. 2. Первую прихватку накладывают в положении, диаметрально-противоположном зазору в профилированном кольце.

8.I9. Расстояния между прихватками выбирают в зависимости от периметра стыка; они составляют 30-50 мм. Длина прихватки 5-I0 мм.

8.20. При прихватке расходуемая вставка должна быть полностью сплавлена со стенками трубы. Прихватка с прожогом не допускается. Во время прихватки аргон подают внутрь труб непрерывно.

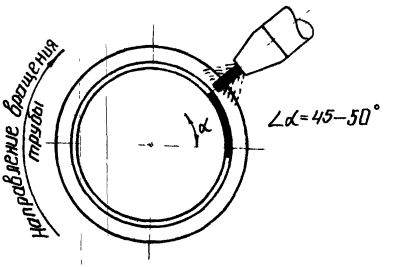


Черт. 2.

8.21. Корневой шов выполняют аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом на предельно короткой дуге и без колебаний электрода в разделке.

8.22. Сварка в поворотном положении производится в направлении на подъем при положении горелки и ванны относительно стика, показанном на черт. 3.

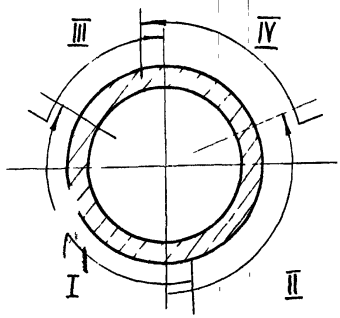
Положение горелки при сварке в поворотных стыках труб.



Черт. 3

8.23. Сварку неповоротных стыков труб выполняют за три-четыре перехода в последовательности, указанной на черт.4.

Последовательность наложения шва при сварке в неповоротном положении труб.



Черт. 4.

8.24. Начало и конец каждого перехода перекрывают на 5-7 мм.

8.25. Корневой шов сваривают при беспрерывном поддуве инертного газа внутрь трубы.

8.26. Для уменьшения возможности прожога корневого шва рекомендуется при сварке вторым проходом охлаждать корень шва водой.

8.27. В случае, если корень шва не охлаждают водой, второй проход следует осуществлять при поддуве инертным газом.

9. СВАРКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ МАРОК ВТІ-0, ВТІ-00, ОТ4-0, АТ3.

9.I. Специальные требования.

9.I.I. 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

Облицовка пола и стен должна позволять влажную уборку. Температура воздуха при сварке должна быть не ниже 5°С. Система вентиляции должна обеспечивать нормальное для работы содержание кислорода, уменьшаемое при насыщении атмосферы аргоном.

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

9.13. Подготовка деталей под сварку состоит из обработки торцов и зачистки поверхностей кромок. Торцы кромок обрабатывать до шероховатости поверхности R_z 20 – R_z 10 по ГОСТ 2789-73 механическим способом: на металлорежущих станках зацилевкой личным напильником, шабером и др. Механическая обработка после термической резки обязательна.

Поверхности деталей, прилегающие к кромкам с обеих сторон на ширину не менее 20 мм, зачищаются шабером или электрошлифовальными кругами (марки ПП80-125х2,5-10,0к20-32 22А-25А 25-40П СМ1-СМ2УВ по ГОСТ 2424-75, вращающими металлическими щетками, мелкой наждачной шкуркой ЭБ-8, ЭБ-9 по ГОСТ 5009-75 зернистостью до № 12 по ГОСТ 3647-71, войлочными кругами с накаткой из абразивного материала зернистостью не более № 12 или вулканитовым кругом.

9.14. Вращающиеся щетки (п.9.1.3.) изготавливать диаметром 200 мм из нагартованной нержавеющей проволоки по ГОСТ 18143-72 или из пружинной углеродистой по ГОСТ 9389-75 ($\delta \leq 0{,}15$ мм).

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

9.16. Непосредственно перед прихваткой свариваемые кромки и прилегающие к ним поверхности с наружной и внутренней сторон, а также сварочную проволоку обезжирить чистыми бязевыми салфетками (бязь по ГОСТ 11680-65), смоченными ацетоном и спиртом этиловым техническим по ГОСТ 17299-71.

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

9.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 местной защитой.

9.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.

9.I.I0. 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 (стальных или медных) с канавкой, в которую подается защитный газ. Для прихватки и сварки узлов с кольцевыми швами рекомендуется применять секторные разжимные приспособления.

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

9.I.I2. При изготовлении деталей с применением горячей гибки, штамповки и других операций, связанных с термообработкой, необходимо удалить газонасыщенный слой (механическим способом).

9.I.I3. Узлы, прошедшие термообработку, а при температуре не выше 800°С, операция снятия газонасыщенного слоя могут не подвергаться.

9.I.I4. Сварку продольных швов начинать и кончать на технологических припусках или пристыкованных к деталям технологических пластинах. Толщина технологических пластин должна быть равна толщине свариваемых деталей. При сварке с разделкой кромок технологические пластины должны иметь ту же разделку.

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

9.1.16. 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.

9.2. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

9.2.1. Форма подготовки кромок в зависимости от толщины металла должна выбираться согласно табл.39. При толщине металла более 5 мм можно принимать стандартные типы разделок швов по ГОСТ 5264-69, ГОСТ 16037-70 и другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

При этом размеры усиления толщины должны соответствовать также требов.п.9.2.11, а сборка под сварку должна по возможности выполняться без зазора.

9.2.2. В качестве неплавящегося электрода применяют лантанированный вольфрам по ТУ 48-19-27-72.

9.2.3. В качестве присадочного металла применяют сварочную проволоку согласно табл.38.

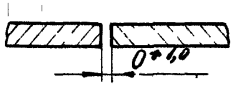
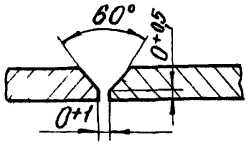
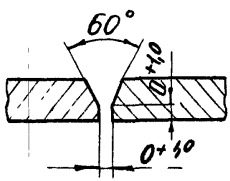
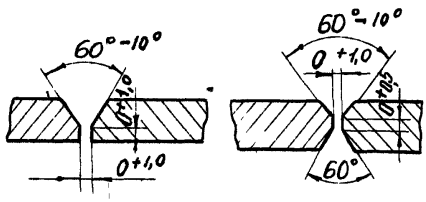
Таблица 38

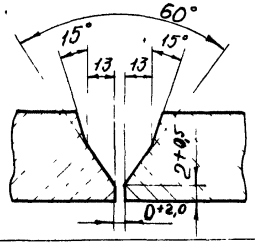
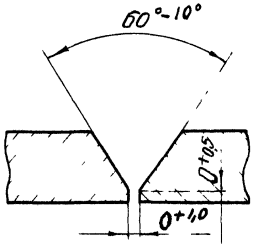
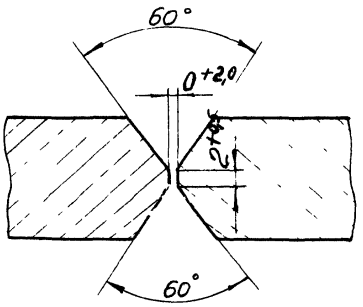
Сварочные материалы

Марка свариваемого сплава	Марка проволоки	Стандарт
ВТ1-00, ВТ1-0, ГОСТ 19807-74	ВТ1-00 ВТ1-00С	ОСТ 190015-71 ТУ 961-1474-69
ОТ4-0, ГОСТ 19807-74	ОТ4-1	ОСТ 190015-71
АТ3, ТУ 1-5-054-72	2В	ТУ 961-1474-69

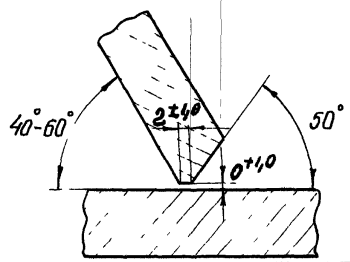
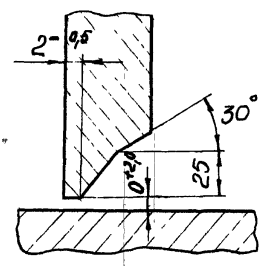
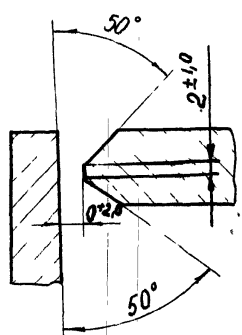
Таблица 38

Подготовка кромок в зависимости от толщины металла

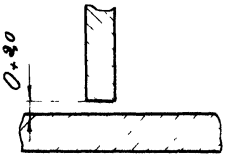
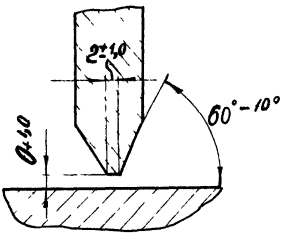
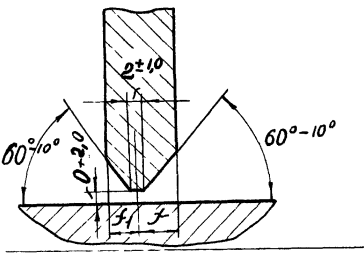
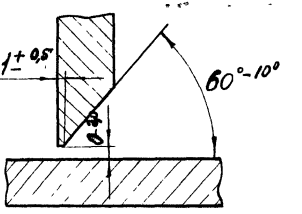
Толщина свариваемого металла, мм	Количество проходов	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей
0,5-2,0	I-2	
3-5	3-4	
6-8	5-7	
I0-26	6-I5 - для разделки со скосом двух кромок 4-I2 - для разделки с двумя симметричными скосами двух кромок	

Толщина свариваемого металла, мм	Количество проходов	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей
25-30	I2-I5 с криволинейным скосом двух кромок	
	I5-20 со скосом двух кромок односторонние (с формированием обратной стороны шва)	
	I2-I5 с двумя скосами двух кромок (двухсторонние симметричные)	

Продолжение табл.39

Толщина свариваемого металла, мм	Количество проходов	Конструктивные элементы подготовки кромок свариваемых деталей
3-30	3-20	
30 и более	20-30	
4-30	4-15	

Продолжение табл.39

Толщина свариваемого металла, мм	Количество проходов	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей
1–6	1–6	
5–30	4–15	
15–30	8–15	
3–30	3–18	

9.2.4. В качестве защитного газа применяют аргон высшего и I-го сорта по ГОСТ 10157-73 и гелий высокой чистоты по ТУ51-689-75 с проверкой на технологической пробе.

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

9.2.6. Сварку вести на постоянном токе прямой полярности.

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

9.2.8. Присадочный металл подавать непрерывно под углом 20 град. к изделию.

9.2.9. Вылет вольфрамового электрода из мундштука горелки должен составлять 10-13 мм. При сварке в глубокую разделку вылет допускается увеличивать до 20 мм.

9.2.10. Конец вольфрамового электрода затачивать на конус с углом при вершине 15-40 град.

9.2.11. При сварке необходимо обеспечить плавное сопряжение шва с поверхностью свариваемого металла (черт.5).

Размеры стыковых и угловых швов должны соответствовать табл.40.

Разрешается доводить размеры швов до требуемых норм механической обработкой.

9.2.12. Режимы ручной аргоно-дуговой сварки приведены в табл.41.

Таблица 40.

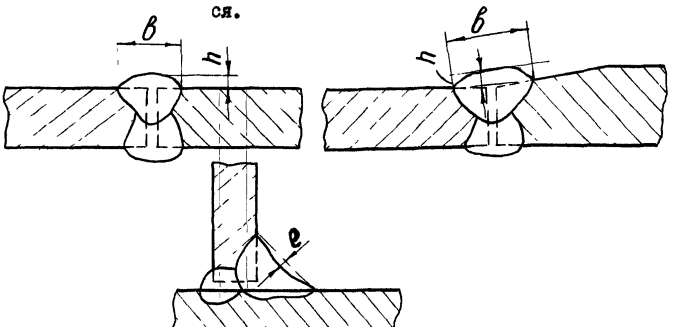
Размеры усиления стыковых и угловых швов

Размеры в мм.

Толщина листа	Предельная высота усиления $\frac{h}{e}$ в стыковых швах или вогнутости $\frac{e}{h}$ в угловых швах не более	Отношение $\frac{в}{h}$ в стыковых швах не менее
3,0	0,5	I5
5,0	0,5	I5
6,0 - 8,0	0,8	I5
I0,0-I2,0	I,5	I0
I5,0-I6,0	I,5	I0
20 и более	2,5	I0

ПРИМЕЧАНИЯ: I. Изображение сварных швов и обозначения размеров см. ниже.

2. Применение выпуклых угловых швов не допускается.



Черт. 5.

Таблица 41.

Режимы ручной аргонодуговой сварки.

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Расход аргона, для защиты дуги	Расход аргона, для защиты обратной стороны шва	Диаметр сопла горелки, мм	Количество проходов
0,5–1,0	1,5–2,0	1,0–1,5	25–60	8–10	15–20	10–15	14–16	1
1,5	1,5–2,0	1,5–2,0	60–80	10–12	15–20	10–15	14–16	1
2,0	2,0–2,5	1,5–2,0	80–100	10–14	15–20	10–15	14–16	1
3,0	2,5–3,0	1,5–3,0	120–160	10–14	15–20	10–15	16–18	1
4,0	2,5–3,0	1,5–3,0	120–160	10–16	15–20	10–15	18–20	2
6,0	2,5–3,0	1,5–3,0	140–180	10–16	15–20	10–15	18–20	3–4
8,0–10,0	2,5–3,0	2,0–3,0	160–180	10–16	16–20	10–15	18–20	8–10
12,0	3,0–4,0	2,0–4,0	180–220	10–16	16–20	10–15	18–20	12
14,0	3,0–4,0	3,0–4,0	200–220	10–16	20–30	8–12	18–20	14
16,0	3,0–4,0	3,0–4,0	200–240	10–16	20–30	8–12	18–20	16
18–20	4,0–5,0	3,0–4,0	200–300	10–16	20–30	8–12	18–20	20
20–26	4,0–5,0	4,0–5,0	250–300	10–16	20–30	8–12	18–20	24
26–30	4,0–5,0	4,0–5,0	250–300	10–16	20–30	8–12	18–20	26

9.3. Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

9.3.1. Для автоматической сварки стыковых швов кромки подготавливают согласно черт.6. Размеры швов должны соответствовать требованиям п.9.2.11.

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

9.3.3. Режимы автоматической сварки титана неплавящимся электродом приведены в табл.42.

9.3.4. При сварке ось вольфрамового электрода устанавливают перпендикулярно к поверхности детали.

9.3.5. Расстояние сопла горелки до поверхности детали должно составлять 6-8 мм.

9.3.6. Отклонение оси электрода от стыка свариваемых деталей не должно превышать ± 0,5 мм по всей длине шва. Присадка подается непрерывно под углом 90 град. к оси вольфрамового электрода.

9.3.7. Присадочная проволока применяется в зависимости от марки сплава согласно табл.38.

9.3.8. Сварка производится на автоматах типа АРК, сварочных установках с тракторами типа АДСВ и головками типа АГВ и др.

9.4. Автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом.

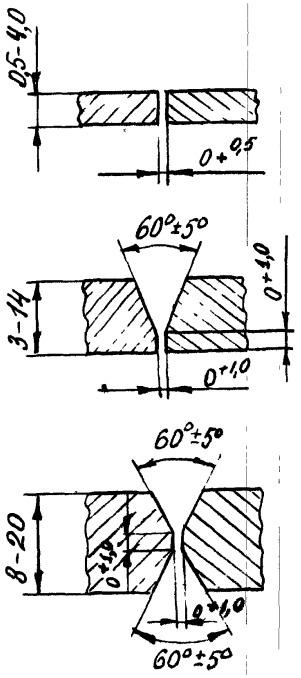
9.4.1. Кромки стыковых швов под сварку подготавливать, как показано на черт.7. Размеры швов должны соответствовать требованиям п.9.2.11.

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

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

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

Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей



Черт.6

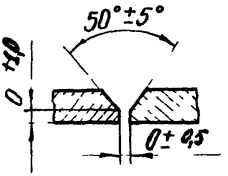
Таблица 42.

Режимы автоматической сварки стыковых швов титана неплавящимся электродом.

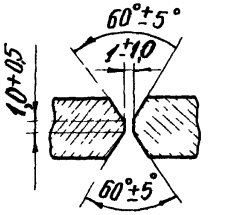
Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	Расход аргона, л/мин	
							для защиты дуги	для защиты обратной стороны шва
			а) Без присадочного металла					
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
			б) С присадочным металлом					
3	2,5–3,0	I,5–2,0	200–260	8–I0	20–25	20–30	I4–I6	4–6
4	2,5–3,0	I,5–2,0	200–260	8–I0	I5–20	I5–30	I4–I6	4–6
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.

Конструктивные элементы подготовленных кромок.



а) толщина свариваемого металла 4 ÷ 14 мм.



б) толщина свариваемого металла 8 ÷ 20 мм.

Черт. 7.

9.4.5. Режимы автоматической аргонодуговой сварки плавящимся электродом стыковых швов представлены в табл.43.

9.4.6. В качестве присадочного металла использовать сварочную проволоку согласно табл. 38. Проволоку перед сваркой следует обезжирить.

9.4.7. Для автоматической сварки плавящимся электродом использовать автоматы АРК, установки типа АДСП и головки типа АПП.

9.5. Автоматическая сварка неплавящимся электродом "погруженной дугой".

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

9.5.2. Сварка погруженной дугой производится на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде).

9.5.3. Для сварки могут быть использованы автоматы АДС-1000-2В,

Таблица 43.

Режимы автоматической аргонодуговой сварки 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
8–I0	Односторонний, со скосом двух кромок на съемной подкладке	I,6	360–400	I5–20	80–90	*He* I2–I4 *Ar* 30–40	3–6
8–I0	Двусторонний, с двумя симметричными скосами кромок	I,6	340–360	25	65–70	*He* I4–I6 *Ar* 30–40	3–6
I2–I4	Односторонний, со скосом двух кромок на [illegible] подкладке	I,6	580–600	I7	I45	*He* I4–I6 *Ar* 30–40	8–I0
I2–I4	Двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок	I,6	360–400	20–25	I00–I20	*He* I4–I6 *Ar* 30–40	8–I0
I6–20	Двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок	I,6	440–480	20–22	I30–I35	*He* I4–I6 *Ar* 30–40	8–I0

АСВГ-626-3, "Нептун", "Аргон" и др. с принудительной системой регулирования напряжения на дуге.

9.5.4. Смещение кромок стыкуемых деталей допускается не более 0,1 от толщины деталей, но не более 1 мм.

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

9.5.6. В качестве защитного газа применяется аргон или гелий.

9.5.7. Рекомендуемые режимы автоматической двухсторонней сварки стыковых швов неплавящимся электродом в защитном газе в табл. 44.

Таблица 44.

Режимы сварки.

Толщина свариваемого металла, мм	Проходы	Инертный газ (в горелку)	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин	
						в горелку, аргон или гелий	в приставку, аргон
10	На провар	гелий	350–400	20–22	12–14	40–50	30–40
	сглаживание	аргон	340–380	13–15	10–12	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	

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

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

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

9.5.11. Допускается местный зазор длиной не более 100 мм на 1 пог.м шва, если величина его не превышает значений, указанных в табл. 45.

Таблица 45.

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

9.5.12. При выполнении прямолинейных швов необходимо начинать и заканчивать сварку на заходных планках. Размеры заходных планок 300 х 100 х S - 3 шт., выводных 150 х 100 х S - 2 шт. на 1 продольный шов.

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

9.6. Автоматическая сварка. под флюсом.

9.6.1. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварных швов принимать по ГОСТ 8713-70 с учетом требований п.9.2.11.

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

9.6.3. Для сварки применяются сварочные автоматы ТС-17М, АДС-1000-2, АБС и др.

9.6.4. В качестве присадочного металла применять проволоку сог-

ласно табл.38.

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

9.6.6. Зажигание дуги производить замыканием дугового промежутка титановой стружкой.

9.6.7. Сварка выполняется на малых вылетах электродной проволоки при диаметре электрода 3-4 мм вылет не более 20-25 мм, при диаметре 5 мм - 27-30 мм.

9.6.8. 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.

9.6.9. При многослойной сварке второй и последующий швы выполняются после остывания предыдущих.

9.6.10. Режимы автоматической дуговой сварки под флюсом приведены в табл. 45.

9.7. Электрошлаковая сварка.

9.7.1. Электрошлаковая сварка производится на переменном токе промышленной частоты.

9.7.2. Для электрошлаковой сварки титана и его сплавов применяется флюс АН-Т2.

9.7.3. Электрошлаковая сварка выполняется с применением следующего оборудования и приспособлений:

а) аппараты типа А-550 - для сварки изделий сечением до 250х250мм пластинчатым электродом; типа сварки изделий сечением до 500х500 тремя пластинчатыми электродами; типа А-977 - для сварки плавящимся мундштуком (пластинчато-проволочным электродом) изделий сечением до 500х1200мм

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

Таблица 46.

Режимы автоматической дуговой сварки под флюсом

Толщина свариваемого металла, мм	Метод сварки	Диаметр сварочной проволоки, мм	Режимы сварки			
			сварочный ток, А	напряжение дуги, В	скорость подачи сварочной проволоки, м/час	скорость сварки, м/ч
3	На остающейся подкладке	2	190-210	28-30	162	50
3	То же	2,5	240-260	30-32	162	50
4	На остающейся подкладке	2,5	270-290	30-32	189	50
4	На медной подкладке	3	340-360	30-32	150	50
5	На остающейся подкладке	3	340-360	30-32	150	50
5	На медной подкладке	3	370-390	30-32	150	50
6	На остающейся подкладке	3	380-400	30-32	162	50
6	На медной подкладке	3	390-420	28-30	175	50
6	Двусторонняя	2,5	240-260	28-32	162	50
8	На медной подкладке	4	590-600	30-32	95	45
8	Двусторонняя	3	310-330	28-30	189	50
10	На медной подкладке	4	600-610	32-34	95	45
10	Двухсторонняя	3	340-360	30-32	150	50
12	То же	3	350-400	28-30	162	50
15	-"-	3	390-420	30-32	175	30

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

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

9,7.5. 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.

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

9.7.7. Засыпка флюса в шлаковую ванну в процессе сварки производится небольшими порциями через промежутки времени, достаточные для полного расплавления предыдущей порции.

9.7.8. Рекомендуемые режимы электрошлаковой сварки пластинчатым электродом приведены в табл.47.

Таблица 47.

Режимы электрошлаковой сварки пластинчатым электродом.

Толщина свариваемого металла, мм	Толщина пластинчатого эл-да, мм	Плотность тока, $\frac{А}{мм^2}$	Напряжение, В	Расход аргона, л/мин	Вес засыпаемого флюса, г
30-40	8-10	1-1,4	16-18	5-6	80-100
40-60	10-12	1,4-1,7	-"-	6-8	100-140
60-90	10-12	1,6-2,2	-"-	6-10	140-200
90-120	10-12	2,2-2,4	-"-	10-12	180-250

10. СВАРКА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ МАРОК А85, А8, А7, А6, А5, АД0, АМг1, АМг3, АМг5, Амг6, АМц, АМцС, АД1

10.1. Специальные требования.

10.1.1. Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры швов должны соответствовать ГОСТ 14806-69 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

10.1.2. В зависимости от марки алюминия и способа сварки применять сварочные проволоки, приведенные в табл.48.

10.1.3. 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 АМг5 и АМг6; сварку технического алюминия сос сплавом АМц и АМцС следует производить проволокой Св АМц.

10.1.4. Механические свойства сварных соединений должны соответствовать нормам, приведенным в табл.49.

10.1.5. В зависимости от толщины и конфигурации изделий сварка может быть выполнена способами, приведенными в табл.50.

10.2. Подготовка под сварку.

10.2.1. Подготовка кромок производится механическим способом.

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

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

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

Таблица 48.

Сварочные проволоки для алюминия и его сплавов

Марка алюминия	Ручная дуговая сварка		Сварка в защитных газах	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
А8, А85		Св А97	СвА97 по ГОСТ 7871-75	СвА97				Св А97	
А7, А6	АФ-4а, ОЗА-I, ЭАЛ-I (АФI)	СвА85Т	01437-3 по СТУВ60-2-67 СвА85Т по ГОСТ 7871-75	СвА85Т	АН-Аℓ, УФОК-Аℓ			СвА85Т	АФ-4А
АД0, А5		СвА85Т	СвА85Т по ГОСТ 7871-75	СвА85Т		АД0 по ГОСТ 4784-74	АН-А308	СвА85Т	АФ-4А
АДI		СвА5	01437-3 по СТУВ60-2-67 СвА5 по ГОСТ 7871-75	СвА5				СвА5	

Продолжение табл. 48

Марка алюминия	Ручная дуговая сварка		Сварка в защитных газах	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
АМц АМцС	–	–	Св АМц по ГОСТ 7871-75	Св АМЦ		–	–	–	–
АМГ1	–	–	Св АМг, по ГОСТ 7871-75	Св АМг3,	АН-А2			–	–
АМг3	–	–	Св АМг3, Св АМг5 по ГОСТ 7871-75	Св АМг3, Св АМг5	УФОК-А2	СвАМг5 по ГОСТ7871-75			
АМг5	–	–	Св АМг5, по Св АМг6 ГОСТ 7871-75	Св АМг5, Св АМг6	АН-А4	СвАМг6 по ГОСТ 7871-75	АН-А30I		
АМг6	–	–	Св АМг6 по ГОСТ 7871-75	Св АМг6		АМг7 по ГОСТ 7871-75			

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 945

Таблица 49.

Механические свойства сварных соединений

Механические свойства	Значения механических свойств для алюминия марок				
	А85, А8, А7, А6, А5, АД0, АД1, АМп, АМцС.	АМцТ	Амг5	АМг3	АМг6
Предел прочности для всех способов сварки, кгс/мм^2	Не ниже нижнего предела прочности основного металла по ГОСТ или ТУ на основной металл				
Угол изгиба, град не менее	120		45	60	45
Ударная вязкость, кгсм/см^2, не менее					
от 0° до + 150°С	-	-	3,9	-	3,2
- 70° до 0°С	-	-	3,8	-	2,8

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

г) промывки в теплой и холодной воде (в соответствии с п."б");

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

Таблица 50.

Типы сварных соединений для ручной, автоматической и полуавтоматической сварки

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
	с отбортовкой	Односторонний	С2	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=0,8-2$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=0,8-3$ мм	-
Стыковое	Без скоса кромок	Двусторонний	С7	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=3-4$ мм Ручная дуговая сварка покрытыми электродами 2) $S=S_1=4-25$ 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.50

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				Ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое		Двусторонний	С7	Ручная дуговая сварка 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	-
	Без скоса кромок	Односторонний на подкладке	С4	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=$ 0,8-12 мм. Ручная дуговая сварка $S=S_1=$ 6-10 мм[2)]	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=$ 0,8-12 мм. Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=$ 4-12 мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=$ 4-8 мм

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	С прямолинейным скосом двух кромок	Двусторонний	С21	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом[1] $S=S_1$ = 5-30 мм Ручная дуговая сварка $S=S_1$ = 5-60 мм[2]	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
		Односторонний	С20	Аргонодуговая сварка неплавящимся элект-	Аргонодуговая сварка неплавящимся элект-	Аргонодуговая сварка плавя-

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое		на подкладке	С 20	родом $S=S_1=$ 5-30 мм [1]	родом $S=S_1=$ 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	щимся электродом $S=S_1=$ 12-30 мм
	С двумя симметричными, прямолинейными	Двусторонний	С24	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=$ 12-30 мм Ручная дуговая сварка $S=S_1=$ 35-60 мм [2]	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=$ 12-30 мм Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=$ 20-40 мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=$ 12-30 мм

Продолжение табл. 50

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	скосами двух кромок	двусторонний	С24	Ручная дуговая сварка $S=S_1=20-60$ мм	Аргонодуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S=S_1=30-60$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=20-30$ мм
	С двумя симметричными криволинейными скосами двух 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 Аргонодуговая двухэлектродная сварка (2-мя плавящимся электродами) $S=S_1=30-60$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=30-60$ мм

Продолжение табл. 50

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	Без скоса кромок	Двусторонний	У3	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
Угловое	С прямолинейным скосом кромки	Двусторонний	У7	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1$= 5-20 мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом $S=S_1$= 5-20,0 мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1$= 5-20,0 мм
	С прямолинейным скосом 2х кромок	Двусторонний	У11	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1$= 12-30 мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом $S=S_1$=12-30 мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1$=12-30 мм

Продолжение табл. 50.

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Тавровое	Без скоса кромок	Двусторонний	Т3	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=$ 15-20 мм Ручная дуговая сварка $S=S_1=$ 15-20 мм 2)	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1=$1,5-20,0 Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=$1,5-20 мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=$4,0-20,0 мм
		Односторонний	Т1	То же	То же	То же

Продолжение табл. 50

Вид Соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Тавровое	С двумя прямолинейными скосами одной кромки	Двусторонний	Т10, Т11 ($S>30$)	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 28-01-82-77 Стр. 144

Продолжение табл.50

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				Ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Нахлесточное	Без скоса кромок	Двусторонний	Н1, Н3	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1$ = 1,5-20 мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродами $S=S_1$ = 1,5-20мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1$ = 1,5-36 мм

Примечания.

1) При сварке с подогревом для сварных соединений С20 и С21 толщиной свыше 20 мм конструктивные элементы подготовки кромок и размеры швов принимаются по стандартам предприятий.

2) Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов при ручной дуговой сварке штучными электродами принимаются по стандартам предприятий.

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

10.2.3. Непосредственно перед сваркой кромки должны быть обезжирены ацетоном, уайт-спиритом или другим растворителем.

Время между зачисткой свариваемых поверхностей и сваркой должно быть не более 2-3 часов.

10.2.4. 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 8 часов.

10.3. Ручная дуговая сварка алюминия марок А85, А8, А7, А6, А5, АД00, АД0, АД.

10.3.1. 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).

10.3.2. Допускается использовать штучные электроды с покрытиями А 03А-1 и ЭАл-1 (АФ1).

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

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

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

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

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

10.3.8. После сварки производится зачистка и проковка швов (если она требуется по ТУ).

10.3.9. Режимы сварки приведены в табл.51.

Таблица 51.

Режимы сварки.

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 без канавки.	6	5	280-300
		8	6	300-320
		10	6	320-380
С прямолинейным скосом двух кромок.	Двухсторонний.	26-28	8	500-550
		30-32	8	550-600
		34-60		600-700
С двумя симметричными прямолинейными скосами двух кромок.	Двусторонний.	35		
		40	8	550-600
		45		
		50		
		60		600-700

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

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

10.4. Автоматическая сварка по флюсу.

10.4.1. Автоматической сваркой целесообразно сваривать:

а) продольные стыки при диаметре обечаек свыше 1200 мм и длине более 1000 мм;

б) кольцевые стыки при диаметре обечаек свыше 1600 мм.

10.4.2. Марки присадочных проволок принимают по табл.48. Проволока должна поставляться в нагартованном состоянии.

10.4.3. Составы флюсов АН-Аℓ и УФОК-Аℓ приведены в табл.52.

Таблица 52

Состав флюсов, в %

Компоненты	Марка флюса	
	АН-АI	УФОК-Аℓ по ЦМТУ 05-130-69
Калий хлористый по ГОСТ 4234-69	50	40
Натрий хлористый по ГОСТ 4233-66	20	30
Криолит К-1 по ГОСТ 10561-73	30	30

10.4.4. Технологический процесс изготовления флюса состоит из следующих операций:

- просушки компонентов при температуре 200-250°С в течение полутора-двух часов;
- измельчения их до размеров 1,5-2,0 мм в поперечнике;
- просева через сито с 16 отв/см^2;

- взвешивания согласно рецептуре (см.табл. 50);

- перемешивания;

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

- розлива флюса для остывания на противень высотой слоя не более 10-15 мм;

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

- просушки флюса при температуре 200-250°С;

10.4.5. Допускается использование механической смеси компонентов или керамического флюса.

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

10.4.7. Рихтовку и подготовку выполняют деревянными или диэлектрическими молотками.

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

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

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

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

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

10.4.12. Начало и конец шва необходимо выводить на заходные планки.

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

10.4.14. 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.

10.4.15. Режимы сварки приведены в табл.53.

Таблица 53

Режимы автоматической дуговой сварки по флюсу стыковых двусторонних швов (С7 по ГОСТ 14806-69)

Толщина свариваемого металла, мм	Количество сварочных проволок	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/сек	Ширина слоя флюса, мм	Толщина слоя флюса, мм
6	I	I,2-I,4	I70-I80	28-30	25-26	24-26	8-I0
8	I	I,4-I,6	I90-2I0	30-32	20-22	24-26	8-I0
I0	I	I,6-2,0	220-280	32-36	I8-22	26-28	8-I2
	2	I,6	300-320	32-34	I6-I8	26-30	8-I2
I2	I	2,5-2,7	350-370	38-40	I6-I8	32-34	I0-I2
	2	I,6-I,8	320-340	32-34	I6-I8	30-32	I0-I2
I6	I	2,8-3,0	400-450	38-42	I4-I6	40-44	I2-I4
	2	2,0-2,2	400-450	36-38	I6-I8	38-40	I0-I2
I8	I	3,0-3,2	450-480	38-42	I4-I6	40-44	I2-I4
20	2	2,3-2,5	470-500	36-40	I4-I6	46-50	I2-I4
25	I	3,0-3,2	450-480	38-42	I2-I4	46-50	I2-I4
35	I	5,0-5,2	I000-I200	46-48	I0-I2	50-54	I4-I6

10.5. Автоматическая и полуавтоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом.

10.5.1. Присадочные проволоки принимают согласно табл.48.

10.5.2. Для сварки алюминия применяют аргон по ГОСТ 10157-73.

I0.5.3. Проволоку и свариваемый металл очищают способами, указанными в п.I0.2.3.

I0.5.4. Прихватку выполняют ручной аргонодуговой сваркой.

I0.5.5. Сварку производят на постоянном токе обратной полярности.

I0.5.6. Начало и конец шва выводят на заходные планки.

I0.5.7. Вылет сварочной проволоки следует устанавливать I2-20 мм.

I0.5.8. В зависимости от толщины металла и марки сплава сварку выполняют с подогревом от I50 до 350°С.

I0.5.9. При сварке кольцевых швов начало шва перекрывать на участке длиной до 300 мм (в зависимости от габаритов изделия).

I0.5.I0. При перекрытии шва обеспечивать полное расположение кратера.

I0.5.II. Режимы автоматической сварки приведены в табл.54.

I0.5.I2. Режимы полуавтоматической сварки приведены в табл.55

I0.6. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

I0.6.I. Присадочные проволоки применяют согласно табл.48.

I0.6.2. В качестве неплавящегося электрода применяют вольфрамовые прутки по ТУ 48-I9-27-72.

I0.6.3. Для защиты дуги применяют аргон по ГОСТ I0I57-73.

I0.6.4. Для формирования корня шва применять металлические подкладки с канавкой по линии стыка, глубиной от 0,8 до 2,0 мм и шириной от 4 до 20 мм.

I0.6.5. Сварку ведут на переменном токе с наложением высокой частоты.

I0.6.6. Изделия перед сваркой необходимо подогревать до I50-350°С в зависимости от толщины и марок сплава.

I0.6.7. Вылет вольфрамового электрода должен составлять 8-I2 мм.

I0.6.8. Режимы сварки приведены в табл.56.

Таблица 54.

Режимы автоматической аргонодуговой сварки плавящимся электродом

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-69	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Количество слоев	Примечание
С7	10	2	360-380	20-26	27-28	24-28		Сварку первого шва выполняют на подкладке во избежание прожогов
	14	2	360-380	16-20	27-28	24-28	2	
	20	2-2,5	400-420	14-16	29-30	28-35		
С4	4	1,2-1,4	110-150	30-35	16-20	14-18		-
	6	1,4-1,6	260-300	18-25	23-25	20-24		
	10	2	360-380	18-22	26-28	24-28	1	
	12	2	400-480	14-16	28-29	28-35		
С20	15	2	1-й проход 240-280 2-й проход 320-340	20-25	23-25	24-28	2	-
	20	2	1-й проход 360-380 2-й проход 400-430	16-18	28-30	28-35	2	

Продолжение табл. 54

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-69	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Количество слоев	Примечание
С24	20	2	I-й проход 360-380 2-й проход 400-430	I6-I8	28-30	28-35	2	первый шов выполнять на подкладке. Корень шва перед сваркой с обратной стороны подрубить
	25	2	I-й проход 360-380 2-й проход 400-430	I4-I6	28-30	28-35	2	
	30	2	I-й проход 360-380 последующие 400-430	I4-I6	28-30	28-35	4	

Продолжение табл. 54

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-69	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Количество слоев	Примечание
С26	36	2	I-й проход 360-380	I4-I6	28-30	28-35	6	Первые швы выполнять на подкладке

Таблица 55.

Режимы полуавтоматической аргонодуговой сварки плавящимся электродом

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-69	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость подачи проволоки, м/час	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мин	Количество слоев	Примечание
С7	10	2	300-320	260-290	28-29	12-14	2	Первый шов сваривать на подкладке, во избежание прожогов, перед сваркой зачистить шов с обратной стороны
С4	4	1,2-1,4	120-160	150-170	25	10-12	1	
	6	1,4-1,6	220-260	200-220	25	12-14	1	
С20	10	2	300-320	260-290	28-29	12-14	1	
	15						3	
	20						4 (подварка с обратной стороны)	

Продолжение табл. 55

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-69	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
С24	I5 20	2 2	300-320 300-320	260-290 260-290	28-29 28-29	I2-I4 I2-I4	4 4	Первый шов выполнять на подкладке. Корень шва перед сваркой с обратной стороны подрубить.
С26	30 36	2 2	300-320 300-320	260-290 260-290	28-29 28-29	I4-I6 I4-I6	I0 I2	Первые швы выполнять на подкладке. Сварка рекомендуется с подогревом
Т3	I0	2	300-320	260-290	28-29	I2-I4	I с каждой стороны	К = 3-6 (катет шва)
Т10	20 30	2	300-320	260-290	28-29	I4-I6	6-7 с каждой стороны I2-I5 с каждой стороны	К = 8-I5 (катет шва) К = I0-20 (катет шва), рекомендуется подогрев

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 152

Продолжение табл. 55

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-69	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
	36	2	300-320	260-290	28-29	I4-I6	I8-22 с каждой стороны	К = I5-30 (катет шва), рекомендуется подогрев
H1, H3	I0 20 30 36	2	300-320	260-290	28-29	I2-I4 - I4-I6	I 6 I2-I5 I8-20	Для толщины 30-36 мм рекомендуется подогрев

Таблица 56.

Режимы ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

Условное обозначение шва по ГОСТ 14806-69	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Расход аргона, л/мин	Сварочный ток, А	Количество слоев	Примечание
С2	1,5	2	1,0	5-6	60-90	1	-
	2	3	2,0	5-6	80-110	1	
С7	3	4	3	7-8	100-130	2	-
С4	2	3-4	2-2,5	5-6	80-100	1	-
	3-4	4	3	7-8	150-170	1	
	5-12	4-5	3	7-8	180-200	2-4	
С21	5-12	5	4-5	10-12	180-220	2-10	Количество проходов изменяется в зависимости от толщины изделия
		6		12-14	240-260		
	12-30	8	6-8	12-14	400-450	2-5	
С24	5-12	5	4-5	10-12	180-220	2-10	То же
		6		12-14	240-260		
	12-30	8	6-8	12-14	400-450	2-5	

Продолжение табл. 56.

Условное обозначение шва по ГОСТ I4806-69	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	5-6	4	8-I0	I80-260	I-5	Количество проходов изменяется в зависимости от толщины изделия и катета шва
Н1, Н3	I,5-20	4 5 6	3-5	8-I0 I0-I2 I2-I4	I40-I50 I80-220 220-260	I-5	То же

I0.7. Автоматическая двухэлектродная сварка по флюсу.

I0.7.I. Для двухэлектродной сварки алюминия применяют неплавленый флюс АН-АI следующего состава, вес. %:

калий хлористый ГОСТ 4234-69	- 50
натрий хлористый ГОСТ 4233-66	- 30
криолит ГОСТ I056I-73	- 20

I0.7.2. Поступление флюса в зону сварки регулируют специальным дозирующим устройством.

I0.7.3. Сборку под сварку выполняют очень тщательно с минимальными зазорами (0-I,5 мм).

I0.7.4. Смещение кромок в продольных и кольцевых стыковых соединениях должно составлять не более I0% толщины стенки аппарата.

I0.7.5. Собранные под сварку детали и сборочные единицы прихватывают ручной электродуговой сваркой электродами марок АФ4А с криолитом, ОЗА-I или АЗ I4I. Прихватки производить с внутренней стороны аппарата. Длина прихваток - 80-I20 мм, расстояние между ними - 400-500 мм.

I0.7.6. Сварку ведут без подогрева.

I0.7.7. При сварке продольных стыков начало и конец шва необходимо выводить на заходные планки.

I0.7.8. Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде) подуоткрытой дугой.

I0.7.9. Двухдуговая сварка аппарата выполняется в следующей последовательности:

- сварка продольных стыков обечаек с внутренней стороны с пневматическим флюсоподжимом (для флюсовых подушек применяют флюс АН-348А средней грануляции);
- сварка кольцевых стыковых соединений с внутренней стороны с применением флюсовой подушки или асбестового бандажа;
- сварка кольцевых и продольных стыков с внешней стороны.

10.7.10. 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.

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

10.8. Газовая сварка.

10.8.1. Подготовка кромок производится как показано в табл. 58.

10.8.2. В качестве присадочного металла используют проволоку согласно табл. 46.

10.8.3. При газовой сварке необходимо применять флюс АФ4А по МАТУ 219-57. Состав флюса приведен в табл. 57.

Таблица 57.

Состав флюса АФ4А.

Компоненты	Стандарт на компоненты	Содержание, вес. %	Просев компонентов через сито, отв/см^2
Калий хлористый	ГОСТ 4234-69	50	600-900
Натрий хлористый	ГОСТ 4233-66	28	600-900
Литий хлористый	МПТУ 3043-51	14	600-900
Натрий фтористый	ГОСТ 4463-76	8	600-900

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

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

10.8.6. Сварку производить строго нейтральным пламенем.

10.8.7. Наклон горелки к свариваемой поверхности составляет 30–45°. Наклон присадочного прутка – 40–50° к поверхности детали.

10.8.8. Ядро пламени должно находиться на расстоянии 3–6 мм от поверхности ванны.

10.8.9. 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.

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

10.8.11. Режимы газовой сварки алюминия приведены в табл. 58.

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

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

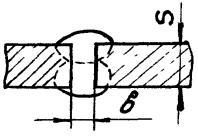
б) удалить фасонным зубилом и зачистить скребком верхний слой наплавленного металла, в порах которого возможны остатки невымытого флюса;

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

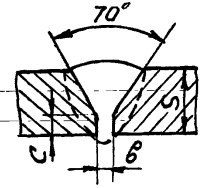
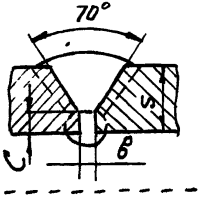
10.8.13. Изделия из алюминия осветляют (если этого требуют технические условия) травлением 35%-ным раствором азотной кислоты с последующей промывкой и осушкой.

Таблица 58

Режимы газовой сварки алюминия и подготовка кромок к сварке

Толщина свариваемого металла, S, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Зазор, B; мм	Притупление C; мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Номер наконечника горелки	Рабочее давление кислорода, кгс/см^2	Расход ацетилена, л/ч	Примечание
I,5		I,0	-	2,0	I-2	I,5	50-I00	
2		I,5		3,0	I-2	I,5	I00-200	
3		2,0		3,0	2-3	2,0		
4		2,0	-	4,0	2-3	2,0	200-400	
6		2,5		5,0	4	2,0-2,5		
8		3,0		6,0	5	2,5-3,0	400-700	
I0		3,0		6,0	6	3,0-3,5		
I2		3,0		8,0	6	3,0-6,0	700-I200	

Продолжение табл.58

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, кгс/см^2	Расход ацетилена, л/ч	Примечание
6		2,0	2,0	5,0	4	2,0–2,5		
8		2,5	2,0	6,0	5	2,5–3,0	400–700	Односторонний шов без подварки применять в исключительных случаях
I0		3,0		6,0	6	3,0–3,5		
I2		4,0	3,0	"	"	3,0–3,5		
I4		5,0	"	"	7	3,5–6,0	700–I200	
I6		6,0	4,0			3,5–6,0		
I4		3,0	7,0	8,0	6	3,0–3,5		Металл толщиной I8 и 20 мм сваривать с подогревом до 250–300°С
I6		3,5	8,0	"	6	3,0–3,5	700–I200	
I8		3,5	9,0	"	7	3,5–6,0		
20		4,0	I0,0		7	3,5–6,0		

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 164

I0.9. Ручная и механизированная плазменная сварка алюминия марок АД0 и АД00 толщиной до 20 мм.

I0.9.I. Типы сварных швов, выполняемых плазменной сваркой, допускается принимать рекомендуемые ГОСТ I4806-69 для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов для толщин, не указанных в ГОСТе I4806-69, выполняются по стандартам предприятий.

I0.9.2. Для выполнения прихваток и плазменной сварки применяют проволоку марки СВ-А85Т согласно табл.48.

I0.9.3. В качестве защитного газа применяют аргон по ГОСТ I0I57-73.

I0.9.4. Проволоку и свариваемый металл очищают способами, указанными в п.п. I0.2.2, I0.2.3 и I0.2.4.

I0.9.5. 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.

I0.9.6. Размеры прихваток и расстояния между ними выбираются в зависимости от конструкции изделия, согласно табл. 59.

Таблица 59

Размеры прихваток при сборке под плазменную сварку

Толщина свариваемого металла, мм	Шаг прихваток, мм	Длина прихваток, мм
4-6	I00-200	I0-20
8	200-300	30-35
I0-I6	300-350	40-50
I6-20	350-400	60-70

10.9.7. 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.

10.9.8. Прихватки перед сваркой зачищаются.

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

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

10.9.11. Для сварки плазменной дугой рекомендуется использовать плазматроны типа Псв-91, разработанные ВНИИТХимаш.

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

10.9.13. Режимы ручной и автоматической сварки плазменной дугой приведены в табл.№ 60 и 61.

Таблица 60

Режимы ручной плазменной сварки

Толщина металла, мм	Диаметр присадочн. проволоки, мм	Режимы 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	С4
8	5	220-240	32-34	7	7-9	С4
10	5	230-250	33-36	7	8-10	С4
12	6	240-270	34-36	7	8-9	С18
14	6	270-300	34-37	8	7-9	С18

Продолжение табл.60

Толщина металла, мм	Диаметр присадочн. проволоки, мм	Режимы сварки				
		сварочный ток, А	напряжение на дуге, В	диаметр формирующего сопла, мм	расход аргона л/мин.	обозначен. сварного соединения
I6	6	320-350	35-38	8	8-II	С2I
I8	6	340-380	36-40	8	9-I2	С2I
20	6	370-4I0	38-42	8	I0-I4	С2I

Таблица 6I

Режимы автоматической плазменной сварки

Свариваемая толщина, мм	Сварочный ток, А	Скорость		Расход аргона л/мин.		Диаметр формирующего сопла, мм
		сварки м/ч	подачи проволоки ∅ 3,0 мм, м/ч	для защиты	плазмообразующ.	
6	340-350	I6,0-I8,0	60-65	I4-I6	I-I,0	4
8	350-365	I2,0-I4,0	60-65	I6-I8	I-I,4	4
I0	370-390	8,0-I0,0	80-90	I8-20	I-I,8	5
I2	400-4I5	7,0-8,0	95-I00	20-22	I-2,0	6
I4	420-435	6,5-7,0	95-I05	22-24	I-2,0	6
I6	430-445	5,8-6,5	I00-II0	24-26	I-2,0	8
I8	450-465	5,5-6,0	II0-I20	26-28	I-2,0	8
20	470-480	5,0-5,5	I20-I30	26-28	I-2,8	I0

Примечание: I. Расстояние от торца плазмотрона до изделия должна устанавливаться в пределах I2-22 мм.

II. СВАРКА МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ МАРОК МІР, М2Р, М3Р, Л63

II.I. Специальные требования.

II.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.).

II.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 I0-I2% серной кислоты и 2% хромового ангидрида с последующей промывкой в теплой проточной воде.

II.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 заусенец после механической обработки не допускается.

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

II.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 должны быть минимальными, 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.

II.I.6. Сварку сосудов и аппаратов из меди с толщиной стенки более 5 мм (для латуни более I2 мм) производить с предварительным подогревом до температуры от 200 до 600°С в зависимости от толщины свариваемого изделия и способа сварки.

II.I.7. При сварке элементов изделий, существенно отличающихся по разной толщине, более толстый металл необходимо подогревать до более высокой температуры.

II.I.8. Во избежание появления пор в швах сварное соединение должно быть выполнено с наименьшим числом проходов.

II.I.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.

II.I.I0. 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 тепла дуги переходила на более толстую деталь.

II.I.II. Сварные швы должны быть по возможности стыковыми двухсторонними.

II.I.I2. Во избежание прожогов при сварке стыковых соединений рекомендуется применять съемные подкладки.

II.I.I3. Сварной шов должен иметь плавный переход к основному металлу. Резкие переходы в сварных швах не допускаются.

II.I.I4. Для снятия внутренних напряжений после сварки изделие целесообразно подвергать низкотемпературному отжигу при температуре 300°С.

II.2. Ручная дуговая сварка.

II.2.I. Для ручной дуговой сварки применяются сварочные материалы, приведенные в табл.62.

II.2.2. Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку, рекомендуется применять типы и размеры швов сварных соединений по ГОСТ I6038-70, типы - С2, С8, С6, С7, У3, или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

Таблица 62

Марка свариваемого материала	Проволока	Покрытие	
		марка	стандарт
М1Р М2Р М3Р	МТ(ГОСТ 2112-71) М1(ГОСТ 859-66)	"Комсомолец-100"	ТУ 14-4-644-75

II.2.3. Состав покрытия "Комсомолец-100" приведен в табл.63.

Таблица 63

Наименование компонентов покрытия	Стандарт	Содержание, вес. %
Концентрат плавиковый	ГОСТ 4421-73	12,5
Шпат полевой	ГОСТ 4422-73	15,0
Ферромарганец	ГОСТ 4755-70	47,5
Лигатура медь-кремний МКр17 (медь - 72-75%, кремний - 23-25%, примеси н.б.1,5%)	ТУ 48-21-544-76	25,0
Стекло натриевое жидкое (к сумме остальных компонентов)	ГОСТ 13078-67*	20,0

II.2.4. Прихватку и сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности.

II.2.5. Величину сварочного тока подбирать в зависимости от диаметра электрода согласно табл.64. Сварку следует вести быстро без возвратных движений.

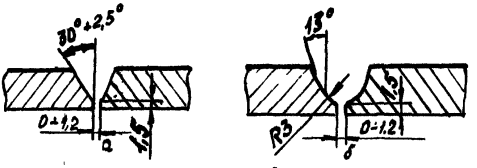
Таблица 64.

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

II.3. Дуговая сварка угольным электродом

II.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.8).



Форма поперечного сечения кромок свариваемых деталей:

а – при S до 10 мм;

б – при $S >$ 10мм.

Черт.8.

II.3.2. В качестве электродов используют графитовые или угольные бесфитильные электроды длиной 80-120 мм в зависимости от диаметра и плотности тока.

II.3.3. Рабочая часть электрода на длину 30-35 мм должна быть заточена на конус.

II.3.4. В качестве присадочного металла используют стержни из сплава ЛК80-3.

II.3.5. Во избежание появления трещин в швах в присадочном металле допускается следующее количество вредных примесей (%): $Fe \leq 0,6$; $Sb \leq 0,1$; $Pb \leq 0,1$.

II.3.6. Для обеспечения хорошего сплавления присадочного металла с основным необходимо пользоваться флюсом БЛ-3 следующего состава:

Компоненты	Содержание, вес %
Натрий хлористый по ГОСТ 4233-66 x	12,5
Калий хлористый по ГОСТ 4234-69	50,0
Криолит по ~~[illegible]~~, ГОСТ 10561-73	35,0
Уголь древесный	2,5

II.3.7. Флюс в виде тонкоизмельченной смеси наносят на стержни путем опыления.

II.3.8. Перед опылением стержни окунают в жидкое натриевое стекло (γ = 1,30-1,35).

II.3.9. Опыленные стержни сушат при комнатной температуре в течение 2-3 час.

II.3.9. Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности по режимам, приведенным в табл. 65.

Таблица 65

Режимы дуговой сварки

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

II.3.10. Сварку выполняют справа налево.

II.3.11. Угол наклона присадочного стержня необходимо поддерживать равным 15-20°. Не допускать колебательных движений присадочного стержня.

II.3.12. Дугу следует возбуждать на присадочном стержне и только после этого переносить в зону сварки.

II.4. Ручная и автоматическая сварка неплавящимся электродом.

II.4.1. Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений рекомендуется принимать по ГОСТ 16038-70, типы С2, С3, С6, С7, С10, У3 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

II.4.2. Прихватку под сварку выполняют с применением тех же сварочных присадочных материалов, которыми производится сварка.

Длина прихваток должна составлять 5-10 мм.

II.4.3. Сварку ведут на постоянном токе прямой полярности (минус на электроде) или переменным током.

II.4.4. Перед началом сварки все прихватки на сварном соединении зачищают щеткой из нержавеющей стали.

II.4.5. Сварку вести на минимально короткой дуге.

II.4.6. Для сварки меди применяют проволоку МНЖКТ 5-1,0-0,2-0,2, МІ по ГОСТ 16130-72. Допускается применение проволоки БрКМц-3-1 по ГОСТ 5222-72.

II.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. 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, ЛК80-3.

II.4.8. Для сварки применяют аргон по ГОСТ 10157-73.

II.4.9. В качестве неплавящихся электродов применяют лантанированный вольфрам по ТУ 48-19-27-72 и итрированный вольфрам по ТУ 48-42-73-74 и ЦМТУ 08Т-35-68.

II.4.10. 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°.

II.4.11. Стыковые швы необходимо заваривать в нижнем или близком к нему положении шва.

II.4.12. Режимы ручной аргонодуговой сварки стыковых соединений меди представлены в табл.66.

II.4.13. Режимы сварки латуни можно выбирать по табл.64, уменьшив число проходов.

Таблица 68.

Режимы ручной аргонодуговой сварки стыковых соединений меди неплавящимся электродом.

Толщина, мм	Разделка кромок	Число проходов	Проходы	Диаметр присад. прутка, мм	Сила сварочного тока, А	Расход аргона, л/мин
I,5	без скоса кромок	I	-	2,0	I40-230	4-5
2,0		I	-	3,0	I50-280	4-5
3,0		I	-	3,0	200-320	5-6
4,0		2	-	3,0	I50-300	5-6
5,0	со скосом двух кромок	2	I	4,0	I50-350	5-6
6,0		3	I	3,0	200-350	6-7
			2	4,0	200-350	6-7
			подварочный шов	4,0	200-350	6-7
I0,0		4	I	3,0	200-350	7-8
			2	5,0	200-350	7-8
			3	6,0	200-400	7-8
			подварочный шов	3,0	200-350	7-8
I2,0		5	I	3,0	250-350	8-I0
			2	5,0	250-400	8-I0
			3	6,0	300-450	8-I0
			4	6,0	300-450	8-I0
			подварочный шов	3,0	250-350	8-I0

Продолжение табл. 68

Толщина, мм	Разделка кромок	Число проходов	Проходы	Диаметр присад. прутка, мм	Сила сварочного тока, А	Расход аргона, л/мин
20	с двумя симметричными скосами двух кромок.	6	I,2	3,0	250-400	I0-I2
			3,4	5,0	250-450	I0-I2
			5,6	6,0	300-350	I0-I2
25		8	I и 2	3,0	250-400	I2-I4
			3 и 4	5,0	300-450	I2-I4
			5 и 6	6,0	300-550	I2-I4
			7 и 8	6,0	350-600	I2-I4

II.4.I4. Автоматическую сварку вольфрамовым электродом ведут в I-2 прохода на режимах, приведенных в табл.66.

Таблица 67.

Значения силы тока для неплавящихся электродов.

Диаметр электрода, мм	Постоянный ток, прямая полярность	Переменный ток
	Сила тока, А	
I,0	25-65	I0-75
2,0	65-I50	40-I25
3,0	I25-250	75-I50
4,0	200-300	I25-250
5,0	250-400	200-300
6,0	300-450	300-400

II.4.I5. При автоматической сварке латуни для тех же толщин величина сварочного тока меньше примерно в I,5 раза по сравнению со сваркой меди.

II.5. Полуавтоматическая сварка меди плавящимся электродом в среде азота, смеси аргона и азота и незащищенной дугой.

II.5.I. Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений рекомендуется принимать по ГОСТ I6038-70, типы С2,С3,С6,С7,У3.

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

II.5.2. Длина прихваток должна составлять I0-I5 мм.

II.5.3. Сварку вести на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

II.5.4. В качестве плавящегося электрода при полуавтоматической сварке в среде азота, незащищенной дугой и в смеси аргона и азота применять сварочные проволоки, приведенные в табл. 68.

Таблица 68.

Марка свариваемого металла	Сварочная проволока		Защитный газ	
	марка	стандарт	марка	стандарт
МІР М2Р М3Р	МНЖКТ 5-І-0,2-0,2 БрКМц 3-І	ГОСТ І6І30-72 ГОСТ 5222-72	Азот, аргон, азот гелий-азот	ГОСТ 9293-74 ГОСТ І0І57-73, ГОСТ 9293-74, МРТУ 5І77-66
	МРЗНМЦТ 0,3-0,3-І,0-0,3	ТУ 48-2І-80--72	-	-

ПРИМЕЧАНИЕ: Допускается применение смесей защитных газов по действующим технологическим инструкциям.

II.5.5. Ориентировочные режимы полуавтоматической сварки для стыковых соединений на медной подкладке приведены в табл. 69.

II.5.6. Автоматическая сварка неплавящимся электродом в среде азота особой чистоты по МРТУ 6-02-375-66 производится с применением присадочной проволоки марки МНЖКТ 5-І-0,2-0,2 по ГОСТ І6І30-72.

Таблица 69.

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	20-23	

ПРИМЕЧАНИЕ. Режимы пригодны также при сварке двусторонним швом, выполненным навесу, или по продувке неплавящимся электродом без присадочного материала.

II.6. Автоматическая сварка под флюсом.

II.6.1. Автоматическую сварку меди и латуни толщиной до 10 мм выполняют без разделки кромок.

II.6.2. Зазор при сборке под сварку устанавливают в зависимости от толщины свариваемого металла:

Толщина свариваемого металла, мм	Величина зазора, мм
6	0,5-1
8	1-2
10	2-3

При толщине более 10 мм необходимость разделки кромок, величина зазора и режимы сварки устанавливаются заводом-изготовителем.

II.6.3. В качестве присадочного металла применяют проволоку из чистой меди марки М0 диаметром 2 мм.

II.6.4. Сварку ведут под флюсом марок МАТИ-53 или АНФ-5 следующего состава, %:

Флюс МАТИ-53:		Флюс АНФ-5:	
Флюс ОСЦ-45	- 77,0	Концентрат	
Кислота борная по		калиевый по	
ГОСТ 9656-75	- 7,6	ГОСТ 4421-73	- 75
Сода кальцинированная		Натрий фтористый по	
по ГОСТ 5100-73	- 15,4	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, АМ-348А, ОСЦ-45.

II.6.5. Прочность сварных соединений, выполненных медной проволокой под флюсом АНФ-5, несколько ниже прочности сварных соединений, выполненных под флюсом МАТИ-53.

II.6.6. Для повышения прочности сварных соединений, выполненных под флюсом АНФ-5, следует применять медную проволоку, легированную кремнием (1,0-1,5%) и марганцем (1,5-2,0%).

II.6.7. Сварку осуществляют на постоянном токе обратной полярности.

II.6.8. Металл толщиной 6-10 мм сваривают с обеих сторон, по одному проходу с каждой стороны. Режимы сварки указаны в табл. 70.

Таблица 70.

Режимы автоматической сварки

Толщина свариваемого металла, мм	Зазор между кромками, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Скорость подачи проволоки, м/час	Скорость сварки, м/ч	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
6	0,5-1,0		204		270	30-32
8	1,0-2,0	2,0	221	16	290	28-30
10	2,0-3,0		282		300	26-28

II.7. Газовая сварка латуни ЛБ3.

II.7.1. Кромки подготавливают механическим способом согласно табл. 71.

II.7.2. В качестве присадочного металла применяют проволоку марки ЛК62-05 или самофлюсующийся сплав марки ЛКВ062-02-004-05 по ТОСТ 16130-72.

II.7.3. В качестве флюса применяют обезвоженную буру ($Na_2B_4O_7$), которую в виде пасты наносят на сварочные прутки и свариваемые кромки, а также газообразный флюс марки БМ-1 по ТУ 6-02-707-72.

II.7.4. Режимы сварки в зависимости от толщины свариваемого металла назначают согласно табл. 72.

II.7.5. Метод сварки - "левый".

II.7.6. Пламя должно быть с избытком кислорода. Третья зона должна находиться на расстоянии 4-8 мм от свариваемой детали. Направление пламени-вертикальное.

II.7.7. Присадочный пруток и кромки следует расплавлять одновременно.

II.7.8. Во время сварки в ванну следует непрерывно вводить флюс.

Таблица 74.

Подготовка кромок к сварке.

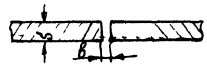
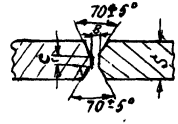
Толщина металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление, С, мм	Зазор в, мм
До 2		-	I,0-I,5
2-I0		I,0-I,5	I,5-2,0
I2-20		I,5-2,5	2,0-3,0

Таблица 72.

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

I2. СВАРКА НИКЕЛЯ МАРОК НП0, НП1, НП2, НП3

I2.I. Специальные требования.

I2.I.I. При сварке никеля необходимо производить защиту шва и околошовной зоны.

I2.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.

I2.I.3. Защита обратной стороны шва может быть осуществлена:

– медными подкладками с канавкой, через которую пропускается защитный газ;

– заполнением инертным газом внутреннего объема изделия;

– подкладкой флюсовой подушки из мелкого флюса;

– сваркой в специальных камерах с защитной атмосферой;

– сваркой на остающейся подкладке из той же марки, что и основной металл.

I2.I.4. Возбуждение дуги производить только на поверхности свариваемых кромок в разделке или на специальной технологической пластине.

I2.I.5. Для обеспечения коррозионной стойкости сварных соединений рекомендуется:

а) не допускать перегрева металла, для чего сварку производить на максимально возможных скоростях и минимальных токах;

б) каждый последующий слой накладывать после остывания предыдущего до температуры $\sim$ I00°;

в) швы, обращенные к агрессивной среде, заваривать в последнюю очередь;

г) ограничивать число ремонтных подварок.

I2.2. Подготовка под сварку.

I2.2.I. Резку никеля необходимо производить механическим способом. Допускается плазменная резка с последующей механической обработкой.

I2.2.2. Механическую обработку после плазменной резки рекомендуется производить на глубину не менее 2 мм от максимальной впадины.

I2.2.3. 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.I2.2.2.

I2.2.4. 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.

I2.2.5. Очистку рекомендуется производить щетками из нагартованной нержавеющей стали, после чего производится обезжиривание подготовленных поверхностей органическим растворителем.

I2.3. Сборка под сварку.

I2.3.I. Сборка деталей, подготовленных под сварку, производится на прихватках, которые должны выполняться неплавящимся электродом в среде защитных газов или электродуговой сваркой покрытыми электродами.

I2.3.2. Сварочную проволоку или электроды при прихватке необходимо использовать тех же марок, что и при сварке основного металла.

I2.3.3. Прихватки желательно ставить со стороны противоположной основному шву.

I2.3.4. Наличие пор и трещин в прихватках не допускается.

I2.3.5. Дефектные прихватки должны удаляться механическим способом.

I2.3.6. Все прихватки перед наложением основного шва должны быть тщательно очищены от шлака и брызг металла.

I2.4. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

I2.4.I. Сварка производится на постоянном токе прямой полярности.

I2.4.2. В качестве неплавящихся электродов применять вольфрамовые лантанированные прутки по ТУ 48-I9-27-72.

I2.4.3. В качестве защитных газов применять:

– аргон газообразный высшего сорта по ГОСТ 10157-73;

– гелий высокой чистоты сорта А по ТУ 51-940-75.

12.4.4. Сварка ответственных конструкций должна выполняться с применением сварочной проволоки марки НМцАТКI,0-I,5-2,5-0,I5 (табл. 70). 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. 73.

12.4.5. Вольфрамовые электроды необходимо затачивать на конус на длину, равную 5-6 диаметров электрода.

12.4.6. Перед началом сварки газовые магистрали должны быть продуты инертным газом в течение I5 сек до возбуждения дуги.

12.4.7. По окончании процесса сварки для предохранения шва от взаимодействия с воздухом подача инертного газа должна прекращаться через 20-25 сек.

12.4.8. Сварка должна производиться минимально короткой дугой без частых перерывов.

12.4.9. В случае обрыва дуги, сварку следует возобновлять отступив на I0-I5 мм от места обрыва дуги, предварительно зачистив это место.

12.4.I0. В особо ответственных конструкциях необходимо вышлифовать швы с обратной стороны. Подварку производить при выполнении первых трех проходов шва.

12.4.II. При многослойной сварке производить зачистку металлической щеткой и промывку растворителем каждого слоя.

12.4.I2. При сварке ось вольфрамового электрода располагать под углом 60-70° к изделию, присадочный металл – I0-20° к изделию.

12.4.I3. Перемещение электрода и сварочной проволоки должно быть равномерно поступательным. Допускается производить возвратно-поступательное движение присадочной проволоки не выводя из зоны

Таблица 73.

Химический состав сварочной проволоки.

Марка проволоки	ГОСТ или технические условия стандарт	Содержание элементов, %									
		углерод н.б.	марганец	кремний	титан	алюминий	железо	медь	сера	фосфор	магний
							не более				
НИАТКI,0-I,5--2,5-0,I5	ТУ 48-2I-284--73	0,I0	I,0-I,5	0,I-0,2	2,0-3,0	I,I-I,8	0,I5	0,I	0,0I	0,02	-
НИАТ3,0-I,5--0,6	ТУ 48-2I-284--73	0,I0	2,5-3,3	0,2	0,3-0,8	I,I-I,8	0,I5	0,I	0,0I	0,0I	-
Св2	ГОСТ 492-73	0,I0	0,05	0,I5	-	-	0,I0	0,I0	0,005	0,002	0,I0

ОСТ 26-0I-82-77 Стр. 196

12.4.14. Конструктивные элементы подготовленных кромок, размеры выполненных швов и режимы сварки должны соответствовать указанным в табл. 74. и 75.

12.5. Ручная дуговая сварка.

12.5.1. Для сварки конструкций из никеля,

следует применять электроды приведенные в табл. 76.

12.5.2. Для сварки конструкций из никеля в композиции с углеродистыми сталями следует применять электроды марки ЗА-395/9.

12.5.3. 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.

12.5.4. Вывод сварочных кратеров на основной металл не допускается.

12.5.6. Сварку следует производить обратноступенчатым методом.

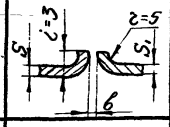
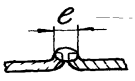
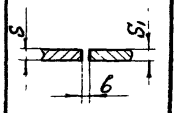
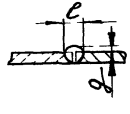
12.5.7. Допускается комбинированный метод сварки: корень шва выполняется аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки НМцАТКІ,0-І,5-2,5-0,І5, а разделка заполняется покрытыми электродами.

12.5.8. Подрубка и выборка корня основного шва должна выполняться до чистого металла. Подрубка осуществляется пневматическим зубилом, выборка абразивным кругом.

12.5.9. Конструктивные элементы подготовки кромок, размеры швов сварных соединений и ориентировочные режимы сварки приведены в табл. 78-82.

Таблица 74

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом стыковых соединений никеля без скоса кромок

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	Размеры, мм S=S₁	в номин.	в пред. откл.	е номин.	е пред. откл.	д номин.	д пред. откл.	Диаметр электрода, мм	Режимы сварки: Сварочный ток, А	номер слоя в шве	расход аргона, л/сек.
Сн1			1-2		+0,5	2S	+2		-		90-100		0,16-0,20
			3,0	0	+1,5		+3	-		2,0	120-140		0,20-0,23
Сн2			1,0		+0,5	5		1,0	±0,5	2,0	40-60	1	0,13-0,20
			1,5								60-80		
			2,0			6	±1/2				90-100		0,16-0,20
			3,0	1	+1,0	8	±2	1,5	±1,0	1,5	120-140		0,20-0,23

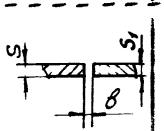
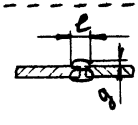
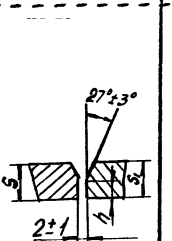
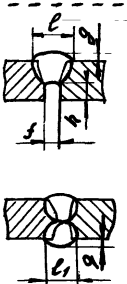
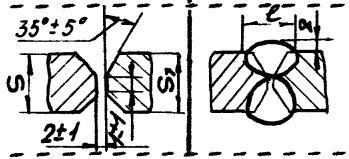
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	$S = S_1$	в: номин.	в: пред. откл.	е: номин.	е: пред. откл.	д: номин.	д: пред. откл.	Режимы сварки: диаметр электрода, мм	Режимы сварки: сварочный ток, А	Режимы сварки: номер слоя в шве	Режимы сварки: расход аргона, л/сек.
С14			2,0	2	±1,0	5	+1 -2	1,5	±1,0	1,5	90-100	2	0,16-0,20
			3-4			7	±2			2,0	100-140		0,20-0,23

Таблица 75

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом стыковых соединений никеля с симметричными скосами двух кромок

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	Размеры, мм: $S=S_1$	h	h_1	f	ℓ не более	ℓ_1	g ном.	g пред. откл.	Вольфрамовый электрод, $\varnothing$, мм	Режимы сварки: Сварочный ток, А	номер слоя в шве	расход аргона, л/сек.
Св2I			4-6	3-5			I7		0,5	+I,0	4	I80-260	I и последующие	0,20-0,25
			6-8	5-6	2-3	4-5	I9	I0		-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 36-01-82-77 Стр. 190

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	Размеры, мм $S = S_1$	h	h_1	f	e не более	e_1 не более	g номин.	g пред. откл.	Режимы сварки: диаметр электрода, мм	сварочный ток, А	номер слоя в шве	расход аргона, л/сек.
Сн25			I2-I4	5-7	-	-	I9	-		+2,0	5	250-300	I и последующие	0,23-9,26
			I6-I8	7-8	-	-	22	-	0,5	-0,5				
			I8-20	8-9	-	-	24							

Сварочные материалы для никеля и
механические свойства сварных соединений

Таблица 76

Марка электрода /марка проволоки, разработчик электродов/	Механические свойства при 20°С						Область применения
	Наплавленный металл			Сварное соединение			
	предел прочности, кГ/мм²	предел текучести, кГ/мм²	относит. удлинение, %	предел прочности, кГ/мм²	угол загиба, град.	ударная вязкость, кГм/см²	
	не менее						
ОЗЛ-32 (НМцАТКІ,0-І,5-2,5--0,І5) ТУ І4-4-786-76 (ВНИИТтяжмаш и ОСЗ)	48	30	25	38	І20	І5	Для сварки конструкций, работающих в агрессивных средах и под давлением
П-2НЧ/НП2 ВНИИТтяжмаш	30	-	І0	35	60	І3	Для ремонта сварных швов
НС-І/НП2 Пермский политехн.институт	-	-	-	4І	І20	І8	Для сварки и ремонта конструкций, работающих без давления с температурой стенки не более І00°С в растворах щелочей
НР-І/НП2 Пермский политехнический институт	-	-	-	38	90	І2	

ОСТ 26-0І-82-77 Стр. 192

Таблица 72.

Химический состав наплавленного металла

Марка электрода	Углерод	Марганец	Кремний	Титан	Алюминий	Железо	Сера	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

I2.6. Автоматическая дуговая сварка под флюсом.

I2.6.I. Для автоматической сварки следует применять сварочную проволоку НМнАТКI,0-I,5-2,5-0,I5 по ТУ 48-2I-284-73 и флюсы плавленые марки АН-22 по ГОСТ 9087-69, АН-I8 по ТУ I4-I-509-73. Допускаются фторидные флюсы марок АНФ-I4 и АНФ-I6 по ТУ ИЭС им.Патона.

I2.6.2. Перед употреблением флюс необходимо прокалить при 300-350°С в течение 2-3 часов.

I2.6.3. Сварку следует выполнять на постоянном токе обратной полярности.

I2.6.4. Высота флюса при сварке выбирается такой, чтобы исключить возможность проплавления дуги и попадания воздуха.

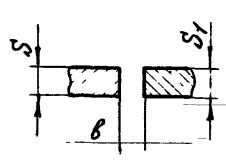
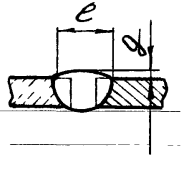
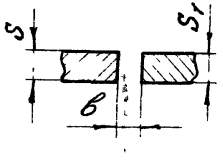
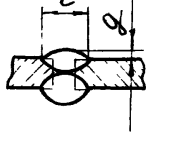
I2.6.5. Сварку необходимо производить на флюсовой подушке из мелкого флюса.

I2.6.6. Во избежание перегрева электродной проволоки, а следовательно ее неравномерного плавления и повышения окисления легирующих элементов вылет электродной проволоки из мундштука должен быть 35-40 мм.

I2.6.7. В случае обрыва дуги, сварку начинать на шве, отступая от кратера на 60-80 мм, тщательно очистив кратер и шов от шлака.

Таблица 78

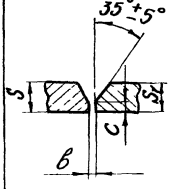
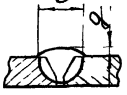
Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля без скоса кромок

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры, мм					Режимы сварки		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	$S = S_1$	в		e (пред. откл. + 1 − 2)	q (пред. откл. ± 1)	диаметр электрода, мм	сварочный ток, А	номер слоя в шве
				номин.	пред. откл.					
– Сн2			3	1	–	7	1,5	3	130–140	1
			4				2			
– Сн4			3–5	2	±1	8	1,5	4	130–180	1–2

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 194

Таблица 78

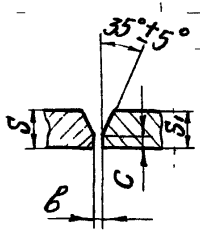
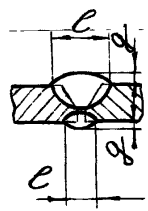
Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготавливаемых кромок свариваемых соединений	Конструктивные элементы шва сварного соединения	Размеры, мм $S=S_1$	C=B номин.	C=B пред. откл.	ℓ не более	g номин.	g пред. откл.	Режимы сварки: диаметр электрода, мм	сварочный ток, А	номер слоя в шве
Сн 15			3-5	1	±1	12	0,5	+1,5 -0,5	3	120-140	1 и последующий
			6-8			18			4	150-180	2 и последующий
			10-12	2	+1 -2	25		+2,0 -0,5	3	120-140	1
									4	150-180	2 и последующий
			14-16			31			3	120-140	1
									4	150-180	2 и последующий
			18-20			38			3	120-140	1
									4	150-180	2 и последующий

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 195

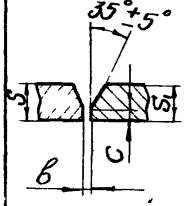
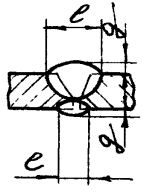
Таблица 80

Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с подваркой корня шва

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	Размеры, мм $S=S_1$	$c=b$ номин.	$c=b$ пред. откл.	ℓ не более	ℓ_1 (пред. откл. +1 −2)	q номин.	q пред. откл.	Режимы сварки: диаметр электрода, мм	сварочный ток, А	номер слоя в шве
Сн 18			3–5	I	± I	I2	8	1,5	+I,5 −0,5	3	I20–I40	I и последующий
			6–8			I8						I и подварочный
										4	I50–I80	2 и последующий
			I0–I2	2	±2	25	10		-0,5	3	I20–I40	I и подварочный
										4	I50–I80	2 и последующий

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 196

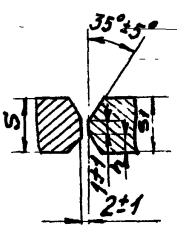
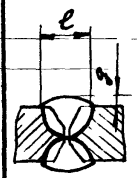
Продолжение табл.89

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры, мм							Режимы сварки		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	$S=S_1$	$c=b$		e	e_1	g		диаметр электрода, мм	сварочный ток, А	номер слоя в шве
				номин.	пред. откл.	не более	(пред. откл. +1 −2)	номин.	пред. откл.			
Сн18			14–16	2	+2 −2	31	10	0,5	+2,0 −0,5	3	120–140	1
										4	150–180	2 и последующий
			18–20			38				3	120–140	1
										4	150–180	2 и последующий

ОСТ 26-01-82-77 Стр. 192

Таблица 81

Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля с двумя симметричными скосами двух кромок

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы: подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы: шва сварного соединения	Размеры, мм: $S=S_1$	Размеры, мм: h	Размеры, мм: ℓ не более	Размеры, мм: g номин.	Размеры, мм: g пред. откл.	Режимы сварки: Диаметр, мм	Режимы сварки: Сварочный ток, А	Режимы сварки: номер слоя в шве
Сн21			I2-I4	5-7	I9	0,5	+2,0 -0,5	3	I20-I40	I
								4	I50-I80	2 и последующий
			I6-I8	7-8	22			3	I20-I40	I
								4	I50-I80	2 и последующий
			20-24	9-II	28			3	I20-I40	I
								4	I50-I80	2 и последующий
			26-30	I2-I4	32		+3,0 -0,5	3	I20-I40	I
								4	I50-I80	2 и последующий
			30-40	I4-I9	40			3	I20-I40	I
								4	I50-I80	2 и последующий

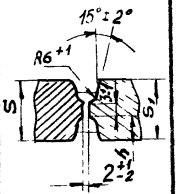
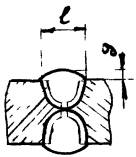
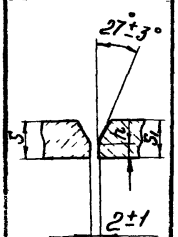
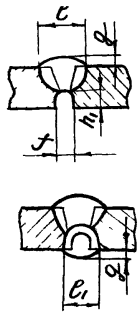
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	Размеры, мм $S = S_1$	h	l не более	g ном.	g пред. откл.	Режимы сварки Диам. эл. мм	Сварочный ток, А	номер слоя в шве
Сн22			30-32	I3-I4	26	0,5	+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

Таблица 82

Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с последующей строжкой

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные элементы шва сварного соединения	Размеры, мм $S=S_1$	h	h_1	f	l не более	l_1 не более	g ном.	g пред. откл.	Диаметр электрода, мм	Режимы сварки: сварочный ток, А	Режимы сварки: номер слоя в шве
Ст25			6–10	6–7	4–5	6–8	22	13	0,5	+1,0	3	120–140	1–2 подварочный
										–0,5			3
			12–14	8–10	6–7	8–10	24	15		+2,0	4	150–180	1 и последующий
			16–18	11–13	7–8		31					150–170	1 и последующий
			20–22	14–15	8–10	11–13	32	18		–0,5		150–170	1 и последующий

I2.6.8. При сварке кольцевых швов необходимо перекрыть начало шва на 50-60 мм.

I2.6.9. Шлаковую корку и нерасплавленный флюс удалять после остывания шва ниже I00°С.

I2.6.I0. Автоматическая сварка кольцевых стыков с разделкой кромок может производиться по ручной подварке.

I2.6.II. Подварка может выполняться аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки НМцАТI,0-I,5-2,5-0,I5 или дуговой сваркой электродами 03Л-32.

I2.6.I2. Конструктивные элементы подготовленных кромок, размеры швов, предельные отклонения по ним должны соответствовать ГОСТ 87I3-70 и ГОСТ II533-75.

I2.6.I3. Режимы сварки приведены в табл. 83-87.

I3. РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА НИКЕЛЬ-КРЕМНИСТОГО СПЛАВА

I3.I. Никелькремнистый сплав имеет следующий состав, %:

Никель	– основа
кремний	– II,2-II,7
медь	– 4,2-4,5
марганец	– не более 0,I
алюминий	– не более 0,I
углерод	– не более 0,05
ЖЕЛЕЗО	– как примесь

Таблица 86.

Автоматическая дуговая сварка двухсторонних швов стыковых соединений никеля без скоса кромок на флюсовой подушке

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-70	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/час	Скорость подачи проволоки, м/час
С2	5	3	I	370-400	32-34	25,9-27,7	50,4-57,6
			2	420-450			72,0-82,8
	6	4	I	450-500	30-34	27,7-29,9	50,4-57,6
			2	500-550			68,4-72,0
	7		I				
			2	600-650			72,0-82,8
	8		I	550-600	34-36		68,4-72,0
			2	600-650			72,0-82,8
	I0		I	650-700	36-40	25,9-27,7	50,4-57,6
			2				
	I2		I			23,8-25,9	61,2-68,4
			2	700-750			

Продолжение табл.83

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-70	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/час	Скорость подачи проволоки, м/час
С2	14	5	1	700-750	36-40	23,8-25,9	61,2-68,4
			2	750-800	38-40		68,4-72,8
	16		1			18,4-23,8	
			2	800-850	38-42		72,0-82,8
	18		1		40-42	18,0-18,4	
			2	850-900			
	20		1				
			2	900-950	42-44		82,8-86,4

Таблица 84.

Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля без скоса кромок на флюсовой подушке с последующей строжкой.

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-70	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/час	Скорость подачи проволоки, м/час
С8	10	4	I-2	650-700	36-40	25,9-27,7	50,4-57,6
	12			700-750		23,8-25,9	61,2-68,4
	14	5					
	16		I-3	750-800	38-40	18,4-23,8	72,0-82,8
	18						
	20			850-900			57,6-61,2

Таблица 85.

Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля со скосом двух кромок на флюсовой подушке

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-70	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/час	Скорость подачи проволоки, м/час
С14	14	5	I	800-850	38-40	27,7-29,9	97,2-104,4
			2	700-750			50,4-57,6
	16		I(2)[X]	800-850	40-42		72,0-86,4
			2	700-750			50,4-57,6
	18		I(2)[X]	800-850			97,2-104,4
			2				50,4-57,6
	20		I(2)[X]	700-750			118,8-129,6
			2				50,4-57,6

(2)[X] – первый слой может быть выполнен за 2 прохода.

Таблица 86.

Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с предварительной подваркой корня шва

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-70	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер слоя в шве	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/час	Скорость подачи проволоки, м/час
С15	I4	3	I	370–400	32–40	29,9–3I,7	50,4–57,6
		5	2-ой и последующий	600–650	30–34	27,7–29,9	72,0–82,8
	I6	3	I	370–400	32–40	29,9–3I,7	50,4–57,6
		5	2-ой и последующий	600–650	30–32	27,7–29,9	72,0–82,8
	I8	3	I	370–400	32–40	29,9–3I,7	50,4–57,6
		5	2-ой и последующий	750–800	22–24	I8,4–23,8	68,4–72,0
	20	3	I	370–400	30–32	29,9–3I,7	50,4–57,6
		5	2-ой и последующий	800–850	24–26	23,8–25,9	68,4–72,0

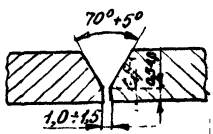
Таблица 87.

Автоматическая дуговая сварка двусторонних стыковых соединений никеля со скосом двух кромок с предварительным наложением подварочного шва

Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 8713-70	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
С16	5	3	I	440-460	32-34	I8,0-23,8	6I,2-68,4
	6	4		550-600			
	7			600-650	33-35	I8,0-I8,4	82,8-86,4
	8						90,0-97,2
	9	5			35-37		III,6-II8,8
	I0			650-700			86,4-90,0
	I2				34-36		97,2-I04,4
	I4						III,6-II8,8

I3.2. Кромки подготавливают под сварку механическим способом согласно черт. 9.

Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей.



Черт. 9.

I3.3. Для изготовления электродов используют литые стержни диаметром 4; 4,5; 5,5; 6,0 мм, длиной 350–450 мм.

I3.4. Химический состав стержней аналогичен составу основного металла.

I3.5. Перед нанесением покрытия стержни очищают от ржавой корки.

I3.6. Для сварки никелькремнистого сплава и композиционной сварки его с малоуглеродистой сталью рекомендуется покрытие ЭНД-I0, состав которого указан в табл. 86.

I3.7. Толщина покрытия электродов на сторону должна быть следующей:

диаметр стержня, мм	толщина покрытия, мм
4,0–4,5	0,25–0,35
5,5–6,0	0,35–0,45

Таблица 86.

Состав покрытия ЭНКД-10.

Компонент	Стандарт на компонент	Содержание, вес.%	Просев компонентов через сито, отв/см^2
Мрамор	ГОСТ 4416-73	33,0	2500-3600
Концентрат плавиковый	ГОСТ 4421-73	40,0	2500-3600
Титан (двуокись) "ТЭ"	ТУ6-10-1368-73	10,0	3600
Кремний кристаллический	ГОСТ 2169-69	10,0	800-1200
Алюминий (порошок ПА-1)	ГОСТ 6058-74	3,0	400-600
Ферротитан	ГОСТ 4761-67	4,0	800-1200
Бентонит (к сумме остальных компонентов)	ГОСТ 3228-65	2,0	2500-3600
Сода кальцинированная (к сумме остальных компонентов)	ГОСТ 5100-73	2,0	2500-3600
Стекло натриевое жидкое (к сумме остальных компонентов) γ = 1,34	ГОСТ 13078-67	30	-

13.8. Перед сваркой проводят пескоструйную очистку свариваемых узлов.

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

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

13.11. Во избежание растрескивания сварных швов и основного металла все сварочные работы выполняют с предварительным и сопутствующим подогревом до 650-700°С.

I3.I2. Скорость нагрева изделий под сварку не должна быть выше 300°С/час. Скорость охлаждения должна быть не более 200°С/час.

I3.I3. Сварочный ток назначается из расчета $J = 25d$ (d – диаметр электродного стержня).

I3.I4. Односторонние стыковые соединения труб из никелькремнистого сплава сваривают на остающихся подкладных кольцах из стали марок I2ХI8Н10Т и 08Х18Н10Т.

I4. СВАРКА СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

НИКЕЛЬМОЛИБДЕНОВЫХ Н70МФ (ЭП814А-ВИ) И НИКЕЛЬХРОМОМОЛИБДЕНОВЫХ ХН65МВ (ЭП567, ЭП-760) ХН60МБ (ЭП758).

I4.I. Специальные требования.

I4.I.I. Металл резать на гильотинных ножницах (припуск на дальнейшую механическую обработку должен быть 2–3 мм) или металлорежущих станках (строгальных, фрезерных и др.). Допускается предварительная плазменная резка с последующей механической обработкой.

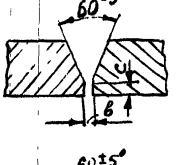
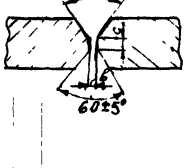
I4.I.2. Разделку кромок под сварку выполнять механическими способами: строганием, фрезерованием, точением. Конструктивные элементы подготовленных кромок показаны в табл. 89. Допускается применять типы швов по ГОСТ I477I-76 и ГОСТ 5264-69, или чертежам.

Таблица 89.

Конструктивные элементы подготовки кромок.

Толщина свариваемого металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление С, мм	Зазор b, мм
		–	0÷I

Продолжение табл.89.

Толщина свариваемого металла, , мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление С, мм	Зазор В, мм
4-10 Для δ = 4-6 мм α = 75 град Для δ = 10 мм α = 60 град		1±0,5	1±1
8-10		1±0,5	1±1

I4.I3. Свариваемые кромки и прилегающие к ним поверхности металла на ширине не менее 20 мм, а также сварочную проволоку тщательно очистить от следов смазки, загрязнений, обезжирить растворителем, а затем спиртом.

I4.I.4. Сборку под сварку производить на прихватках, используя те же материалы, что и для сварки.

I4.I.5. Сварку вести на короткой дуге на плотно поджатой медной подкладке или с защитой корня шва аргоном.

I4.I.6. Швы накладывать с минимальными поперечными колебаниями электрода и с максимально возможной скоростью.

I4.I.7. При многопроходной сварке последующие швы необходимо накладывать после полного охлаждения металла, зачистки от шлака и обезжиривания предыдущих слоев.

I4.I.8. Швы, обращенные к агрессивной среде, выполнять в последнюю очередь.

I4.I.9. В случае эксплуатации сварной аппаратуры из сплава Н70МФ в сернокислых средах необходимо проводить термическую обработку по режиму: нагрев до I050°С, выдержка 5-6 мин. на I мм толщины, но не менее 20 мин; охлаждение в воде или на воздухе. Необходимость термической обработки должна быть указана в техническом проекте.

Сварные соединения из сплавов ХН65МВ, (ЭП567), [illegible] и ХН60МБ (ЭП758) в исходном после сварки состоянии не склонны к межкристаллитной коррозии, поэтому термическая обработка не производится.

I4.2. Ручная аргонодуговая сварка.

I4.2.I. В качестве неплавящегося электрода применять лантанированные вольфрамовые прутки по ТУ 48-I9-27-72.

I4.2.2. В качестве защитного газа применять аргон по ГОСТ I0I57-73, сорт высший и I-ый.

I4.2.3. В качестве присадочного материала для сварки сплава Н70МФ применять сварочную проволоку Св-Н70М по ТУ.I4-I-683-73.

Для сварки сплавов ХН65МВ, [illegible] - проволоку Св-ХН65МI6В по ТУ I4-I30-I33-75, допускается применение проволоки марки Св-ХН65МВ по ТУ I4-I-683-73.

Сплав ХН60МБ может быть сварен проволокой Св-ХН65МI6В при условии подтверждения коррозионной стойкости испытаниями сварных соединений в среде, для которой предназначается изготовляемое оборудование.

I4.2.4. Сварку выполнять на постоянном токе прямой полярности.

I4.2.5. Наклон горелки к оси шва должен составлять 45-60 град., а вылет вольфрамового электрода I2-I5 мм. Присадочный металл подавать под углом 20-30 град. к оси шва.

I4.2.6. Режимы аргонодуговой сварки приведены в табл.30.

Таблица 10.

Режимы аргонодуговой сварки (ручной).

Толщина свариваемого металла, мм	Форма подготовки кромок и характер выполненного шва	Количество проходов	Диаметр, мм: вольфрамового электрода	Диаметр, мм: сварочной проволоки	Сварочный ток, А	Расход аргона, л/мин: на горелку	Расход аргона, л/мин: на защиту обратной стороны шва
2	Без скоса кромок, односторонний и двухсторонний со скосом двух кромок односторонний и двусторонний с двумя симметричными скосами двух кромок, двухсторонний	1-2	1,5-2,0	1,5-2,0	75-90	8-10	2-3
4		2-3	2,0	1,5-2,0	80-100	8-10	2-3
4		2-3	2,0-2,5	2,0-2,5	80-100	8-10	2-3
6		4-5	2,0-2,5	2,5-3	80-120	10-12	4-6
10		10-12	2,5-3,0	3,0	100-120	12-14	4-6
6		4-5	2,0-2,5	2,5-3,0	90-110	10-12	4-6
8		6-8	2,5-3,0	2,5-3,0	90-120	12-14	4-6
10		8-10	3,0	3,0	100-120	12-14	4-6

14.3. Ручная дуговая сварка.

14.3.1. В качестве электродов для ручной дуговой сварки сплава ХН70МФ применять электроды марки ОЗЛ 23 по ТУ 14-4-503-74, а для сварки сплавов ХН65МВ, [illegible] и ХН60МВ – электроды марки ОЗЛ-21 [illegible] Э-02Х20Н60М15В3 по ГОСТ 10052-75 /для сплава ХН60МВ-см. п. 14.3.3./

14.3.2. Сварку производить на постоянном токе обратной полярности.

14.3.3. Сварочный ток должен быть не более 35 d, где d – диаметр проволоки электрода.

I4.4. Автоматическая аргонодуговая сварка сплавов ХН65МВ и [illegible] неплавящимся электродом без присадочного металла.

I4.4.I. Режимы сварки приведены в табл. 93.

Таблица 93.

Режимы сварки аргонодуговой автоматической.

Толщина свариваемого металла, мм	Тип соединения, форма подготовленных кромок и характер выполненного шва	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/час	Расход аргона, л/мин	
					для защиты дуги	для защиты обратной стороны шва
2	Стыковое, без скоса кромок; односторонний	2,0-3,0	I20-I25	I6	8-I2	2-3
4	двусторонний	3,0-4,0	220-240	I6	8-I2	2-3

I4.4.2. Увеличение скорости при автоматической сварке приводит к пористости металла шва, повышенная сила тока вызывает перегрев металла в зоне термического влияния.

I5. СВАРКА НИКЕЛЬХРОМОВОГО СПЛАВА ХН78Т(ЭИ435)

I5.I. Общие требования по подготовке металла и сварке принимать в соответствии с разделами I и I4.I настоящего стандарта.

I5.2. Сварку сплава ХН78Т рекомендуется выполнять одним из следующих способов: ручной, полуавтоматической и автоматической аргонодуговой, ручной дуговой и автоматической дуговой сварной под флюсом.

I5.3. При сварке необходимо принимать меры по предупреждению роста зерна в околошовной зоне, уменьшая нагрев за счет ограничения силы тока, применения теплоотводящих устройств, перерывов между наложением валиков и т.д.

I5.4. Ввиду повышенной склонности сварного шва к образованию горячих трещин сварку необходимо выполнять узкими швами без поперечных колебаний электрода.

I5.5. Металл сварного шва сплава ХН78Т очень чувствителен к воздействию воздушной атмосферы, окислов, масел и прочих загрязнений, которые приводят к образованию горячих трещин, пор и снижению коррозионной стойкости, поэтому требуется такая же организация сварочных работ, как и при сварке титана.

I5.6. В случае отсутствия защиты корня шва, обязательно его удаление (зачистка) с наложением подварочного шва.

I5.7. Поверхность каждого наплавленного валика перед наложением последующего слоя зачищать механическим способом (рекомендуется абразивными кругами) и обезжиривать.

I5.8. 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.

I5.9. Аргонодуговая сварка без присадочного металла допускается до толщины свариваемого металла 2,5 мм.

I5.I0. Кратеры сварных швов подлежат тщательной заварке во избежание образования горячих трещин или выплавке.

I5.II. Для аргонодуговой и автоматической дуговой сварки под флюсом применять проволоку марки ХН78Т (ЭИ 435), поставляемую по ТУ I4-I-997-74; в мягком состоянии для ручного способа сварки, в нагартованном состоянии - для механизированной сварке.

I5.I2. Допускается применять для аргонодуговой и автоматической дуговой сварки под флюсом проволоку ХН75МБТЮ (ЭИ 602), поставляемую по ТУ I4-I-997-74.

I5.I3. Для ручной дуговой сварки применять электроды марки ОЗЛ-25Б по ТУ I4-4-I94-72.

I5.I4. Для автоматической дуговой сварки под флюсом сплава ХН78Т применять бескислородный (фторидный) флюс марки АНФ-5 и др.,

I5.I5. Рекомендуемые режимы сварки стали ХН78Т приведены в табл.92-95.

Таблица 92

Режимы ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом сплава ХН78Т (ток постоянный, полярность прямая, присадочная проволока ЭИ 435)

Толщина, мм	Подготовка кромок			Номер прохода (слоя)	Диаметр, мм		Сварочный ток, А	Напряжение, в	Примерная скорость сварки, м/час	Расход проволоки, м/мин	Расход аргона, л/мин	
	Условное обозначение шва по ГОСТ 14771-76	Притупление, мм	Зазор, мм		электрода	проволоки					в горелке	на подуув
I	С3	–	0^{+2}	I	I,6	I,6	60–75	–	I2,5–I4,0	I,0–I,25	6–8	4–6
I,5	С3	–	0^{+2}	I	2,0	I,6–2,5	75–90	–	II,0–I4,0	0,8–I,0	8–I0	4–6
3	С2I,60°	I,0+I,0	I,0±I,0	I	2,5	2,0	80–I00	–	II,0–I4,0	0,8–I,0	I0–I2	5–6
				2	2,5	2,0	90–II0	–	II,0–I4,0	0,8–I,0	I0–I2	5–6
				П	2,5	2,0	90–II0	–	–	0,8–I,0	I0–I2	5–6
4	С2I,60°	I,0+I,0	I,0±I,0	I	3,0	2,0–3,0	II0–I30	I0–I3	8,0–8,5	0,6–0,8	I0–I2	5–6
				2	3,0	2,0–3,0	II0–I40	I0–I3	8,0–9,5	0,8–I,0	II–I3	5–7
				П	3,0	2,0–3,0	II0–I40	I0–I3	–	0,8–I,0	II–I3	5–7

Толщина, мм	Подготовка кромок: Условное обозначение шва по ГОСТ 14771-76	Подготовка кромок: Притупление, мм	Подготовка кромок: Зазор, мм	Номер прохода (слоя)	Диаметр, мм: электрода	Диаметр, мм: проволоки	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Примерная скорость сварки, м/час	Расход проволоки, м/шва	Расход аргона, л/мин: в горелке	Расход аргона, л/мин: на поддув
10	С21,60°	1,5+1,0	1,0±1,0	1	3,0-4,0	2,0-3,0	110-140	10-13	8,0-9,5	0,8-1,0	10-13	5-7
				последующие	3,0-4,0	2,0-3,0	130-140	10-13	8,0-9,5	0,8-1,0	10-13	5-7
				п	3,0-4,0	2,0-3,0	130-140	10-13	-	0,8-1,0	11-13	-

Примечание: П - подварочный шов

Таблица 95

Режимы автоматической аргонодуговой сварки сплава ХН78Т, неплавящимся электродом (ток постоянный, полярность прямая)

Толщина металла, мм	Диаметр, мм		Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость, м/ч		Расход аргона, л/мин	
	электрода	проволоки			сварки	подачи проволоки	в горелке	на подув
1,0	1,6	–	36	–	18	–	8–9	6
1,5	2,5	1,6	110	–	18	18	8–9	6
3,0	2,5	1,6	160	–	18	30	8–9	6
4,0	4,0	1,6	200	17	18	35	8–9	6

Таблица 94

Режимы для ручной дуговой сварки сплава ХН78Т (ток постоянный, полярность обратная)

Толщина металла, мм	Подготовка кромок			Номер прохода	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Примечание
	Условное обозначение шва по ГОСТ 5264-69	Притупление, мм	Зазор, мм				
1-1,5	С2	-	$0^{+0,5}$	I	2,5	60	Сварка валиками без поперечных колебаний
2-3	С4	-	$2^{\pm1,0}$	I	3,0	75-100	
				2	3,0	75-100	
4-5	С18,55°	$1^{\pm1}$	$1^{\pm1}$	I	3	70-80	
				2	4	90-130	
				II	3	70-80	
6-10	С18,С19, С21,С22, С25	-	-	I и остальные	4	90-130	

Таблица 95

Режимы для ручной дуговой сварки сплава ХН78Т в композиции с углеродистой сталью и коррозионностойкой сталью (для толщины металла 4 мм)

Основной металл	Металл композиции	Подготовка кромок			Количество проходов (слоев)	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В
		Условное обозначение шва по ГОСТ 5264-69	Притупление мм	Зазор, мм				
ХН78Т (ЭИ-435)	Углеродистая сталь	С18,55°	I±I	I±I	2	3,0-4,0	90-130	28-30
	Коррозионностойкая сталь типа Х18Н10Т	С18,55°	I±I	I±I	2	3,0-4,0	90-130	28-30

I6. СВАРКА ДВУХСЛОЙНОЙ СТАЛИ, ПЛАКИРОВАННОЙ МЕДЬЮ- Вст3 + М1

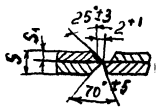
I6.I. Подготовка под сварку, сборка и прихватка.

I6.I.I. Листы резать на заготовки на гильотинных ножницах, а также строгальных или фрезерных станках. Нарезанные листы укладывать плакирующим слоем вверх.

I6.I.2. Механическую обработку кромок под сварку выполнять на кромкострогальных, строгальных или кромко-фрезерных станках.

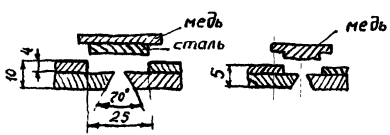
I6.I.3. Кромки подготавливать в зависимости от технологии сварки согласно черт. I0 и черт.II (сварка с накладкой).

Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей



Черт.I0

Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей с накладкой



Черт.II

I6.I.4. Разделывать кромки согласно черт.II следует в том случае, если аппарат не работает в условиях вакуума, а к швам основного металла предъявляются высокие требования прочности.

Выбор формы разделки согласно черт.I0 связан с необходимостью обеспечения полного провара стального шва без оплавления плакирующего слоя, так как оплавление меди может вызвать растрескивание стального шва.

I6.I.5. Всю стальную кромку следует тщательно очистить от следов меди, так как попадание меди в стальной шов вызывает его растрескивание.

I6.I.6. При сборке элементов под сварку кромки следует тщательно подогнать.

При сварке без накладки (черт.9) сборку под сварку осуществлять без зазора. В кольцевых швах допускается местный зазор и местное смещение кромок не более чем на I мм, а в продольных швах – не более 0,I толщины. При стыковке узлов не допускать наложения кромок друг на друга!

I6.I.7. При сварке с накладкой (черт.I0) сборку под сварку осуществлять с зазором I,5–2,5 мм в зависимости от толщины свариваемого биметалла.

I6.I.8. Накладку изготавливать из биметалла или из цельного цветного металла.

I6.I.9. Перед сваркой подготовленные кромки и прилегающие к ним поверхности листа с обеих сторон на ширину 30–40 мм следует тщательно зачистить металлической щеткой и затем обезжирить.

I6.I.I0. Прихватку выполнять со стороны основного слоя, при сварке без накладок – методом аргонодуговой сварки с применением в качестве присадки сварочной проволоки марок Св-08А и Св-08Г2С.

I6.I.II. При сварке с накладками (черт.IO) прихватку следует выполнять ручной электродуговой сваркой электродами типа 342А и 346.

I6.2. С в а р к а

I6.2.I. Сварку основного слоя биметалла при сварке без накладки толщиной IO мм выполнять в три прохода, а толщиной 5 и 3 мм – в два прохода.

I6.2.2. При сварке без накладок первый проход на основном слое следует выполнять аргонодуговой сваркой.

I6.2.3. Последующие проходы на основном слое выполняют электродами марок УОНИ-I3/45, АНО-4 и др.

I6.2.4. Плакирующий слой сваривают неплавящимся электродом с присадкой Бр.КМц 3-I по ГОСТ 5222-72.

Во избежание появления трещин в стальном шве под действием расплавленной меди и собственных напряжений стального шва сварку плакирующего слоя следует выполнять по закрытой разделке; для этого в разделку укладывают бронзовый пруток диаметром 5-6 мм с таким расчетом, чтобы разделка была им полностью заполнена.

I6.2.5. Угол наклона вольфрамового электрода к изделию – 75-80°, угол между электродом и присадкой – 90°.

I6.2.6. Аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом выполнять на постоянном токе прямой полярности, а ручную электродуговую сварку – на постоянном токе обратной полярности.

I6.2.7. Длина выступающего из сопла конца вольфрамового электрода – 5-I2 мм.

I6.2.8. При сварке с накладкой основной слой биметаллов толщиной IO мм сваривают ручной электродуговой сваркой электродами УОНИ-I3/45 и АНО-4 в три прохода (с подваркой со стороны плакирующего слоя), а толщиной 3 и 5 мм – в два прохода (с подваркой со стороны плакирующего слоя).

I6.2.9. После сварки основного слоя необходимо снять усиление со стороны плакирующего слоя.

I6.2.I0. После пригонки вставки по месту производится ее приварка аргонодуговым способом.

I6.2.II. Режимы сварки указаны в табл.96.

Таблица 96

Режимы сварки

Толщина свариваемого биметалла, мм	Сварочный ток при сварке основного слоя, А			Сила тока при аргонодуговой сварке плакирующего слоя, А	Расход аргона при аргонодуговой сварке, л/мин
	первый проход	второй проход	третий проход		
I0	II0–I20	I20–I50	I50–I70	300	II
5	I00–I20	I20–I50	–	230–250	II
3	I00–II0	I20–I50	–	200–230	I0

I7. ЗАВАРКА ДЕФЕКТОВ В ЧУГУННОМ ЛИТЬЕ

I7.I. Электродуговая заварка

Способы заварки дефектов чугунного литья разделяют на две группы: "холодную" и "горячую" заварку (с предварительным местным или общим подогревом).

Способ заварки выбирают в зависимости от требований, предъявляемых к литью, вида, характера, расположения и геометрических размеров дефектов и конфигурации отливки, назначения и условий работы поверхностей, на которых расположен дефект.

I7.2. Подготовка дефектных участков под заварку.

I7.2.I. Дефекты разделывают ручным или пневматическим зубилом, наждачным кругом, фрезерованием, строганием и сверлением.

I7.2.2. В некоторых случаях допускается разделка пороков электрической дугой с последующим удалением зоны подкалки.

I7.2.3. Мелкие раковины разделывать под заварку лучше всего засверловкой, придавая разделке чашеобразную форму.

I7.2.4. Трещины под заварку разделывать в следующей последовательности:

а) засверлить концы трещин;

б) придать кромкам односторонний или двусторонний скос (предпочтительнее двусторонний).

I7.2.5. Сквозным отверстиям следует придавать конусообразную форму с небольшим скосом кромок.

I7.2.6. Более крупные дефекты следует разделывать со скосом кромок, лучше с двумя симметричными скосами двух кромок под углом 35–40° с притуплением 2 мм.

I7.2.7. Поверхность разделки следует тщательно очистить от грязи, шлака, окалины и земли.

I7.3. "Холодная" заварка (без подогрева изделия).

I7.3.I. "Холодная" заварка может быть осуществлена одним из электродов, указанных в табл.9?.

I7.3.2. Дефекты заваривают последовательным наложением параллельных валиков с зачисткой каждого предыдущего валика от шлака.

I7.3.3. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на I/3–I/2 его ширины.

I7.3.4. В процессе заварки необходимо следить за проплавлением основного металла, не допуская излишнего перегрева, который может привести к растрескиванию.

Таблица 97

Выбор марки электродов для заварки дефектов в чугуне

Марка стержня электрода	Марка покрытия	Характеристика обрабатываемости наплавки	Область применения
Стальные электроды Св-08 по ГОСТ 2246-70	УОНИ I3/55	Наплавленный металл режущим инструментом не обрабатывается: обработка возможна наждачным кругом	Несквозные пороки на необрабатываемых поверхностях
Медные электроды М1,М2,М3,М4 по ГОСТ 2II2-7I	УОНИ I3/55 50% железного порошка		Сквозные пороки на нерабочих необработанных поверхностях
Медно-стальные электроды (спаренные и пучковые) Св-08 по ГОСТ 2246-70 М1,М2,М3,М4 по ГОСТ 2II2-7I	УОНИ I3/55	Наплавленный металл обрабатывается инструментом из твердого сплава	Сквозные пороки на нерабочих обрабатываемых поверхностях, подогрев которых нежелателен или недопустим
Медные электроды М1,М2,М3,М4 по ГОСТ 2II2-7I с железной оплеткой	Меловое		
Проволока марки М2,М3,М4 по ГОСТ 2II2-7I	ОЗЧ-2 ТУ I4-4-88-72		Сварка и наплавка чугуна, заварка дефектов в чугунном литье и ремонт чугунных деталей без подогрева

Продолжение табл.97

Марка стержня электрода	Марка покрытия	Характеристика обрабатываемости наплавки	Область применения
Сплав монель ГОСТ 492-73	МНЧ-2 ТУ 14-4-780-76	Наплавленный металл обрабатывается режущим инструментом	Несквозные пороки на нерабочих обрабатываемых или обработанных поверхностях, разогрев которых нежелателен. Электроды ЧФ-3 применяют для заварки сквозных и несквозных пороков на рабочих обрабатываемых, необрабатываемых или обработанных поверхностях.
Чугунные прутки марки Б по ГОСТ 2671-70 и проволока сплава монель сварочная по ГОСТ 492-73 (спаренные)	ЧФ-6	Наплавленный металл обрабатывается режущим инструментом удовлетворительно	Различные небольшие пороки на обрабатываемых и ответственных необрабатываемых поверхностях
Св-08Н50 по ГОСТ 2246-70 Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т по ГОСТ 2246-70	ОЗЖН-1 ТУ 14-4-318-73 АНЧ-1		Сварка поврежденных деталей и заварка дефектов в отливках из высокопрочного чугуна со

Продолжение табл. 97

Марка стержня электрода	Марка покрытия	Характеристика обрабатываемости наплавки	Область применения
и лента из красной меди марки М2, М3 по ГОСТ 859-66			сфероидальным графитом, а также серого чугуна с пластинчатым графитом. Для холодной сварки чугуна.
Св-08А, Св-08 по ГОСТ 2246-70	ЦЧ-4 ТУ 14-4-831-77	Наплавленный металл хорошо обрабатывается режущим инструментом	Сварка конструкций из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и серого чугуна с пластинчатым графитом, а также сочетаний со сталью, предварительная наплавка первых одного-двух слоев на изношенных чугунных деталях под последующую наплавку специальными электродами

I7.3.5. Сварку следует производить короткими участками длиной 50-80 мм.

I7.3.6. Каждый последующий валик накладывают после охлаждения предыдущего до температуры 60-70°С.

I7.3.7. В случае обрыва дуги ее следует возбуждать, отступив назад от кратера на 8-I0 мм.

I7.3.8. Участки сварки необходимо разбивать таким образом, чтобы при наложении валиков кратери не совпадали.

I7.3.9. При заварке дефектов на деталях с тонкими стенками (менее I0 мм) необходимо применять искусственный отвод тепла (водяное охлаждение).

I7.3.I0. При использовании медно-стальных электродов и электродов из сплава монель сварные швы рекомендуется проковывать сразу после обрыва дуги.

I7.4. "Горячая" заварка (с подогревом изделия)

I7.4.I. Подогрев заваривемой детали позволяет избежать трещин, замедляет скорость охлаждения, предупреждает возможность закалки зон отбала и тем самым допускает обработку наплавленного металла нормальным режущим инструментом.

В зависимости от температуры подогрева сварку разделяют на "полугорячую" с подогревом до 200-500°С и "горячую" с подогревом до 550-700°С. В обоих случаях можно применять как общий, так и местный подогрев.

Местный подогрев применяют главным образом для крупных деталей.

I7.4.2. При выборе температуры подогрева следует учитывать, что массивные детали с большим объемом наплавляемого металла должны нагреваться до более высоких температур, чем мелкие, с небольшим объемом наплавки.

I7.4.3. "Полугорячую", "Горячую" заварку осуществляют электродами, указанными в табл.9в.

Таблица 98

Способы заварки и применяемые электроды

Марка стержня электрода	Марка покрытия	Характеристика обрабатываемости наплавки	Область применения
"Полугорячая заварка"			
Чугунные прутки марки Б по ГОСТ 2671-70	НИ	Наплавленный металл обрабатывается нормальным режущим инструментом	Различные пороки на обрабатываемых, обработанных и ответственных необработанных поверхностях
"Горячая заварка"			
Чугунные прутки марки Б по ГОСТ 2671-70	ОМ4-I ФЧ-5С	Наплавленный металл обрабатывается нормальным режущим инструментом	Различные пороки больших размеров на обрабатываемых и необрабатываемых поверхностях

I7.5. Газовая заварка

I7.5.I. Газовую заварку дефектов чугунного литья применяют для устранения небольших и средних пороков как на обрабатываемых, так и необрабатываемых ответственных и неответственных поверхностях изделий.

I7.5.2. Кромки можно разделывать механическим путем, а также нагревом до начала расплавления и удалением расплавленного металла железным скребком.

I7.5.3. Кромки трещин и изломов скашивают под углом 40-50°.

I7.5.4. В качестве присадочного металла используют литые чугунные стержни марки А и Б по ГОСТ 2671-70. Прутки марки Б рекомендуются для сварки мелких деталей с местным подогревом.

I7.5.5. При сварке необходимо применять флюс, состав которого приведен ниже.

Компоненты	Содержание компонентов, вес, %
Натрий тетраборнокислый (бура) по ГОСТ 4I99-76	56
Натрий углекислый по ГОСТ 83-63	22
Калий углекислый (поташ) по ГОСТ 422I-76	22

I7.5.6. Флюс можно вводить в сварочную ванну следующими методами:

- окунанием во флюс разогретого при сварке конца присадочного прутка;

- предварительной обмазкой прутка;

- подачей флюса в сварочную ванну небольшим совком.

I7.5.7. Газовую заварку дефектов выполняют с подогревом.

I7.5.8. Температура предварительного подогрева должна быть в пределах для "холодной" сварки 400-550, для "горячей" - 600-700С.

I7.5.9. Подогрев в зависимости от размеров изделия, характера и места расположения дефекта может быть как местным, так и общим.

I7.5.I0. Режимы сварки в зависимости от толщины свариваемого металла выбирают согласно табл.99.

Таблица 99

Режимы сварки

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр присадочного стержня, мм	Расход ацетилена, л/ч	Номер наконечника горелки
До 5	6	500	3
5-I0	6-8	750-I200	4-5
I0-I5	8-I0	I200-I700	5-6
I5	I0-I2	I700-2500	6-7

I7.5.II. При сварке следует применять нормальное пламя или пламя с незначительным избытком ацетилена.

I7.5.I2. Для снятия внутренних напряжений рекомендуется заваренную деталь подвергать повторному нагреву до 500-600°С с последующим медленным охлаждением вместе с печью до 200°С и медленным охлаждением на воздухе.

I8. Заварка дефектов литья.

I8.I. Заварка дефектов литья должна производиться согласно стандартам предприятия, производственным инструкциям или технологическим процессам, разработанным с учетом указаний настоящего раздела стандарта.

I8.2. Предельные размеры, количество и виды дефектов, допускаемых к исправлению методом заварки, устанавливаются в технических документах, указанных в п. I8.I.

I8.3. Разделку дефектов производить ручным, механическим, а также термическим способами резки.

I8.4. В случае применения термических способов резки в зависимости от материала следует применять меры по предотвращению холодных трещин(подогрев, термообработка), рекомендованных в соответствующих разделах стандарта по сварке (например, закаливающиеся стали I2ХМ, I2МХ, I5Х5М и др.).

I8.5. Рекомендуются следующие конфигурации разделки кромок:

- с наклонными стенками под углом не менее I0° и прямым участком у основания не менее 1,5 мм;
- по дуге;
- комбинированная (сочетание двух предыдущих конфигураций).

I8.6. Поверхность разделки необходимо тщательно очистить от шлака, окалины, масел и др. загрязнений.

I8.7. Исправление трещин производить следующим образом:

- выявить границы трещины;
- засверлить концы трещины на всю ее глубину(если трещина несквоз-

ная, засверливание производится на глубину, превышающую на 1-2 мм глубину трещины в данном месте);

- произвести разделку кромок;
- проконтролировать полноту удаления трещины травлением, цветным или др. методом;
- произвести заварку (с учетом п. 18.5.).

18.8. Заварка дефектов литья может производиться любыми способами и теми же сварочными материалами, которые рекомендуются настоящим стандартом или др. нормативно-технической документацией для сварки данного материала.

18.9. В технической документации должна быть предусмотрена необходимость подогрева при сварке и термической обработки после заварки в зависимости от материала, размеров и конфигурации литья, объема наплавленного металла и др. факторов с целью снятия сварочных напряжений и устранения хрупких структур.

19. Контроль качества сварных швов.

19.1. Предприятие, выполняющее сварочные работы должно располагать средствами контроля и специалистами по контролю в соответствии с требованиями настоящего стандарта и технических условий на изделие.

19.2. На всех этапах производства аппаратуры следует осуществлять систематический пооперационный контроль.

19.3. Проверить перед сваркой правильность сборки соединений. Обратить особое внимание на правильность подготовки кромок, величину зазоров, совпадение кромок, очистку кромок и прилегающей к ним поверхности. Проверить размер и качество прихваток.

19.4. В процессе сварки контролировать соблюдение технологических рекомендаций по сварке.

19.5. После окончания сварки осуществляется контроль качества следующими методами:

а) внешним осмотром всех швов для обнаружения видимых дефектов: пор, прожогов, непроваров, значительных подрезов, трещин и т. д.;

б) испытаниями на прочность и герметичность (гидравлическими, пневматическими испытаниями, течеискателями и испытаниями на вакуумную плотность) согласно техническим условиям на изготовление изделия;

в) механическими испытаниями образцов-свидетелей с целью контроля прочности и пластичности сварных соединений;

г) металлографическими исследованиями;

д) замер твердости металла шва;

е) физическими методами в соответствии с Правилами Котлонадзора и ТУ на изготовление изделия (рентгено- и гаммаграфированием, ультразвуковым, люминесцентным, магнитным, цветным методами, контролем α-фазы и т.д.);

ж) при сварке сосудов из коррозионностойких сталей и двухслойных сталей, сплавов титана, никеля и других коррозионностойких материалов при указании чертежей на изделие, требования стойкости против межкристаллитной коррозии, испытаниями образцов-свидетелей на склонность к межкристаллитной коррозии в соответствии с ГОСТ 6032-75, а материалов, не предусмотренных ГОСТ 6032-75 - в соответствии с инструкциями.

I9.6. Внешнему осмотру подвергаются все сварные соединения всех изделий. Другие методы контроля и их объем принимаются в соответствии со стандартами, техническими условиями и чертежами на изделие.

I9.7. Для механических испытаний и металлографических исследований контрольные соединения (свидетели) следует сваривать одновременно с изготовлением контролируемых изделий, используя те же исходные материалы, методы сварки и сварочные режимы.

I9.8. Размеры контрольных соединений должны быть такими, чтобы из них можно было вырезать необходимое количество образцов для механических испытаний по ГОСТ 6996-66 (два образца для испытаний на растяжение; два - для испытаний на изгиб, четыре - для испытаний на ударную вязкость; один - для макро- и микро- исследований; и 2-4 (см. ГОСТ 6032-75) - для испытаний на МКК, если последние предусмотрены техническими условиями на изделие, а из

оставшейся части можно было бы вырезать удвоенное количество таких же образцов (на случай получения неудовлетворительных показателей по какому-либо виду механических испытаний первой партии образцов).

I9.9. Показатели механических свойств считаются неудовлетворительными, если хотя бы один из образцов дал результаты, отличающиеся от установленных норм более, чем на I0% в сторону снижения, а для ударной вязкости - на 2 кгс.м/см^2, при этом ни один результат испытания не должен быть ниже 2 кгсм/см^2).

I9.I0. Качество сварки по результатам металлографических исследований должно удовлетворять следующим требованиям:

а) при макроисследовании - в наплавленном металле или зоне термического влияния основного металла не должно быть трещин, а между слоями швов или между наплавленным металлом и кромками разделки - несваренных мест. Не допускается неполное проплавление по толщине металла, если это не предусмотрено чертежом.

- не должно быть пор и шлаковых включений, выходящих за пределы норм внутренних дефектов, установленных техническими условиями (или чертежом) на изделие .

б) при микроисследовании -

не должно быть микротрещин в наплавленном металле, переходной зоне и зоне термического влияния. Наличие закалочных и др. неблагоприятных структур может быть дополнительным браковочным признаком в случае неблагоприятных результатов механических испытаний.

I9.II. Если свариваются коррозионностойкие стали и сплавы, то из контрольной пластины следует вырезать три образца для коррозионных испытаний металла шва и зоны термического влияния по ГОСТ 6032-75.

I9.I2. Рентгено- и гаммапросвечивание сварных швов следует выполнять в соответствии с действующими стандартами на изделие. Правилами Госгортехнадзора и ГОСТ 75I2-75. Ультразвуковой контроль вы-

полнять в соответствии с инструкциями, утвержденными в установленном порядке.

19.13. Гидравлические и др. испытания на прочность и плотность, должны проводиться в соответствии с регламентом, установленным стандартами (техническими условиями) на изделие или отраслевыми инструкциями.

20. Техника безопасности

При проведении электросварочных, газосварочных и газорезательных работ в целях предотвращения несчастных случаев и создания условий для высокопроизводственной работы необходимо изучить и неукоснительно выполнять следующие инструкции:

- инструкция по технике безопасности для электросварщиков при ручной, автоматической и полуавтоматической дуговой сварке № 46 из "Сборника типовых инструкций по технике безопасности". Составляли: В.Л.Михайлова, В.П.Климова, И.П.Пуляев. М., "Машиностроение", 1974 г.

- инструкция по технике безопасности при газовой сварке и резке металлов № 47 из "Сборника типовых инструкций по технике безопасности" М., Машиностроение, 1974г

Зам.директора НИИхиммаш по научной работе — Ю.Л.Киприянов

Начальник отдела стандартизации — В.В.Дикин

Начальник отдела — А.Л.Белинкий

Руководитель темы — В.И.Логвинов

Исполнители: Л.П.Колосова

И.Л.Ган

А.Н.Перфильев

Е.А.Кислинская

СОГЛАСОВАНО:

Управление по котлонадзору и подъемным сооружениям Государственного Комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР (Госгортехнадзор СССР)

Заместитель начальника Управления № 13-82/113 от "3" февраля 1978г. А.И.Мурачев

СКТБ ХИММАШ

Начальник "6" февраля 1978г. Б.Ф.Шибряев

ЦК профсоюзов работников нефтяной, химической и газовой промышленности

Заведующий отделом охраны труда № 06/СВ-950 от "10" октября 1977г. Ю.Г.Сорокин

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. 4
I.I. Подготовка металла к сварке 4
I.2. Сварочное оборудование. 4
I.3. Подготовка кромок соединений под сварку 5
I.4. Сборка и прихватка. 6
I.5. Сварочные материалы 7
I.6. Квалификация сварщиков. 9
I.7. Условия выполнения сварочных работ. 10
2. СВАРКА УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ. 12
2.I. Ручная дуговая сварка. 12
2.2. Автоматическая дуговая сварка 15
2.3. Автоматическая сварка под флюсом углеродистых и низколегированных сталей с применением гранулированной металлической присадки. 20
2.4. Полуавтоматическая сварка под флюсом. 28
2.5. Аргонодуговая сварка. 29
2.6. Газовая сварка малоуглеродистой стали 29
2.7. Полуавтоматическая сварка углекислом газе 31
2.8. Ручная дуговая и автоматическая дуговая под флюсом сварка стали марок I2ХМ и I2МХ. 33
2.9. Ручная дуговая сварка соединений труб из стали марки I5Х5М. 36
3. СВАРКА ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ АУСТЕНИТНОГО И АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ. 38
3.I. Специальные требования. 38
3.2. Ручная дуговая сварка 41

Стр.

3.3. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем флюса. . 48
3.4. Сварка в среде защитных газов. 56
3.5. Автоматическая сварка под слоем флюса с гранулированной присадкой. 63
4. СВАРКА ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ 07Х16Н6 АУСТЕНИТНО-МАРТЕНСИТНОГО КЛАССА. 72
4.1. Ручная дуговая сварка. 72
4.2. Ручная аргонодуговая сварка сталей неплавящимся электродом. 73
5. СВАРКА ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ 08Х13, 08Х17Т и 15Х25Т - ФЕРРИТНОГО КЛАССА, СТАЛИ 14Х17Н2 - МАРТЕНСИТНО-ФЕРРИТНОГО КЛАССА . . . 73
6. СВАРКА ДВУХСЛОЙНЫХ СТАЛЕЙ С ПЛАКИРУЮЩИМ СЛОЕМ ИЗ СТАЛЕЙ МАРОК 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н16М3Т, 06ХН28МДТ, 15Х25Т, 08Х17Т, 08Х13. 78
7. СВАРКА РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ. 102
8. СВАРКА ТРУБ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ С ПОЛНЫМ ПРОПЛАВЛЕНИЕМ. 108
9. СВАРКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ МАРОК ВТ1-0, ВТ1-00, ОТ4-0, АТ3. . 112
9.1. Специальные требования 112
9.2. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. . 115
9.3. Автоматическая аргоно-дуговая сварка неплавящимся электродом. 123
9.4. Автоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом. 123
9.5. Автоматическая сварка неплавящимся электродом " погруженной дугой". 126
9.6. Автоматическая сварка под флюсом 129
9.7. Электрошлаковая сварка 130
10. СВАРКА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ МАРОК А85, А8, А7, А6, А5, АД0, АД1, АМГ1, АМГ3, АМГ5, АМГ6, АМн, АМцС. 133

Стр.

10.1. специальные требования. 133
10.2. Подготовка под сварку 133
10.3. Ручная дуговая сварка алюминия марок А85, А8, А7, А6, А5, АД00, АД0, АД1 146
10.4. Автоматическая сварка по флюсу. 148
10.5. Автоматическая и полуавтоматическая аргонодуговая сварка плавящимся электродом 150
10.6. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом . . 151
10.7. Автоматическая двухэлектродная сварка по флюсу. . 160
10.8. Газовая сварка. 161
11. СВАРКА МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ МАРОК М1Р, М2Р, М3Р, Л63. 168
11.1. Специальные требования. 168
11.2. Ручная дуговая сварка 169
11.3. Дуговая сварка угольным электродом. 171
11.4. Ручная и автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. 173
11.5. Полуавтоматическая сварка меди плавящимся электродом в среде азота, смеси аргона и азота и незащищенной дугой. 177
11.6. Автоматическая сварка под флюсом 179
11.7. Газовая сварка латуни Л63 181
12. СВАРКА НИКЕЛЯ МАРОК НП0, НП1, НП2, НП3. 183
12.1. Специальные требования. 183
12.2. Подготовка под сварку 183
12.3. Сборка под сварку. 184
12.4. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. . . 184
12.5. Ручная дуговая сварка. 187
12.6. Автоматическая дуговая сварка под флюсом. 193
13. РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА НИКЕЛЬКРЕМНИСТОГО СПЛАВА. 201

Стр.

I4. СВАРКА СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ НИКЕЛЬМОЛИБДЕНОВОГО Н7МФ (ЭП8I4А-ВИ) И НИКЕЛЬХРОМОМОЛИБДЕНОВЫХ ХН65МВ (ЭП760, ЭП567), [illegible], ХН60МБ (ЭП758). 210

I4.I. Специальные требования 210

I4.2. Ручная аргонодуговая сварка. 212

I4.3. Ручная дуговая сварка. 213

I4.4. Автоматическая аргонодуговая сварка сплавов ХН65МВ и ХН65МI6В неплавящимся электродом без присадочного металла. 214

I5. СВАРКА НИКЕЛЬХРОМОВОГО СПЛАВА. ХН78Т(ЭИ435). 215

I6. СВАРКА ДВУХСЛОЙНОЙ СТАЛИ, ПЛАКИРОВАННОЙ МЕДЬЮ - Вст3+МI. 222

I6.I. Подготовка под сварку, сборка и прихватка. 222

I6.2. Сварка. 224

I7. ЗАВАРКА ДЕФЕКТОВ В ЧУГУННОМ ЛИТЬЕ. 225

I7.I. Электродуговая заварка. 225

I7.2. Подготовка дефектных участков под заварку. 226

I7.3. "Холодная" заварка (без подогрева изделия) 226

I7.4. "Горячая" заварка (с подогревом изделия). 230

I7.5. Газовая заварка. 232

I8. ЗАВАРКА ДЕФЕКТОВ В СТАЛЬНОМ ЛИТЬЕ. 233

I9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ 234

20. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ. 237

gost.e-ecolog.ru