

С С С Р

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

---

СВАРКА В ХИМИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ.  
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ.

ОСТ 26-01-82-77

Издание официальное

РАЗРАБОТАН

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

Директор

И. И. Румянцев

Начальник отдела

А. Л. Белинский

Руководитель темы

В. И. Логвинов

Исполнители:

Л. П. Колосова

И. И. Ган

А. Н. Перфильев

Е. А. Киселинская

ВНЕСЕН

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

Директор

И. И. Румянцев

Начальник БНИОСа

В. В. Динин

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ техническим отделом Всесоюзного промышленного объединения

Начальник

В. В. Белинский

СОГЛАСОВАН

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

Заместитель начальника Управления

А. И. Мурачев

Специальным конструкторским и технологическим бюро химического машиностроения

Начальник

Б. Ф. Шибриков

ЦК профсоюзов рабочих нефтяной, химической и газовой промышленности

Заведующий отделом охраны труда

В. Г. Сорокин

УТВЕРЖДЕН

Всесоюзным промышленным объединением

Начальник

П. Д. Григорьев

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом по Всесоюзному промышленному  
объединению

от

8.12.77

№ 192

УТВЕРЖДЕНО:

Национального Всесоюзного промышленного

объединения

И.Д. Григорьев

" 6 " \_\_\_\_\_ 1972 г.

УДК 621.791

Группа В05

### ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

Сварка в химическом машино-  
строении. Основные положения  
и технологии.

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 1972 г.

до 01 01 1984 г.

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

Стандарт разработан с учётом действующих " Правил Госгортехнадзора СССР.

Регистр. № ВИФС 8090620  
20.09.78

Издание официальное

Настоящие воспроизведены



Стандарт устанавливает основные технические требования и технологии сварки и предназначен для использования при проектировании химического оборудования и разработки 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 и 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 26-01-1183-74) и другой аналогичной технической документацией на изделия химического машиностроения: ВСт 3сп

- стали углеродистые ВСт3сп, ВСт3сп, ВСт3Гпс по ГОСТ 380-71, 10, 15, 20 и по ГОСТ 1050-74, 15К, 16К, 18К, 20К по ГОСТ 5520-69;
- стали легированные 16Г, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1 по ГОСТ 19282-73, 17Г, 17ГС по ТУ 14-1-168-72, 12МХ, 12ХМ по ТУ 14-1-642-73, ТУ 24-10-003-70, 15ХМ по ГОСТ 20072-74;
- стали аустенитно-ферритного класса - 08Х22Н6Т (ЗНБ3), 08Х21Н6М2Т (ЗНБ4), 08Х18Н10Т (КО-3) по ГОСТ 5632-73;
- стали ферритного и мартенситно-ферритного классов - 08Х13, 08Х17Т, 12Х17, 15Х25Т и 14Х17Н2 по ГОСТ 5632-73;
- стали аустенитно-мартенситного класса - 07Х16Н6 по ГОСТ 5632-72;
- стали аустенитного класса - 12Х18Н9, 08Х18Н10, 12Х18Н9Т, 10Х18Н9Т, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 03Х18Н11, 08Х18Н12Б, 10Х18Н14М4Т, 03Х19АГ3Н10, 03Х13АГ19, 07Х13АГ20, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М2Т.

IOXI7HI3M3T, O3XI7HI4M3, O6XI7HI5M3T, O3XI8A73HIIM3E, IOX23HI8,  
O3X2I2H2IM4I7E по ГОСТ 5632-72 и техническим условиям;

- сплавы на никельникелевой основе (аустенитные) O6XH28MHT  
(3H943), O3XH28MHT (3H516) по ГОСТ 5632-72;

- сплавы на никелевой основе (аустенитные): H7OMF (3H814A-B4)  
по ТУ 14-123-82-75, XH65MB (3H567) по ГОСТ 5632-72, XH60MB (3H758)  
по ТУ 14-123-82-75; XH78T (3H435) по ГОСТ 5632-72, XH78T (3H435) по ТУ 14-123-82-75;  
по ТУ 14-123-82-75;

- двухфазные стали с коррозионностойким слоем из сталей марок  
O6XI3, O6XI7T, I5X25T, O6XI8HIOT, I2XI8HIOT, IOXI7HI3M2T, IOXI7HI3M3T  
O6XI7HI5M3T, сплав O6XH28MHT по ГОСТ 10685-75;.

- алюминий и его сплавы - A85, A8, A7, A6, A5 по ГОСТ 11069-74,  
A100, A10, A11, AMnC, AMr3, AMr5, AMr6 по ГОСТ 4781-74;

- медь - M1P, M2P, M3P по ГОСТ 859-66 и ее сплавы медноникель-  
ные (латуни) марок ЛБ3, ЛБ8 по ГОСТ 15527-70;

- никель - НН0, НН1, НН2, НН3 по ГОСТ 492-73 и его сплавы:  
никель-кремнистый (типа хастеллой Д) по ТУ НИИХимавиа;

- титановые сплавы - BTI-00, BTI-0, OTW-0, OTW-I по  
ГОСТ 19807-74, AT3 по ТУ 1-5-054-76;

- двухфазная сталь плакированная медью - BCT3сп+M1 по  
ТУ 14-1-1571-76;

- литые: из серого чугуна - Cч15-32, Cч18-36, Cч21-40, из  
стали - 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л.

\* Сплав опытный, состав уточняется.

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## I.1. Подготовка металла и сварки

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

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

I.1.3. Применяемые способы резки заготовок и нормы механической обработки после резки на конниках и термической резки в зависимости от вида металла должны соответствовать требованиям отраслевых или производственных инструкций, утвержденных в установленном порядке.

## I.2. Сварочное оборудование

I.2.1. Для выполнения сварки должны применяться сварочное оборудование и измерительная аппаратура, позволяющая обеспечить заданные настоящим стандартом режимы и надежность работы.

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

I.2.3. Сварочное оборудование должно быть в исправном состоянии и снабжено контрольно-измерительными приборами (амперметрами и вольтметрами). Правильность показаний приборов следует проверять не реже одного раза в месяц.

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

I.2.5. Для уменьшения деформаций свариваемых деталей рекомендуется применять подкучеры, отжимы и другое специальное оборудование.

### 1.3. Подготовка кромок соединений под сварку

1.3.1. Подготовка кромок и сборка соединений под сварку должны производиться по рабочим чертежам и технологическому процессу, разработанному заводом-изготовителем в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов и стандартов предприятия, а также другой нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке.

1.3.2. 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.

1.3.3. При обеспечении заданных формы и размеров, припуски на механическую обработку после термической резки для углеродистых и низколегированных сталей (кроме сталей окисленных и надириле I2XM, I2MX) не являются обязательными.

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

1.3.4. 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, масла и других загрязнений.

При автоматической сварке под флюсом зачистка производится с каждой стороны отката на расстоянии 100-200 мм (в зависимости от толщины металла), в противном случае повторно применять для сварки флюс не допускается.

1.3.5. Зачистку кромок производить механическим способом (отальной щеткой, наждачным кругом и др.).

1.3.6. Обезжиривание свариваемых кромок производить ацетоном, уайт-спиритом и другими растворителями с протирочным материалом из

1.4.5. Прихватки рекомендуется располагать со стороны, противоположной выполнению первого прохода. Поставленный прихваток на пересечении швов не допускается.

1.4.6. 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.

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

Рекомендуемый размер планок 100x100 мм и толщиной равной толщине свариваемого металла. Планки должны быть изготовлены из того же типа материала, что и с той же разделкой, что и свариваемое изделие.

## 1.5. Сварочные материалы

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

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

1.5.2.1. При приемке электродов проверяется:

- наличие сертификатов на поставленную партию электродов;
- наличие ярлыков на упаковке и соответствие их данным, 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, выбития, поры, 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 I-II группы допускается только для изготовления ответственных сварных швов, выполняемых конструктивными элементами конструкций.

В случае несоответствия данных сертификата данным ярлика 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 данным 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 ярликов на мешках или другой таре и соответствие их данным сертификатам;
- сохранность упаковки.

В случае несоответствия данным сертификата данным ярликов завод потребитель должен проводить испытание сварочного флюса в соответствии с ГОСТ 9987-69.

1.5.2.4. При приеме защитного газа проверяется:

- наличие сертификата на поставленный защитный газ;
- наличие ярлыков на баллонах и соответствие их данным 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.

1.5.3. Сварочные материалы должны храниться в сухих помещениях с температурой воздуха не ниже  $+17^{\circ}\text{C}$  и с влажностью воздуха до 60%.

1.5.4. Перед использованием после получения со склада или после прокали длительного хранения, и в случае обнаружения дефектов режима хранения после ИДД электроды и флюсы должны быть прокалены при температуре согласно паспортам или техническим условиям.

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

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

## 1.6. Квалификация сварщиков.

1.6.1. 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.

1.6.2. 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.

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

1.6.4. К руководству сварочными работами и контролю за соблюдением технологии и качества сварных соединений допускаются инженерно-технические работники, научившиеся познания настоящего стандарта, технологические процессы и другим действующим нормативно-техническим документам по сварке данного материала.

#### 1.7. Условия выполнения сварочных работ

1.7.1. 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 26-291-71 и др.).

1.7.2. Сварочные работы при изготовлении сосудов и аппаратов должны выполняться преимущественно при допустимой температуре в закрытых помещениях при температуре не ниже  $0^{\circ}\text{C}$ .

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

1.7.3. При выборе вида сварки следует предпочесть максимальное применение ее механизированных методов, или наиболее экономичных. Для тонких изделий (толщиной менее 5 мм) целесообразность применения автоматической сварки следует определять в каждом кон-



критном случае, в зависимости от серьезности дефектов, наличия оснастки и других условий.

1.7.4. Криволинейные швы или швы малой протяженности (менее 1,0 м) расположенные в нижнем положении, и швы, автоматическая сварка которых невозможна или нерациональна, рекомендуется выполнять полуавтоматической сваркой под флюсом или в защитном газе. Также швы, расположенные в других пространственных положениях, рекомендуется выполнять полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа или ручной электродуговой сваркой.

1.7.5. Сварку андефурт наплавок производить только после контроля качества сборки.

1.7.6. Режимы сварки, предусмотренные <sup>ме</sup> стандартом, могут уточняться применительно к конкретным производственным условиям, сварочному оборудованию и конструктивным особенностям изделий.

1.7.7. После сварки швов стальных, титановых и углеродистых соединений должны соблюдаться следующие требования:

- после сварки проверить на пробных пластинках той же толщиной, из материала того же типа что и свариваемые детали;
- при многослойной сварке швов стальных соединений не допускается образование 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 10-25 мм должны быть очищены от шлака. При этом зажигание дуги после перерыва сварки производится на ранее выполненном шве на расстоянии 10-20 мм от кратера этого шва.
- в случае образования промагов при выполнении первого шва двусторонней автоматической сваркой их рекомендуется удалять меха-

механическим, газопламенным или газосварочным способом с последующей механической зачисткой по нормам для данного материала;

- при двусторонней полуавтоматической и ручной сварке рекомендуется первый пров выкладывать со стороны, противоположной прихваткам. В случае удаления корня шва прихватки тоже удаляются;

- по окончании сварки металл шва и прилегающие к нему участки должны быть защищены от влаги и брызг.

1.7.8. Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнявшего эти швы. Клейма должны наноситься способом, обеспечивающим их сохранность на весь период эксплуатации изделия. Уб соответствия с ОСТ 26-291-71 или др. нормативно-технической документацией.

## 2. СВАРКА УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГировАННОЙ СТАЛИ

### 2.1. Ручная дуговая сварка

2.1.1. Конструктивные элементы подготовки <sup>денных</sup> кромок под сварку, тип и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 5264-69, ГОСТ 11534-75, для труб - ГОСТ 16037-70 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

2.1.2. В зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к изделиям сварка должна быть выполнена электродами, указанными в табл.1.

2.1.3. 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.

2.1.4. 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
ВСтЗкп, ВСтЗпс, ВСтЗсп, ВСтЗпс	342	АНО-5, АНО-17, и др.	По отраслевым стандартам на технические требования к изделиям (по ОСТ 26-291-71 или другим стандартам)
Ю0, Ю5, 20, Ю8К, Ю6К,	342А	УОНИ-13/45, УП-1/45, и др.	
	346	АНО-43, АНО-3, МР-3, ОЗС-4, ОЗС-6, ОЗС-3, ОЗС-12 и др.	
Ю8К, 20К	346А	АНО-8 и др.	
Ю6Тс, Ю9Тс, Ю10Тс, Ю10Тс1, Ю7Тс, Ю7Тс1	350А	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 342, 342А, 346, 346А электродами 350А 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
Э42	АНО-17	4	180-210	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток
		5	230-280	
		6	270-300	
Э42А	УОНИ-13/45	2	45-65	Постоянный ток, обратная полярность
		3	80-100	
		4	130-160	
		5	170-200	
		6	210-240	
	УЛ-1/45	2	45-65	Постоянный ток, обратная полярность или переменный ток
		3	100-130	
		4	140-160	
		5	160-250	
Э46	МР-3	4	160-200	Переменный и постоянный ток, обратная полярность
		5	180-260	
		6	280-320	
	ОС-4	3	90-100	Постоянный ток, любая полярность или переменный ток
		4	160-180	
		5	200-250	
		6	250-300	

Продолжение табл. 2

Типы электро- дов по ГОСТ 9467-75	Марки электро- дов	Диаметр электродов, мм	Сила сварочного тока, А	Род тока
346А	АНО-8	3	110-140	Постоянный ток, обратная полярность
		4	170-200	
		5	240-270	
350А	УОНИ-14/55	3	80-130	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-13 короткой дугой методом опирания либо дугой средней длины (в последнем случае достигается лучшее формирование шва); марок МР-3, ОСС-4 и ОСС-12 - как короткой, так и средней дугой.

## 2.2. Автоматическая дуговая сварка

2.2.1. Конструктивные элементы подготовки <sup>данных</sup> кромок под сварку, типы и размеры швов сварных соединений должны соответствовать ГОСТ 8713-70, ГОСТ 11533-75, для труб - ГОСТ 16037-70 или другой действующий 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	Пределные размеры аппарата		Тип шва по ГОСТ 8713-70 характеристика	
	диаметр, мм	толщина стыжки, мм		условное обозначение
Продольные стыки обечеек, патрубков и т.п. элементов	200-800	2-10	Односторонний без скоса кромок на флюсовой подушке или медной подкладке	C5
		8-24	То же, со скосом двух кромок	CI7
	200-800 <sup>2)</sup> 800 и более	2-32 <sup>2)</sup>	Двусторонний без скоса кромок с предварительным наложением подварочного шва ("на весу") без подварочного шва и на флюсовой подушке	C2 C3, C5 C6, C8
		I4-32 <sup>2)</sup>	То же с односторонним скосом двух кромок	CI3, CI4, CI5, CI6
Кольцевые стыки обечеек труб и т.п. элементов		24-160	То же с криволинейным скосом двух кромок	C2I, C22
		I6-60	То же с двумя скосами двух кромок	C30, C3I, C32, C34

Продолжение табл. 3

Вид соединения	Предельные размеры аппарата		Тип шва по ГОСТ 8713-70	
	диаметр, мм	толщина стенок, мм	характеристика	условное обозначение
		50-160	То же с двумя криволинейными скосами двух кромок	C33
	200-800	2-10	Односторонний без скоса кромок на стальной подкладке	C7
		8-30	То же со скосом двух кромок	C18
		16-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	C23
Кольцевые стыки днищ с обечайками и др. элементов разной толщины	200-800	8-30	Односторонний замковый со скосом двух кромок	C19
		16-50	То же с криволинейным скосом двух кромок	C24

- 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 в флюсе указанные в табл.4.

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

Таблица 4

Выбор марки присадочной проволоки

Марка свариваемого металла	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса по ГОСТ 9087-69	Условия применения
ВСтЗпн, ВСтЗпс, ВстЗсп,	Св-08, Св-08А, Св-08ГА <sup>1)</sup>		По отраслевым стандартам на
ВСтЗГпс, 10, 15, 15К, 16К, 18К, 20, 20К		АН 348А, ОСЦ 45М, АН-60 или им равноценные, АН-22 <sup>2)</sup>	технические требования к сосудам и аппаратам
17ГГ, 17ГГС 16ГГ, 09Г2С, 10Г2, 10Г2СМ	Св-08ГА Св-08ГС Св-08Г2С Св-10НН (ТУ14-1-2219-77) Св-08МХ <sup>3)</sup>		

Примечания:

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



- 2) флюс АН-22 для кипящих сталей не рекомендуется;
- 3) при этом должна быть проведена необходимость подогрева при сварке и отпуске после сварки в зависимости от толщины металла.

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

Таблица 5

## Режимы автоматической сварки под флюсом

Толщина сварива- емого металла, мм	Услов- ное обоз- наче- ние шва по ГОСТ 8713-70	Диа- метр сва- рочной прово- локи, мм	Свароч- ный ток, А	Напря- жение на ду- ге, В	Скорость сварки м/ч	Скорость подачи сварочной провода- нки, м/ч	Величина вылета провода- нки, мм	
5	C2	3	400-450	28-32	54,5-50,5	68,5	-	
8		4	550-650	30-32	54,5-50,5	87,5	-	
10		5	600-700	34-36	33-38	49-60	-	
12			700-750	36-38	29-36	58-62	-	
14			750-800	36-38	29-33	62-75	-	
16			800-850	36-38	25-29	67-78	50-60	
18			850-900	40-42	22-25	72-81	-	
20			900-950	42-44	21-25	78,0- -84,5	-	
22	C32			950-1000	42-44	19,5-21,0	84,5-91,0	-
24-60				750-1000	38-44	18-22	57,0- -111,0	-

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

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

К числу преимуществ использования крошки относят:

- повышение стабильности процесса автоматической сварки за счет снижения чувствительности к изменению зазора, позволяющее исключить прожог и протек металла;
- уменьшение остаточных сварочных деформаций;
- расширение диапазона толщин металла, свариваемого без предварительной разделки кромок;
- дополнительные возможности для получения оптимального состава металла шва, когда ограничен выбор сварочных материалов.

К недостаткам способа относят:

- повышение вероятности непровара при отсутствии надежного контроля положения электрода по центру свариваемого стыка;
- необходимость использования специального дозатора крошки в виде приставки к сварочному автомату.

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

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

2.3.3. Конструктивные элементы подготовки <sup>денных</sup> 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.

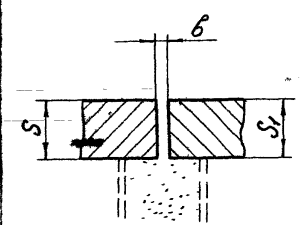
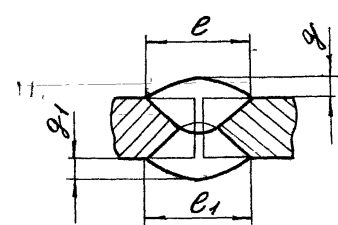
2.3.5. При автоматической сварке под флюсом с крешкой рекомендуется применять сварочные материалы, приведенные в табл.7.

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

Допускается засыпать крошку перед сваркой вручную.

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

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	
	$S = S_1$	$b$ номин. пред. откл.	$h$ (пред. откл. $\pm 1$ )	$e$ номин. пред. откл.	$e_1$ номин. пред. откл.	$g$	$g$	$d$	подготовленных кромок	выполненного шва		
С <sub>ж</sub> I Двусторонние наплавочные соединения без скоса кромок на флюсовой подушке	18	4		24	24				$\pm 2,0$ $-1,5$			
	20			26	26							
	22											
	24	5		30	30				$\pm 2,5$ $-1,5$			
	26											
	28											
	30	6		36	36							
	32											
	34				$\pm 4$	$\pm 4$	$\pm 2,5$ $-1,5$					
	36	7	$\pm 2$	-								
	38											
	40	8			40	40						
	42											
	44	8-9										
	46	9					$\pm 3,0$ $-2,0$					
	48	9-10										
	50	10			50	50						

Продолжение табл.6

[illegible]

Продолжение табл. 6

Условное обозначение шва по ГОСТ 8713-70	S = S <sub>1</sub>	Размеры в мм								Конструктивные элементы		
		b		h (пред. откл. ±1)	e		e <sub>1</sub>		g	g <sub>1</sub>	α	подготовленных кромок
	номинал	пред. откл.		номинал	пред. откл.	номинал	пред. откл.					
	56											
	58	0	±4	—	44	±5	44	±5	2,5 <sup>+1,0</sup> <sub>-2,0</sub>		30°±3°	
	60											
См 4	24											
Двусторонние швы отжоговых соединений с двумя симметричными скосами двух кромок с предварительным наложением подварочного шва	26			8	28	±4	28	±4				
	28											
	30	2	±1		35		35					
	32			9					2,5 <sup>+1,0</sup> <sub>-2,0</sub>		30°±3°	
	34											
	36				40		40					
	38					±5		±5				
	40											
	42				48		48					
	44								2,5 <sup>+1,0</sup> <sub>-2,0</sub>		30°±3°	
	46											
	48											
	50	3		10	56		56					
	52											
54				64		64						
56												
58				69		69						
60												

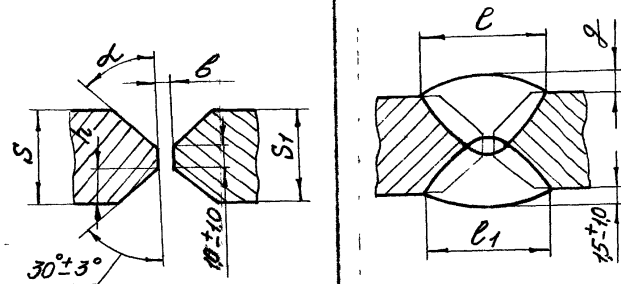


Таблица 7

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

Марка свариваемой стали	Сварочные материалы				
	марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70	марка крошки по ГОСТ 2246-70	флюс по ГОСТ 9087-69		
Ст3кп	св-08А	св-08ГА св-08Г2С	АН-349А, ОСП-45, АН-60 и им равноценные		
	св-08ГА				
	св-08Г2С	св-08А			
малоуглеродистые стали, кроме кипящих	св-08А				
	св-08ГА	св-08А св-08ГА			
	св-08Г2С	св-08А св-08ГА			
16ГС	св-08ГА	св-08Г2С			
09Г2С		св-08ГА св-10Г2			
		св-08МХ <sup>1)</sup>			св-08ГА
					св-08ГА
		св-10Г2	св-10Г2		
10Г2С1	св-08ГА, св-08МХ <sup>1)</sup>	св-08ГА			
	св-10Г2	св-10ГА св-08ГА			

1) С учетом примечания 3/ к таб. 4.

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

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

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

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

ТС-17М, ТС-35, АЭС, АЭС-1000-3 и другие на которые устанавливается специальный дозатор конструкции ИЭС им. Лавина для ИЭС-1000-3-спецстроил для дозирования крошки, подаваемой в зону сварки.

2.3.12. Сварку производить на источнике тока обратной полярности.

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

2.3.14. Сварка производится в нижнем положении или при угле наклона заготовок до  $3-4^{\circ}$  при боковых углах наклона сварка на "спуск" не допускается.

2.3.15. Режимы двусторонней односторонней сварки стыковых соединений без разделки кромок с применением крошки приведены в табл.8.

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



Таблица 8

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

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

$$G_{\text{кр}} = 5 \cdot \frac{d_{\text{эл}}^2 \cdot V_{\text{под}}}{V_{\text{сб}}} \quad \text{г/пог.м.,}$$

где  $d_{\text{эл}}$  - диаметр плавящегося электрода, мм

$V_{\text{под}}$  - скорость подачи электродной проволоки, м/ч

$V_{\text{сб}}$  - скорость в м/ч.

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

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

#### 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 ~~сварочных жгутов~~ <sup>используемых</sup> ~~подготовок~~ <sup>должны</sup> ~~сварки~~ соответствовать ГОСТ 8713-70, ГОСТ II533-75, 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. Собираемые под сварку детали и сборочные единицы следует прихватывать электродами, указанными в табл. I.

2.4.6. Сварку выполнять на переменном или постоянном токе.

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

Таблица 9

## Режимы полуавтоматической сварки под флюсом

Толщина сваривае- мого металла, мм	Диаметр свароч- ной про- волоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	Величина вылета проволоки, мм
4-6	2	200-250	32-34	18-30	79-101	25
8		250-300	34-36		126-156	
10		350-420	36-38		191-250	
12		450-540	38-42		306-378	
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, сварки тонкостенных патрубков и других специальных случаях.

2.5.2. Аргонодуговая сварка рекомендуется только для споконных сталей.

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

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

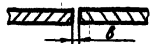

## 2.6. Газовая сварка малокремнистой стали

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. IО.

Таблица IО

Подготовка кромок под газовую сварку

Толщина металла, мм	Конструктивные элементы подготовлен- ных кромок свариваемых деталей	Притупле- ние С, мм	Зазор $\delta$ , мм
I-3		-	I-2
$\geq 3$		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 дуговой и плазмой. Плазменный 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  $\delta = 1-3$  мм угол наклона равен:  $20^\circ$ , при  $\delta = 12-15$  мм  $70^\circ$ . Угол наклона присадочного пучка равен  $30-45^\circ$ .

2.6.6. Плазмой устанавливать нормальное.

2.6.7. Режимы сварки принимать по табл. II.

Таблица II

## Режимы газовой сварки

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

## 2.7. Полуавтоматическая сварка в углекислом газе.

2.7.1. Конструктивные элементы <sup>сварных</sup> подготовленных 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 проволоки Св-08Г2СМ и, не менее, порошковых проволок ПИ-АН4, ПИ-АН7, ПИ-АН8; ПИ-АН10 (наплавленный металл соответствует типу 350А, ГОСТ 9467-75).

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

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

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

2.7.7. Режимы сварки приведены в табл.12.

Таблица 12

Режимы полуавтоматической сварки в углекислом газе

Толщина сваривае- мого ме- талла, мм	Условное обозначе- ние шва по ГОСТ 14771-76	Диаметр сварочной провода, мм	Свароч- ный ток, А	Напря- жение в на дуге, В	Расход СО <sub>2</sub> Л/ч	Колл- чество слоев	Скорость сварки, м/ч
0,6-1,0	C1	0,5-0,8	50-60	17-20	500-600	1	20-35
0,6-1,0	C2	0,5-0,8	60-80	17-20	500-600	1	25-35
1,2-2,0	C2	0,8-1,0	70-110	18-20	500-600	1-2	18-24
3-5	C2	1,6-2,0	160-200	21-24	600-800	1-2	20-22
3-8	C7	1,6-2,0	200-300	22-28	800-1000	2	25-30
5-8	C4	1,6-2,0	220-300	22-30	800-1000	1-2	18-22
10-14	C9	2,0	320-350	30-32	800-1000	2	18-22
16-24	C9	2,0	350-380	30-32	800-1000	4-5	18-22
26-30	C9, C10	2,0	350-400	30-34	900-1100	5	18-22
8-12	C17	2,0	380-400	30-32	800-1000	2-3	18-22
	C21						
12 и более	C25	2,0-2,5	440-520	30-32	800-1000	4	16-20
30 и более	C23	2,0-2,5	440-500	30-32	900-1100	10 и более	16-20
32 и более	C26	3,0	500-750	34-36	900-1100	12 и более	16-20

2.8. Ручная дуговая, автоматическая дуговая под флюсом и полуавтоматическая в углекислом газе сварка сталей марок 12ХН и 12МХ.

2.8.1. Конструктивные элементы подготовки <sup>доплавных</sup> кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264-69, ГОСТ 11534-75 при ручной дуговой сварке; ГОСТ 8713-70, ГОСТ 11533-75 при автоматической сварке под флюсом; для труб - ГОСТ 16037-70 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 электродом, применяемым для ручной сварки каждой марки стали.

2.8.4. Присадочные материалы для ручной дуговой, автоматической под флюсом и полуавтоматической в углекислом газе сварки сталей 12ХН и 12МХ, температура предварительного и сопутствующего подогрева представлены в табл.13.

2.8.5. В случае прерыва процесса сварки при выполнении промежуточных операций (срезка временных креплений, зачистка мест их приварки, зачистка корня шва) температура сварного соединения не должна спускаться ниже 200°C 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	Флюс, защитный газ	Температура подогрева °С
12МХ	Электроды типа Э-09МХ (ГЛ-14, УОНИ-13/45 МХ, ОЗС-II и др.)	-	200-250
	Проволока Св-08МХ	АН-15, АН-22, АН-348А, АН-60, ЗИО-Ф-2 и им рав- ноценные	150-200
	Проволока Св-10ХГ2СМА	Углекислый газ, Сорт I-II, ГОСТ 8050-76	150-200
12ХМ	Электроды типа Э-09ХМ (ЦУ-2ХМ, ТМЛ-1 и др.); Э-09ХМФ (ЦУ-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-II, ГОСТ 8050-76	

Примечания: I. Подогрев до температуры, указанной в таблице  
выполнять непосредственно перед <sup>а</sup>сваркой (предварительной)  
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 термобработке.

свыше 50 мм подвергают немедленной термообработке или, в случае необходимости, подогреву до температуры 300-350°C в течение 2-3 часов. Время до полной термообработки не ограничено.

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

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

2.9.2. Подготовку кромок труб под сварку необходимо выполнять согласно ГОСТ 16037-70 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 должны быть обеспечены подогрев перед резкой в соответствии с указаниями технологической инструкции.

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

2.9.4. Сварку стыков эмеевиков печей и трубопроводов из стали 15Х5М следует производить электродами марки ЭИ-17 типа ЭИХ5МЭ по ГОСТ 9467-75.

2.9.5. Прихватку и сварку выполнять с предварительным и сопутствующим подогревом свариваемых частей до температуры 300-350° 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.14.

Таблица 14.

Количество слоев в зависимости от свариваемой толщины

Толщина стенки, мм	Диаметр электрода, мм	Количество слоев
6-12	3-4	2-4
13-20	3-4-5	4-6
21-25	3-4-5	6-8
26-30	3-4-5	6-11

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

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. 15.

Таблица 15.

Режимы аргонодуговой сварки корневого слоя.

Диаметр вольфрамового электрода, мм	Режим сварки		Расход аргона, л/мин	
	сила тока, А	напряжение, В	горелка	поддув
2-4	120-160	9-11	8-10	3-10

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 стика ниже 300°С.

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

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

#### 3.1. Специальные требования.

3.1.1. 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.

3.1.2. Сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений, к которым предъявляются требования по стойкости против межкристаллитной коррозии (ММК) должны быть испытаны на склонность к ММК по ГОСТ 6032-75.

3.1.3. Сварочные материалы, предназначенные для сварки глубокоаустенитных сталей (не содержащих ферритную фазу), а также не обеспечивающих наличие ферритной фазы в направлении металла шва аустенитно-ферритных сталей, должны быть испытаны на стойкость против горячих трещин.

В качестве методов испытания рекомендуются применять для малых толщин составную пробу MBTU, больших толщин "Тавровую пробу" по ГОСТ 9466-76 или "жесткую стыковую пробу"<sup>М</sup> другие, предусмотренные соответствующей нормативно-технической документацией.

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. К глубокоаустенитным сталям и сплавам предусмотрены в настоящем стандарте относятся:

08X17H15M3T (ЭИ 509); 03X17H14M3 (ЭИ 66);  
03X21H21M4T (ЭИ 35); 10X23H18 (ЭИ 417);  
06XH28M1T (ЭИ 943); 03XH28M1T (ЭИ 516).

2. Сварочные материалы, не обеспечивающие ферритную фазу в направлении металла, указываются в соответствующих разделах настоящего стандарта.

3.1.4. Сварочные материалы, предназначенные для сварки изделий, работающих при температуре выше  $350^{\circ}\text{C}$  (кроме изделий, изготавливаемых из глубоконаустойчивых сталей) при отсутствии сертификатов или паспортных указаний подвергаются контролю на содержание ферритной фазы в металле шва или наплавленном металле (с учетом примечания I к табл. 20).

3.1.5. 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 (впадин) с учетом требований ГОСТ 14792-69.

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

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

3.1.8. Для уменьшения перегрева и обеспечения оптимальных механических свойств и коррозионной стойкости сварку соединений небольшой толщины (менее 8-10 мм) необходимо вести при максимально возможной скорости.

3.1.9. При многослойной сварке каждый проход выполнять после охлаждения предыдущего до температуры ниже  $100^{\circ}\text{C}$  и тщательной его зачистки.

3.1.10. Швы, обращенные в 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 ива 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.

3.1.11. Для предотвращения горячих трещин особенно в соединениях большой толщины (10 мм и более) глубокоаустенитных сталей (П.3.1.3);

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

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

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

г) в случае вынужденного обрыва дуги до ее 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;

3) применять комбинированный способ сварки соединений большой толщины, при котором внутренние и внешние не соприкасающиеся с агрессивной средой <sup>шва</sup> ~~швы~~ 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.

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

### 3.2. Ручная дуговая сварка

3.2.1. Конструктивные элементы подготовки <sup>сварных</sup> ~~сварных~~ кромок и размеры сварных швов должны соответствовать ГОСТ 5264-69 и ГОСТ II534-75, для труб - ГОСТ 16037-70 или другой действующей нормативно-технической документации и чертежам.

3.2.2. В зависимости от марок стали и требований, предъявляемых к изделию, сварку и прихватку выполнять электродами, указанными в табл.16.

Таблица 1Б.

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) I)	Допускаемая температура эксплуатации соединений и условия применения электродов	
		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	При наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
08X18N10 12X18N9	Э-07X20N9 (03Л-8)	не ограничено	не допускается
	Э-04X20N9 (03Л-14А, 03Л-36)	до 550° С	не допускается
08X18Г8Н2Т 08X22Н6Т 08X18Н10Т 12X18Н9Т 12X18Н10Т	Э-07X20N9 (03Л-8)	не ограничено	не допускается
	Э-04X20N9 (03Л-14А, 03Л-36)	до 500° С	не допускается
08X18Н12Б 10X18Н9ТЛ	Э-08X20Н9Г12Б (03Л-7, 4Л-11, Л-38М, Л-40М)	до 450° С	до 350° С свыше 350° до 450° после стабилизирующего отжига (кроме ст. 08X22Н6Т)
	Э-08X19Н10Г12Б (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) <sup>1)</sup>	Допускаемая температура эксплуатации соединений и условия применения электродов		3)
		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	При наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии	
03Х18Н11	Э-02Х21Н10Г2 (03Л-22)	до 450°C	до 350°C	
03Х19АГ3Н10	Э-02Х19Н9Б (АНВ-13)	не ограничено	до 350°C свыше 350°C для <del>400°C</del> после стабилизирующего отжига	
10Х14Г14Н4Т	Э-03Х15Н9АГ4 (АНВ-24)	до 500°C	-	
03Х13АГ19	Э-07Х20Н9 (03Л-8)	до 350°C	-	
07Х13АГ20	Э-04Х20Н9 (03Л-16, 03Л-36)	без требования равнопрочности металлов		
	Э-08Х20Н9Г2Б (03Л-7, ЦЛ-11, ЛЗМ, Л-40М)	основному металлу		
08Х17Н13М2Т	Э-02Х20Н14Г2М2 (03Л-20)	не ограничено	до 350°C при условии подтверждения стойкости против межкристаллитной коррозии предвари-	
08Х17Н15М3Т	Э-02Х19Н18Г5АМ2 (АНВ-17)			

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-76 (марка электродов) <sup>1)</sup>	Допускаемая температура эксплуатации <sup>2)</sup> соединений в условиях применения электродов	
		Без трещин и стойкости при гнз межкристаллитной коррозии	При наличии трещины стойкости против межкристаллитной коррозии
08X17H13M2T			таких соединений сварных соединений конструктивной стали
08X17H15M3T	Э-06X19H12M2 (ЭНТУ-3М) 06X18H13M2 (АНВ-26)	не ограничено	не допускается
10X17H13M2T	Э-07X19H13M3T2 (3А-400/10у); 06X18H13M2 (АНВ-26)	до 450°C свыше 450°C до 700°C при условии содержания ферритной фазы не более 6%	до 350°C
10X17H13M3T	Э-09X19H10T2M2B (НЛ-13, СЛ-28)		
06X12H6M2T	Э-06X19H11T2M2 (ЭНТУ-3М)	не ограничено	не допускается
03X18A13H11M3	Э-02X19H18T5M3 (АНВ-17)	не ограничено	до 350°C
03X17H14M3	Э-02X20H14T2M2 (ОЗЛ-20)	-	до 350°C

## Продолжение табл.16

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов) <sup>1)</sup>	Допускаемая температура эксплуатации соединений и условия применения электродов <sup>3)</sup>	
		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	При наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
	04Х23Н27М3Д3Г2Б (03Л-17у) ТУ 14-4-715-75 04Х21Н21М4Г2Б (03Л-26А) ТУ 14-4-316-73	-	до 350°C
03Х21Н21М4Г2Б (3М-35)	Э-02Х19Н18Г5АМЗ (АНВ-17) 04Х23Н27М3Д3Г2 (03Л-17уП) <sup>4)</sup>	для внутренних и фасонных сварных швов, но обрабатываемых в коррозионной среде	не допускается
06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2Б (03Л-17у) ТУ 14-4-715-75 04Х23Н26М3Д3Г2Б (03Л-37) ТУ 14-168-18-76	на абразивных и карбоциклических средах, а также в кислых растворах при длительном контакте с металлом	до 350°C
	04Х23Н27М3Д3Г2Б (АНВ-28)	для внутренних и фасонных сварных швов, но обрабатываемых в коррозионной среде, а также	до 350°C при подтверждении коррозионной стойкости испытаниями в конкретной среде

## Продолжение табл. І6

Марка свариваемой стали	Тип электродов по ГОСТ 10052-75 (марка электродов) <sup>1)</sup>	Допускаемая температура эксплуатации соединений и условия применения электродов <sup>3)</sup>	
		Без требования стойкости против межкристаллитной коррозии	При наличии требования стойкости против межкристаллитной коррозии
	04Х23Н27М3Д3Г2 (03Л-І7уП) <sup>4)</sup> 06Х23Н27М3Д3Г2 (3ИГ-І0)	прихватки при толщине металла больше 10 мм.	не допускается
10Х23НІ8	Э-10Х25НІ3Г2 (03Л-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. Изготавливаются по согласию.

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. I7.

Таблица I7

## 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. I8.

Таблица 18.

## Диаметры электродов.

Толщина металла, мм	Разделка кромок	Порядковый номер слоя шва (прохода)	Диаметр электро- да, мм
2	без разделки	I	3
3	—	I	3
3-20	односторонняя	II	3
		2,3 4 и после- дующие	3,4 4,5
14 и более	двухсторонняя	I	3-4
20 и более	односторонняя с криволинейным оскосом кромок	2 и после- дующие	4-5

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При толщине металла менее 3 мм, а также для обеспе-  
чения полного проплавления в первом слое односто-  
ронних швов большей толщины, ручную дуговую сварку  
рекомендуется заменить аргоно-дуговой сваркой.

3.2.5. Сварку высоколегированных коррозионностойких сталей вы-  
полнять на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

3.3. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под слоем  
флюса.

3.3.1. Конструктивные элементы, <sup>данных</sup> подготовка кромок и размеры  
сварных швов должны соответствовать ГОСТ 8713-70, ГОСТ 11533-75, 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  $350^{\circ}\text{C}$  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 указанными 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
06Х22Н6Т (ЭП-53)	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	АН-26с	от минус $40^{\circ}\text{C}$ до $300^{\circ}\text{C}$	не допускается
08Х18Г8Н2Т (КО-3)	Св-06Х21М7БТ по ТУ14-I-1389-75 Св-07Х18Н9ТЮ Св-05Х20Н9ФБС Св-08Х20Н9С2БТЮ	по ГОСТ 9087-69	от минус $40^{\circ}\text{C}$ до $300^{\circ}\text{C}$ (при необходимости замены других марок)	от минус $40^{\circ}\text{C}$ до $300^{\circ}\text{C}$
	ТУ14-I-II40-74	48-00-6	ОСТ 5.9268-75	

## Продолжение табл. I9

Марка свариваемой стали	Марка проволоки по ГОСТ 2246-70	Марка флюса	Допустимая температура эксплуатации и условия применения	
			Без требований стойкости против МКК	При наличии требований стойкости против МКК
12Х18Н9 08Х18Н10 08Х18Н10Т	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	АН-26 по ГОСТ 9087-69	до 600°C	не допускается
12Х18Н9Т	Св-07Х18Н9Т0	48-Ф-6	до 600°C,	до 350°C,
12Х18Н10Т	Св-05Х20Н9ФБС	ОСТ 5.9206-75	(при необходимости замены других материалов) п.3.3.3	свыше 350°C
08Х18Н12Б	Св-08Х20Н9С2БТ1			до 600°C
10Х18Н9ТМ	ТУ 14-1-1140-74 корошковая проволока ПН-АНБ I по ВТУ ИЗС121-76			после стабильного отжига (табл.20)
03Х18Н11	Св-01Х18Н10 по ТУ14-1-973-74, Св-01Х19Н9	АН-18 по ТУ14-1-503-73	-	до 350°C
03Х19АГ3Н10	Св-01Х20Н18АГ12 по ТУ14-130-134-75			
10Х14Г14Н4Т (ЭИ-711) 03Х13АГ19 (4С-36) 07Х13АГ20 (4С-46)	Св-05Х15Н9 ГБАН по ТУ14-1-1595-76	АН-26 с ГОСТ 9087-69	по техническим условиям (стандартам) на изделия	-



## 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
08X17H13M2T	Св-04X19H11M3	АН-26с	до 700°C	не до-
10X17H13M2T	Св-06X19H10M3T	ГОСТ 9087-69	(п. 3.3.3.)	пускается
10X17H13M3T	Св-06X20H11M3TB	48-03-6 по	до 700°C	до 350°C
08X17H15M3T	Св-06X19H10M3Б	ОСТ 5.9206-	(при необходимости замены	
	Св-08X19H10M3Б	75	других марок)	
	Св-01X19H18TiOAM4 (ЭП-690) по ТУ14-I-1892-76	АН-18 по ТУ14-I- -509-73	до 350°C (для получения шва без феррит- ной фазы)	до 350°C при под- тверждении коррозий- ной стой- кости предвари- тельными испита- ниями
03X17H14M3	Св-01X17H14M2 по ТУ14-I-973-74			
	Св-01X19H18TiOAM4 по ТУ14-I-1892-76			до 350°C
08X18Al3H11M3B				

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
08Х21Н6М2Т	Св-04Х19Н10М3	АН-26 с	от минус 40°C	не допускается
	Св-06Х19Н10М3Т	по ГОСТ	до 300°C	
	Св-06Х19Н10М3Б	9087-69.	от минус 40°C	от минус 40
	Св-08Х19Н10М3Б	48-05-6 по	до 300°C (при	до 300°C
	Св-06Х20Н10М3ТБ	ОСТ 5.9260-75	необходимости замены других марок)	
03Х21Н21М4Б (ЗН-3Б)	Св-02Х21Н21М4Б (ЗН-69) по ТУ14-1-160-71 Св-01Х23Н28М3ДЗТ Св-03Х23Н25М3ДЗБ (ЭП516Б) по ТУ 14-130-154-76	АН-18	-	до 350°C
03ХН28МДТ (ЭП-516)	Св-01Х23Н28МЗДЗТ (ЭП-516)	по ТУ14-1-509-73		
06ХН28МДТ (ЗН-943]	Св-03Х23Н25МЗДЗБ (ЭП-516Б) по ТУ14-130-154-76			

## 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-26 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 эксплуата- ции соединений, °C	Содержание феррит- ной фазы, % (не более)
С В-07Х18Н9ТЮ	до 350	не ограничивается
СВ-07Х19Н9ФБ	свыше 350 до 450	10
СВ-07Х25Н13	свыше 500 до 550	8
СВ-07Х25Н12ТЮ	свыше 550	6
СВ-04Х19Н1МЗ		
СВ-06Х19Н10МЗБ		
СВ-08Х19Н10МЗБ		
СВ-06Х19Н10МЗТ		
СВ-06Х19Н10МЗТБ		
СВ-05Х20Н9ФБС	до 350	не ограничивается
СВ-08Х20Н9С2БТЮ	свыше 350 до 450	10
	свыше 450 до 550	6
	свыше 550	4

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Контроль ферритной фазы сварочных проволок, рекомендо-  
ванных настоящим разделом стандарта, а не пе-  
речисленных в таблице, не требуется

2. В зависимости от ответственности конструкций,  
температурных условий эксплуатации и предусмотре-  
нных мер по предотвращению последствий округливания  
сварных соединений (предельных в основном при  
определении 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 полуматематической 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	2	170-220	30-32		79-101	25
8		230-300	32-34		126-152	
10		300-360	34-36		191-250	
12		370-420	36-38	18-30	306-378	
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 <sup>сварных</sup> кромок 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 ~~промышленные~~ чистый 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 неплавящим<sup>с</sup> 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-08Х20Н9С2БТД по ТУ14-I-II40-74	Углекислый газ по ГОСТ 8050-76 (сорт I-ый)	от минус 40°C до 300°C	до 300°C
	Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н10Т Св-06Х21Н7БТ по ТУ14-I-1389-75 Св-07Х19Н10Б Св-07Х18Н9ТД	Аргон по ГОСТ 10157-73 (сорт высший, I-II 2-й). Гелий по	от минус 40°C до 300°C от минус 40°C до 300°C (при необходимости замены других марок).	не допускается от минус 40°C до 300°C
08Х18Н10 08Х18Н10Т 12Х18Н9Т 12Х18Н10Т 08Х18Н12Б	Св-04Х19Н9 Св-01Х19Н9 Св-06Х19Н9Т	Ту-51-689-75 высокой чистоты п.3.4.2.	До 600°C	не допускается до 350°C свыше 350°C до 600°C после стабилизирующего отпуска



## 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-05Х20Н9ФВ	Аргон по ГОСТ 10157-73 (сорт высший 1-2)	до 600°C	до 350°C, свыше 350 до 600°C после стабилизирующего отжига
03Х18Н11	Св-01Х18Н10 по ТУ14-I-973-74	Гелий по ТУ-51-689-75	-	до 350°C
03Х19АГ3Н10	Св-01Х20Н18АГ12 по ТУ14-I-30-134-75	(высокой чистоты) п.3.4.2.	до 600°C	до 350°C
	Св-01Х18Н10 по ТУ14-I-973-74		до 600°C без требования равнопрочности соединений	до 350°C без требования равнопрочности соединений
	Св-01Х19Н9		То же при допустимости ферритной фазы	То же, при допустимости ферритной фазы
10Х14Г14Н4Т (3Н-711) 03Х13АГ19 (4С-36) 07Х13АГ20 (4С-46)	Св-05Х15Н9Г6АМ по ТУ14-I-1595-76		По техническим условиям (стандарту) на надежность	-

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
08Х17Н13М2Т	Св-04Х19Н1МЗ		до 700°C;	не допускается
10Х17Н13М2Т	Св-06Х19Н1ОМЗТ		п.3.3.3.	до 350°C
10Х17Н13МЗТ	Св-06Х20Н1МЗТБ		до 700°C; п.3.3.3.	до 350°C
	Св-06Х19Н1ОМЗБ		для замены других марок.	
	Св-08Х19Н1ОМЗБ			
	Св-01Х19Н18П1ОАМ4 (ЭП-690)		до 350°C для получения навоз без ферритной фазы	до 350°C при подтверждении стойкости против МКК предварительными испытаниями
08Х17Н13М2Т	по ТУ14-I-1892-75			
	Св-01Х17Н14М2 по ТУ 14-I-973-72	Аргон по ГОСТ 10157-73		до 350°C
08Х17Н15МЗТ	Св-01Х17Н14М2 по ТУ14-I-973-72			
03Х17Н14МЗ	Св-01Х19Н18П1ОАМ4 (ЭП-690)			
03Х18ВГЗН1МЗБ	по ТУ14-I-1892-75	высокий, I-II и 2-40		
	Рейки по ТУ14-I-1892-75	Рейки по ТУ51-689-75	от минус 40 до 300°C	не допускается
08Х21Н6М2Т	Св-04Х19Н1МЗ	(высокой частоты). п.3.4.2.	от минус 40 до 300°C	от минус 40 до 300°C
	Св-06Х19Н1ОМЗТ			
	Св-06Х19Н1ОМЗБ		от минус 40 до 300°C для замены других марок.	
	Св-08Х19Н1ОМЗБ			
	Св-06Х20Н1МЗТБ			

## 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
03Х2Н2Г1М4ГБ (ЭИ-35)	Св-02Х2Н2Г1М4Б (ЭИ-69) ТУ-14-1-160-71	Аргон по ГОСТ 10157-73	-	до 350°C
06ХН28МТГ (ЭИ-943) 03ХН28МДТ (ЭИ-516)	Св-01Х23Н28М3Д3Т	(сорт высший, I-II и 2-й) Гелий по ТУ51-689-75 (высокой чистоты) п.3.4.2.	по техническим условиям (стандарту) на надежность	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 малонапряженным тоном высокой частоты от осцилляторов (ОС-1, ОСП-3-1 или др.). Угол наклона вольфрамового электрода к свариваемому изделию должен составлять при автоматической сварке  $75-80^\circ$ , при ручной  $60-80^\circ$ , а угол между электродом и присадочной проволокой  $90^\circ$ .

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 затанированные по ТУ 48-19-27-72.

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

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.

3.4.10. Перемещение электрода и присадочной проволоки в процессе сварки должно быть равномерно-поступательным. При ручной сварке допускается возвратно-поступательные перемещения присадочной проволоки без выводи её из зоны защитного газа. Поперечные колебания не рекомендуются.

3.4.11. Сварку следует вести без перерывов. В случае вынужденного перерыва перекрывать ранее наложенный шов на 10-20 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  $0,1-0,3 \text{ кгс/см}^2$ .

3.4.14. При автоматической сварке неплавящимся электродом дугу возбуждать замыканием дугового промежутка графитовым или угловым стержнем. При ручной сварке предварительно разогреть 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, 03Х2Н2ГМ4ГБ, 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 про- ходов	Диаметр электро- да, мм	Сварочный ток, А	Напря- жение дуга, В	Скоро- сть сварки м/ч	Расход аргона в горелку, л/мин
Ручная дуговая	2-6	I-2	1,6-2,0	50-80	I0-II		6-8
исплавляющимся	6-12	2-6	2,0-3,0	80-120	I0-II	-	8-10
электродом	12-20	6-16	3,0-4,0	120-200	I0-I2		10-12
Полуавтомати- ческая дуговая	2,5	I	I,0	140-180			6-8
плавящимся	3,0	I	I-I,6	150-260			6-8
электродом	4,0	I	I-I,6	160-300	20-25	-	7-9
	6,0	I-2	I,6-2,0	220-320			9-12
	8,0	2	I,6-2,0	320-360			11-15
	10,0	2	2,0	290-380			12-17
Автоматическая	2,5	I	I,6-2,0	160-240			6-8
дуговая плавя-	3,0	I	I,6-2,0	200-280		20-40	6-8
щимся электро-	4,0	I	2,0-2,5	220-320	20-30		7-9
дом	6,0	I-2	2,0-2,5	280-360			9-12
	8,0	2	2,0-3,0	300-380		I5-30	11-15
	10,0	2	2,0-3,0	320-440			12-17

Примечание: Режимы приведены для стиковых соединений  
со стандартной подложкой кремек.

3.5.2. Автоматическую сварку под слоем флюса с гранулированной металлической присадкой, засыпаемой в раздельку 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 (кромку) изготовить из сварочной проволоки диаметром 1,6-3,0 <sup>мм</sup> на металлургических (феррических и др.) станках с помощью соответствующих приспособлений и подачи 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 сталей 03Х2ГН2ГМАГБ и сплавов 06ХН28МДТ и 03ХН28МДТ предпочтительнее выполнять прихватку аргоно-дуговой сваркой. В случае необходимости дуговой прихватки применять электроды АНВ-28, 03А-177/без покрытия в покрытии, а для сталей 03Х2ГН2ГМАГБ 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.

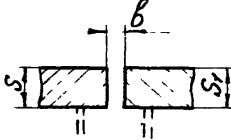
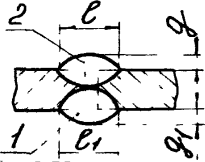
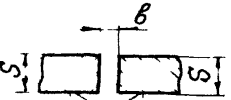
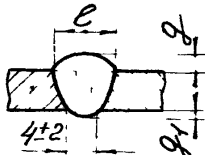
3.5.10. Первые проходы при автоматической сварке выполнять на флюсовой подушке, оставшейся подкладке, не расплавляемой вставке или ручной подварке.

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

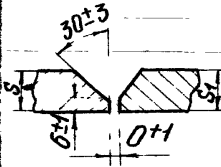
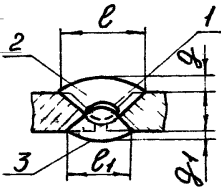
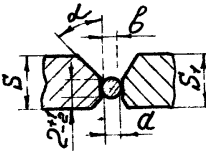
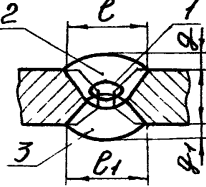


Таблица 25.

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

Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы		Размер, мм			
		подготовки кромок	выполненного шва	$S=S_1$	$b$	$l=l_1$	$g=g_1$
СК1А	Стыковой двухсторонний шов без скоса кромок на флюсовой подушке с гранулированной присадкой; 1-первый слой с крошкой 2-второй слой без добавления крошки.			12	$3 \pm 1$	$22 \pm 4$	$2,5 \pm 1$
				14			
				16	$4 \pm 1$		
				18			
				20	$5 \pm 1$	$24 \pm 5$	
				24			
				30	$6 \pm 1,5$	$26 \pm 6$	
				36	$7 \pm 1,5$		
				40	$8 \pm 1,5$	$30 \pm 8$	$2,5 \pm 2$
				45	$9 \pm 2$		
				50	$10 \pm 2$	$36 \pm 10$	
СК2А	Стыковой односторонний шов без скоса кромок на флюсовой подушке			8	$3 \pm 1$	$20 \pm 4$	$2 \pm 1$
				10			
				12	$4 \pm 1$	$22 \pm 4$	$2,5 \pm 1$

Продолжение табл.25

Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы		Размер, мм			
		подготовки кромок и сборки	выполненного шва	$S=9$	$b$	$l=l_1$	$g \cdot g_1$
СкЗЛ	<p>Стиковой двусторонний шов со скосом двух кромок с предварительной ручной подваркой;</p> <p>1 - ручная подварка;</p> <p>2 - второй слой с крошкой;</p> <p>3 - третий слой без крошки.</p>			I2	2±1	16±3	2,5±1
				I4		18±4	
				I6=		22±5	
				18	3+1 -2	22±5	2,5+2 -1
				20		24±5	
				22			
				24			
Ск4Л	<p>Стиковой двусторонний шов с двумя скосами двух кромок с предварительной ручной подваркой:</p> <p>1 - ручная подварка с закладной проволокой в зазор;</p> <p>2 - второй слой с крошкой;</p> <p>3 - третий слой с крошкой</p>			16	3+1	18±4	2,5+2 -1
				18		20±4	
				20			
				22	4+1	22±4	
				24			
				26			
				28		22±4	

Продолжение табл. 25

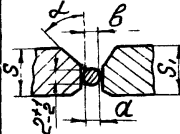
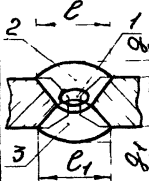
Условное обозначение (тип) шва	Характеристика выполненного шва	Конструктивные элементы		Размер, мм			
		подготовки кромок	выполненного шва	$S=S_1$	$\delta$	$l=l_1$	$g=g_1$
Ск4Л	<p>Стыковой двухсторонний шов с двумя скосами двух кромок с предварительной ручной подваркой:</p> <p>1 — ручная подварка с закладкой проволоки в зазор;</p> <p>2 — второй слой с кромкой;</p> <p>3 — третий слой с кромкой.</p>			30	4+I	$25 \pm 5$	$2,5 \pm 2$
				36			
				40			
				45			
				50			

Таблица 26.

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

Условное обозначение пва (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
Ск1	12	4	1; 2	0,1; 0	510; 550	34-36	24;26
	14			0,15;0	530; 590	34-36	24;26
	16			0,2; 0	590; 650	36-38	22;24
	18	5	1; 2	0,2; 0	700; 750	37-39	32;34
	20			0,25;0	750; 800	38-40	30;32
	25			0,25;0	800; 850	39-41	28;30
	30			0,3; 0	850; 900	40-42	24;26
	35			0,35;0	900; 950	41-43	24;26
	40			0,4; 0	950;1000	42-44	22;24
	45				1050;1100	44-46	22;24
	50				1150;1200	46-48	20;22
Ск2	8	3	I	0,1;	480;	30-34	22
	10	4	I	0,15;	630;	32-34	22
	12			0,2;	650;	32-34	20
Ск3	12	4	2; 3	0,8; 0	530; 580	34-36	28;30
	14			1,0; 0	570; 630	36-38	26;32
	16			1,2; 0	600; 680	36-38	24;32
	18	5	2; 3	0,8; 0	700; 750	38-40	28;32
	20			1,0; 0	750; 800	38-40	28;32
	22			1,1; 0	780; 830	38-40	26,30
	24			1,2; 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 крошки $G_{кр}/G_{пр}$	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч
Ск4	16	4	2; 3	0,8; 1,0	500; 550	36-38	28; 30
	18			0,6; 0,8	550; 600	36-38	28; 30
	20			0,4; 0,6	550; 600	36-38	24; 26
	22			0,8; 1,0	600; 650	38-40	24; 26
	24			0,6; 0,8	650; 700	40-42	22; 24
	26			1,0; 1,2	700; 750	42-44	22; 24
	28			0,4; 0,6	650; 700	40-42	18; 20
	30			0,6; 0,8	700; 750	40-42	18; 20
	35	5	2; 3	0,6; 0,8	900; 950	42-44	24; 26
	40			0,8; 1,0	900; 950	42-44	22; 24
	45			0,6; 0,8	1000; 1050	44-46	22; 24
	50			0,8; 1,0	1050; 1100	46-48	20; 22

ПРИМЕЧАНИЕ: 1).  $G_{кр}$  - количество засыпаемой крошки

$G_{пр}$  - количество расплавляемой проволоки

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

#### 4. СВАРКА ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ 07Х16Н6 АУСТИТИНО-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 14-1-987-74 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 10398-68	32,5
Синтрат корунд плазменный	ГОСТ 4421-73	10,0
Диоксид титана	МНТУ6-10-1361-83	24,0
Барий фтористый	ГОСТ 7168-75	20,0
Ферросилиций Фс45	ГОСТ 1415-70	8,0
Порошок молибденовый	ТУ 4819-106-73	5,5
Стекло натриевое каленое	ГОСТ 13078-67	30% к весу сухой смеси

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 групп. 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. Собираемые под сварку детали и сборочные единицы прихватывают теми же электродами, которыми осуществляется сварка.

4.1.5. Сварные соединения стали 07X16N6 для предотвращения склонности к межкристаллитной коррозии и повышения прочностных свойств обязательно подвергать термической обработке: закалка с 1000-1050°C в воде, обработке холодом при минус 70°C 2 часа и старение при 380-400°C 1 час.

4.1.6. При подготовке и сварке стали 07X16N6 должны быть учтены также требования разделов I и 3.I настоящего стандарта.

4.1.7. Режимы сварки принимать по табл. I7.

4.2. Ручная аргондуговая сварка стали наплавля-  
ющимся электродом.

4.2.1. Конструктивные элементы подготовки <sup>конных</sup> кромок и размеры свар-  
ных швов должны соответствовать ГОСТ I477I-76.

4.2.2. В качестве присадочного металла использовать проволоку <sup>Н36</sup> по ТУ I4-I-~~027-74~~ для сварных соединений без последующей (после сварки) термической обработки и проволоку Св-07X16N6 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.4.1.5.

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 и сварке соблюдать также требования разделов I и 3.I.

5. СВАРКА ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ 06X13, 06X17T, I5X25T  
ФЕРРИТНОГО КЛАССА И СТАЛИ I4X17N2 МАРТИНСИТНО-ФЕРРИТНОГО КЛАССА.

5.1. 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 06X17T и I5X25T):

- высокий порог хладноломкости стали, находящийся обычно в области положительных температур;
- склонность к значительному округчиванию (дополнительному повышению порога хладноломкости) в околосварной зоне;
- низкая пластичность и вязкость металла шва, выполненного сварочными материалами аналогичного со сталью химического состава;
- невозможность устранения округчивания 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 II534-75, для автоматической дуговой сварки под флюсом - ГОСТ 8713-70 и ГОСТ II533-75, для аргонодуговой сварки - ГОСТ I4771-76 или др. действующей нормативно-технической документации и чертежам.

5.4. Материалы для сварки (электроды, флюс, сварочный проволоку) следует выбирать в зависимости от марки свариваемой стали, условий эксплуатации изделий и требований, предъявляемых к сварным соединениям (табл.29).

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

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

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

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<sup>2</sup> - 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
08X13	Равнопрочность (в том числе длительная прочность при температурах до 350°C), без требования стойкости против МКК (в состоянии после сварки); повышенная пластичность и вязкость металла шва и сварных соединений.	Э-12X13 (ЭЗ-I, <del>ГОСТ 4134</del> Э-12X13 АНВ-I и др.)	Св-12X13 Св-08X14INT	Св-12X13 Св-08X14INT	АН-18 АНВ-14 АН-26с 48-04-6
08X13 08X17T 14X17H2 15X25T	Пластичность металла шва; без требования стойкости против МКК	Э-10X25H13T2 (08X-6, 14-25, и др.)	Св-07X25H13 Св-06X25H12T Св-08X25H13BT0	Св-07X25H13 Св-06X25H12T0 Св-08X25H13BT0	АН-26с АНВ-14 48-04-6 АН-18

ОСТ 26-01-82-77

Стр. 75

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
08X17T	Стойкость против общей <sup>меж</sup> кристаллитной коррозии в состоянии после сварки; низкая пластичность и вязкость металла шва и сварных соединений; жаростойкость до 800°C	Э-10X17T (УОНН/10X17T)	Св-10X17T	Св-10X17T	АНБ-6, МБ-0Ф-6
08X17T 15X25T	Стойкость против общей и межкристаллитной коррозии, пластичность металла шва, низкая пластичность и вязкость околосшовной зоны.	Э-10X25H13Г2Б (ИЛ-9, ЗНО-7, ЗА-48М/22 и др.) 10X20H15ФБ (АНБ-9) 10X20H15Б (АНБ-10)	Св-06X25H12ТД Св-08X25H13БТД <del>Св-08X25H13БТД</del> (АНБ-9) на ЧНХЗ-48/ФБ	Св-06X25H12ТД Св-08X25H13БТД <del>Св-08X25H13БТД</del> (АНБ-9) на АНБ-08/ФБ	АНБ-6 АН-26 с 48-0Ф-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; жаростойкости до температуры 800°C при отсутствии требований пластичности, без термической обработки.	IOXI8H2 (АНВ-2)	Св-08XI8H2IT Св-08XI4HIT	Св-08XI8H2IT Св-08XI4HIT	АНФ-6 АН-26с 48-0Ф-6

относительное удлинение, % - не менее 18  
ударная вязкость, кгс·м/см<sup>2</sup> - не менее 5  
угол загиба, град. (вокруг  
оправки, равной  $3 \times \delta^2$  листа) - не менее 180

6. СВАРКА ДВУХСЛОЙНЫХ СТАЛЕЙ С ПЛАКИРУЮЩИМ СЛОЕМ ИЗ  
СТАЛЕЙ МАРОК 08X18H10T, 12X18H10T, 10X17H13M2T, 10X17H13M3T,  
08X17H16M3T, 06XН28MДТ, 15X25T, 08X17T, 08X13

6.1. Рекомендуемые для химического машиностроения сочетания  
марок основного и плакирующего слоев двухслойной стали, поставленной  
по ГОСТ 10885-75, приведены в табл. 30; двухслойные листы из соче-  
таний марок сталей, отмеченных знаком "+", поставляются без согласо-  
вания, а знаком "-" по согласованию потребителя с изготовителем.

Таблица 30.

Сочетания марок стали основного и плакирующего слоев.

Марка плакиру- ющего слоя	Марки основного слоя					
	ВСт3сп	20K	16Г	09Г2С	12МХ	12ХН
08X18H10T	+	+	+	+	+	+
12X18H10T	+	+	+	+	+	+
10X17H13M2T	+	+	+	+	-	-
10X17H13M3T	+	+	+	+	-	-
08X17H15M3T	+	+	+	-	-	-
06XН28MДТ	+	+	+	-	-	-
15X25T	+	+	-	-	-	-
08X17T	+	+	-	-	-	-
08X13	+	+	+	+	+	+

6.2. Для изготовления аппаратов, работающих в агрессивных средах, с целью облегчения условий сварки и повышения коррозионной стойкости сварных соединений, двухслойные листы толщиной от II до 20 мм должны применяться с увеличенной толщиной плакирующего слоя (до 3,0-4,0 мм) в соответствии с условиями ГОСТ 10686-75. 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 крошки 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 толщины 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 <sup>а</sup>наиболее распространенной группы исполнения при толщине металла 8 мм и более.

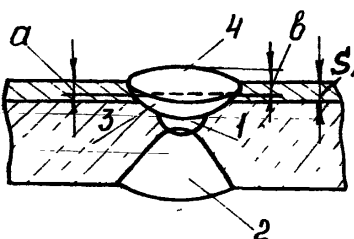
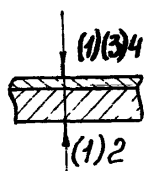
Группа II - односторонняя сварка полностью аустенитными сварочными материалами - рекомендуется в случае доступности сварки только со стороны основного слоя.

Группа III - двухсторонняя сварка полностью аустенитными сварочными материалами рекомендуется при толщине <sup>х</sup>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.

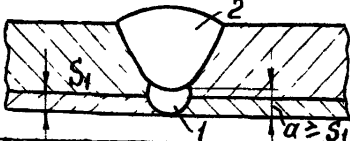
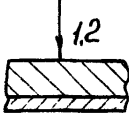
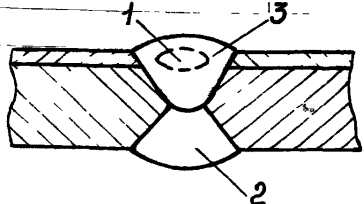
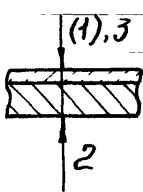
Группа исполнения	Техническая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	расположение и последовательность выполнения слоев	Сторона, с которой выполняется шов	№ слоя	название (назначение) слоя	структурный класс металла	рекомендуемое количество слоев	особые условия выполнения
I.			1.	Подварочный или основной	Перлитный	Не нормируется	Не допускается проплавление противоположной стали
			2.	Основной или подварочный	—	—	— " —
			3.	Переходной	Аустенитный	—	С обязательным проплавлением $S_1 \geq a \geq 2/3S$

Продолжение табл. 31

Группа исполнения	Техническая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	расположение и последовательность выполнения швов	сторона, с которой выполняется шов	№ слоя	назначение (назначение) слоя	структурный класс металла	рекомендуемое количество слоев	особые условия выполнения
I			4.	Пластирующий	-*- аустенитный	$\geq 2$	С ограниченным проплавлением; $b \geq S_1$
II			I.	Пластирующий	Аустенитный	$\geq 2$	I-й слой без проплавления основного слоя двухслойной стали; последние слои - с ограниченным проплавлением;



Продолжение табл. 31

Группа исполнения	Техническая схема сварки		Характеристика слоев сварного шва				
	расположение и последовательность выполнения слоев	сторона, с которой выполняются слои	№ 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 химического состава сварочных материалов

ПРИМЕЧАНИЕ: I. В скобки ваты номера слоев, которых в отдельных способах может не быть.

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

*Продолжение примечаний к таб. 31*

3. Под слоем сварного шва покрывается 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	C2; C3; C4; C5; C6 <sup>ж</sup> ; C7; C8; C13; C14; C15; C16; C17; C18; C19; C20; C21; C22	C9; C10 C11; C12	C1; C6 <sup>ж</sup>
Угловое	У2; У3 <sup>ж</sup> ; У4; У5; У6; У7; У8 <sup>ж</sup> ; У9; У10; У11	У1 <sup>ж</sup>	У1 <sup>ж</sup> ; У2 <sup>ж</sup> ; У8 <sup>ж</sup>
Тавровое	Т1 <sup>ж</sup> ; Т3 <sup>ж</sup> ; Т4; Т5; Т6	Т2	Т1 <sup>ж</sup> ; Т3 <sup>ж</sup>

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

6.10. Для сварки дуговой сваркой 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 ива		Марка плаки- рующего слоя двухслойной стали	Электроды		Ограничения по темпера- туре эксп- луатации, °C (не выше)	Условия применения
	в	назва- ние		тип электрода по ГОСТ 10052- -75	марка элект- рода		
I	I; 2	Основной	Любая	По рекомендациям для стали основного слоя			
	3	Переход- ный	08X18H10T	3-10X25H13Г2	03Д-6	375	С ограниченными пролива- нием основного слоя
			12X18H10T 15X25T	10X25H25M3Г2	АНКР-34 по ТУ 14-168-23- -78	430	При наличии в среде окислителей с последую- щей выделением не менее двух плакирующих слоев
			08X17T 08X13	10X25H40M7Г2	АНКР-2 по ТУ 14-4-398-75 изм. I	475	Не рекомендуются для сред, содержащих окис- лители
			10X17H13M2T 10X17H13M3T 08X17H15M3T	10X15H25M6ЛГ2 10X25H25M3Г2 3-02X19H18Г5AM3 10X25H40M7Г2	ЗА395/9 АНКР-34 по ТУ 14- 168-23-78 АНБ-17 АНКР-2 по ТУ 14-4-598-75 изм. I	430 475	-

Продолжение табл. 33

Группа способ сварки	Слой шва		Марка плаки- рующего слоя двухслойной стали	Электроды		Ограничения по темпера- туре эксп- луатации, °C (не более)	Условия применения
	№	назва- ние		тип электрода по ГОСТ 10052- 75	марка элект- рода		
I	3	переход- ный	06ХН28МНТ	04Х23Н27М3Д3Г2	03А-17УП <sup>4)</sup>	425	
				04Х23Н27М3Д3Г2	АНВ-2	425	
				04Х23Н27М3Д3Г2	АНВ-28	430	
	4.	Плаки- рующий	08Х18Н10Т	3-04Х20Н9	03А-14, 03А-36	450	Без требования стой- кости против МКК
				3-07Х20Н9	03А-8	500	
				3-10Х25Н13Г2	03А-6	450	
				3-08Х20Н9Г2Б	ЦА-II	550	Для температур > 350°C без требова- ния стойкости против МКК
				3-08Х19Н10Г2Б	ЦТ-15, АНВ-23	-	
				3-10Х26Н13Г2Б	ЦА-9	450	
			15Х25Т 08Х17Т 08Х13	3-10Х25Н13Г2Б	ЦА-9	450	Без требования стой- кости против МКК
				3-10Х25Н13Г2	03А-6	450	
				3-08Х25Н40М7Г2	АНВ-2	-	
					ТТ-4-4-698-75 изм. I		Без требований по МКК

Продолжение табл. 33

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакиру- ющего слоя двухслойной стали	Электроды		Ограничения по темпера- туре экон- дуктации, $\leq ^\circ\text{C}$ (не более)	Условия применения
	№	название		тип электрода по ГОСТ 10052- 75	марка электро- да		
	4	плакиру- ющий					Не рекомендуется для сред, содержащих окислите- ли
			08X17T 08X13	08X20H15ФБ 10X20H15Б	АНВ-9 АНВ-10	450	> 350 $^\circ\text{C}$ без требования по МКК
			10X17H13M2T 10X17H13M3T	07X19H11M3M2Ф 3-09X19H10Г2M2Б	ЗА-400/10У НЛ-13 ОСТ 5.9244-75 ТУ 5.965-4027- 72	- -	> 350 $^\circ\text{C}$ без требования по МКК; > 450 $^\circ\text{C}$ с содержа- нием феррита $\leq 6\%$ ; для 08X17H15M3T если допуска- ется ферритная фаза
			08X17H15M3T	3-02X19H18Г5AM3 3-02X20H14Г2M2	АНВ-Г7 ОЗЛ-20	350	Не менее двух слоев при подтверждении стойкости против МКК предвар. ис- пытаниями;

Продолжение табл.33

Группа способов сварки	Слой ива		Марка плакиру- ющего слоя двухслойной стали	Электроды		Ограничения по темпера- туре эксплу- тации, °C (не более)	Условия применения
	#	название		тип электрода по ГОСТ 10052- -75	марка элект- рода		
I	4	плакиру- ющий	06ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2Б	03Л-17У	350	до 350°С; при подтвержде- нии коррозионной стойкости в конкретной среде. Не менее двух слоев
				04Х23Н27М3Д3Г2Ф	АНВ-28	350	
II.	I.	Плакиру- ющий	08Х18Н10Т	Э-10Х25Н13Г2Б	Щ-9	450	Не менее двух слоев , > 350°С без требования по МКК
			I2Х18Н10Т I5Х25Т 08Х17Т 08Х13				
			По рекомендациям для плакирующего слоя (4) группы I				
			10Х18Н13М2Т	Э-00Х18Н10Т-20Х	Щ-12		То же, что для плакиру- ющего слоя 4 группы спосо- бов I; не менее 2-х слоев.
			06ХН28МДТ	04Х23Н27М3Д3Г2Б	03Л-17У	350	
				04Х23Н27М3Д3Г2Ф	АНВ-28		

Продолжение табл. 33

Группа способ сварки	Слой шва		Марка плаки- рующего слоя двухслойной стали	Электроды		Ограничения по темпера- туре экс- плуатации, °C (не более)	Условия приме- нения
	№	назва- ние		тип электрода по ГОСТ 10052- 75	марка электрода		
	2.	Основ- ной	Любая	Те же, что для переходного слоя (з) группы I			С ограниченным проникновением или кипучего слоя
Ш.	2.	Основ- ной	08X18H10T	10X15H25M6AT2	ЭА-395/9 ОСТ 5.9244-75 ТУ 5.965-4040-73 НИАТ-5	350	С ограниченным проникновением
			12X18H10T				
			15X25T				
			08X17T				
		08X13T	Э-10X20H70Г2М2В	03Л-25Б	-	-	
		10X17H13M2T	10X25H40M712	АНКР-2	450	-	
		10X17H13M3T		ТУ 14-4-598-75 ИЗМ. I			
			10X25H60M10Г2	АНКР-I	-		
				ТУ 14-4-568-74			



Продолжение табл. 33

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя двухслойной стали	Электроды		Ограничения по температу- ре эксп- луатации, °C (не более)	Условия при- менения
	#	назва- ние		тип электрода по ГОСТ 10052- 75	марка электрода		
Ш	1;3	Подвароч- ный и плакирую- щий	08X18H10T I2X18H10T 08X17T I5X25T, 08X13	Э-10X25H13Г2Л	ЦЛ-9	350	Без требова- ния стойкости против МКК
			I0X17H13M2T I0X17H13M3T	Э-10X25H13Г2	03Л-6	350	
				Э-10X25H60M10Г2	АНХР-2 ТУ 14-4-598-75изм. I АНХР-1 ТУ 14-4-568-74	450	

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Группы способов и слою сварного шва - см. по табл. 32

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

3. Допускается применение других марок указанных типов электродов.

4. Изготавливается по согласию.

Таблица 34

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

Группа способов сварки	Слой и на- зва- ние		Марка плаки- рующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Ограниче- ние по температу- ре эксплу- атации, °C	Условия примене- ния
	№	назва- ние		проволока сва- рочная	защитная среда		
I	I;2	Основ- ной	Любая	По рекомендациям для стали основного слоя			
	3	Пере- ходный	08X18N10T I2X18N10T	Св-07X25N12I2T Св-08X25N13BT0	флюс 48-05-6 ГОСТ 5.9286-75	375	С ограничением про- плавлением основно- го слоя
			I5X25T 08X17T 08X13	Св-08X25N40M7 (ЗН-673) ТУ I4-I-I00I-74		флюс АН-26с: ГОСТ 9087-69; флюс АН-18 ТУ I4-I-509-73 аргон	475
			I0X17N13M2T I0X17N13M3T 08X17N15M3T 06XN28MAT	Св-08X25N40M7 (ЗН-673) Св-08X25N60M10 (ЭП-606) ТУ-14-I-773-73	ГОСТ I0I57-73	475	-

Продолжение табл. 34

Группа способов	Слой шва		Марка плаки- рующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемое сварочные материалы		Ограниче- ние по температу- ре эксклю- атации, °С	Условия применения
	№	напла- вание		проволока сва- рочная	защитная среда		
I			2	Св-06Х12Н13Г2Т Св-06Х12Н13БТ0	<p>Флюс 48-0Ф-6 ОСТ 5.9206-75</p> <p>Флюс АН-26с ГОСТ 9087-69,</p> <p>Флюс АН-18 ТУ 14-1-509-73</p> <p>Аргон ГОСТ 10157-73</p>	375	С наплавкой $\geq 2$ -х плакирующих слоев
	4.	Плаки- рующий	08Х18Н10Т	Св-06Х19Н9Т		-	Без требования стой- кости против МКК
			12Х18Н10Т	Св-07Х25Н13БТ0		-	Выше 350°С - без требо- вания стойкости против МКК
				Св-05Х20Н9С2БТ0		-	
				Св-05Х20Н9ФБС		-	
			15Х25Т	Св-07Х25Н13БТ0		-	
				Св-06Х25Н12Т0		-	
			08Х17Т	Св-07Х25Н13БТ0		-	Без требования стойко- сти против МКК
			08Х13			-	
			10Х17Н13М2Т	Св-01Х17Н14М3 (ЭП-651)		-	Без требования стой- кости против МКК
			10АГН13М9Т	ТУ 14-1-973-74		-	
			08Х17Н15М3Т			-	
				Св-01Х19Н11М3		-	

Продолжение табл. 34

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакиру ющего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Ограниче ние по темпера туре эк сплуата ции, °С	Условия применения
	№	название		проволока свароч ная	защитная среда		
I	4	Плакиру ющий	10Х17Н13М2Т	Св-06Х20Н1М3ТБ		-	Выше 350°С без требова ния по МКК
			10Х17Н13М3Т	Св-08Х19Н10М3Б			
			08Х17Н15М3Т	Св-01Х19Н18Г19АМ4 (ЭП-690) ТУ 14-1-1892-76	Флюс АН-18 ТУ14-1-509-73 Аргон ГОСТ 10157-73		Выше 350°С без требова ния по МКК; в случаях недопустимости ферритной фазы; после предваритель ных испытаний на МКК. Наплавка должна не ме нее 2-х слоев
			06ХН28МТ	Св-01Х23Н28М3Д3Т (ЭП516) Св-03Х23Н25М3Д3Б (ЭП516Б) ТУ 14-130-154-76			Выше 350°С без требова ния по МКК

ОСТ 26-01-82-77

Стр. 94

Продолжение табл. 34

Группа сносо- бов сварки	Слой шва		Марка плаки- рующего слоя двухслойной стали	Рекомендуемое сварочные материалы		Ограниче- ние по темпера- туре эк- сплуата- ции, °C	Условия применения
	№	назва- ние		провода свар- очная	защитная среда		
П.	I.	Плаки- рующий	08X18H10T	Св-08X20H9C2BT0	Аргон; Флис 48-0Т-6,  Флис АН-26с Флюс АН-18	-	Выше 350°C - без тре- бований стойкости против МКК
			I2X18H10T	Св-05X20H9ФЕС Св-07X25H13BT0			Без требования стой- кости против МКК
			I5X25T	Св-07X25H12I2T			Выше 350°C без требо- вания стойкости про- тив МКК
			08X17T				Без требования стой- кости против МКК
			08X13				
			I0X17H13M2T	Св-06X19H11M3TE Св-08X19H10M3E			
			I0X17H13M3T	Св-08X25H40M7 (ЭН-673)			
			08X17H15M3T	Св-01X17H14M3 (ЭН55I) Св-04X19H11M3			

Продолжение табл. 34

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакирующего слоя дуговой сталей	Рекомендуемые сварочные материалы		Ограничение по температуре эксплуатации, °C	Условия применения
	И	название		проволока сварочная	защитная среда		
II	I	Плакирующий	IOXI7HI3M2T IOXI7HI3M3T O8XI7HI5N3T	Св-01XI9HI8TIOAM4 (ЭП-690) Св-05X3ON4OM6TБ (ЭП-829) ТУ I4-I-9I4-74	Флюс АН-18 Флюс АН-26с	-	ЭП-690 после испытаний на МКК; Выше 350°C - без требований по МКК
	2	Основной	Любая	Те же, что для парного слоя 3 группы I			С ограниченным проплавлением плакирующего слоя
	2	Основной	O8XI8HIOT I2XI8HIOT I5X25T O8XI7T O8XI3	Св-1225H25M3 (ЭП622) ТУ I4-I30-I73-76 Св-0825H4OM7 (ЭП673) Св-08X25H6OMIO (ЭП606) ТУ I4-I-773-73	Аргон  Флюсом; 48-09-6	350  450	С ограниченным проплавлением  Не рекомендуется для сред, содержащих окислители

Продолжение табл.34

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакиру- ющего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Ограниче- ние по температу- ре эксплу- атации, °C	Условия применения
	№	название		провода свароч- ная	защитная среда		
Ш	2	основ- ной	08X18H10T	Св-05X30H40M6TB	АН-26С, 48-00-6,	450	Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
			I2X18H10T	(ЭП829)			
			I5X25T	ТУ I4-I-9I4-74	АН-18,  Аргон	350	То же, с ограниченным проплавлением
			08X17T	Св-10X16H25AM6			
			08X13		Аргон	350	С ограниченным проплавлением
			10X17H13M2T	Св-10X16H25AM6			
			10X17H13M3T	Св-125H25M3 (ЭП-622) ТУ I4-I30-I73-76	Аргон	450	-
				Св-08X25H40M7(ЭП673)			
				Св-08X25H60M10 (ЭП606)			
				ТУ I4-I-773-73 Св-05X30H40M6TB (ЭП829)			

Продолжение табл.34

Группа способов сварки	Слой шва		Марка плакиру- ющего слоя двухслойной стали	Рекомендуемые сварочные материалы		Ограниче- ние по температу- ре эксплу- тации, °C	Условия применения
	№	название		проволока свароч- ная	защитная среда		
Ш	I,3	Подва- рочный и пла- кирую- щий	08X18N10T	Св-07X25N13BT10	Аргон,  Флюсы: 48-04-6;  АН-26с, АН-18	350	С ограниченным про- плавлением
			I2X18N10T	Св-05X30N40M6TB (ЭП-829)  Св-08X25N40M7 (ЭП-673) Св-08X25N60M10 (ЭП606) ТУ 14-I-773-73		450	Не рекомендуется для сред, содержащих окислители
			I5X25T			450	То же, без требования стойкости против МКК
			08X17T				
			08X13				
			I0X17N13M2T	Св-05X30N40M6TB (ЭП829)		450	Без требования стой- кости против МКК
			I0X17N13M3T	Св-08X25N60M10 (ЭП606) ТУ 14-I-773-73			

ОСТ 26-01-82-77

Стр. 98

ОСТ 26-01-82-77

Стр. 98



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		
III	1,3	Полварочный и плакирующий	10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М2Т	Св-08Х25Н40М7 (ЭП-673)	Аргон; Флюсы: 41-0Ф-6; АН-26С) АН-48	450	Без требования стойкости против МРСК

ПРИМЕЧАНИЯ: I. Группы способов и слоев сварного шва — см. по табл. 31.

2. Сварочные проволоки, поставленные по ГОСТ 2246-70, приведены без ссылки на ГОСТ. Номера технических условий указаны один раз и при повторении марок проволоки не приводятся.
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 никеля более 13%, особенно ЭП 829) требует отработки мер против горячих трещин в соединяемых толщинах 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 допустимой 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-06Х25Н12Т0	Э-10Х25Н13Г2
	Св-07Х25Н13	Э-10Х25Н13Г2Б
	Св-07Х25Н12Г2Т	
	Св-08Х25Н13БТ0	
45	Св-10Х16Н25АМ5	Э-10Х15Н25М5Г2
	Св-06Х25Н25М3	Э-10Х25Н25М3Г2
60	Св-08Х25Н60М10 (ЭП606)	Э-10Х25Н60М10Г2
	Св-06Х25Н40М7 (ЭП673)	Э-10Х25Н40М7Г2
	Св-05Х30Н40М5ТБ (ЭП829)	Э-10Х25Н60М10Г2

ПРИМЕЧАНИЕ: контролируется при обработке 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 соединяемых сталях 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, которым, как правило, является менее легированные, обеспечивающие более высокий 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 равной 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 ЮХ18Н10Т) сварку следует проводить с учетом допустимой степени проплавления свариваемого металла, указанной в табл. 31.

7.8. Режим 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 закалывающимися 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 03Х21Н21М4ГБ должны быть приняты режимы сварки, рекомендуемые для стали 03Х21Н21М4ГБ (для предотвращения горячих трещин).

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

## Сварочные материалы для сварки разнородных сталей

Марка стали и сплава	ВСтЗсп, ВСтЗпс, ВСтЗсп, 20;15К; 10,15,16К, 18К, 20К	16ГЦ, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1, 17ГЦ, 17Г2С	12МХ, 12ХМ	08Х22Н6Т, 12Х18Н9Т, 08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н12Б, 08Х18Н12Т, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н15М3Т, 08Х21Н6М2Т, 03Х17Н14М3	03Х21Н21М41Б, 06ХН28МЛТ, 03ХН28МЛТ
ВСтЗсп, ВСтЗпс, ВСтЗсп, 10,15,20 15К,16К,18К,20К		342, 342А, 346, 346А, (3-50А)	342А, 346А 3-09МХ 3-09ХМ	3-10Х25Н13Т2 - до 400°С (03Х-6) 3-10Х15Н25М6АТ2 - до 435°С (3А-395/9) - 10Х25Н25М3Т2 - до 470°С (АНКР-3У) 10Х25Н40М7Т2 - до 550°С (АНКР-2) 10Х25Н60М10Т2 - свыше 550°С (АНКР-1)	(АНБ-17) 3-02Х19Н18Т5АМ3 10Х25Н40М7Т2 (АНКР-2) 04Х23Н27М3Д3Т2 (03А-17уп)
16ГЦ, 09Г2С, 10Г2 10Г2С1, 17ГЦ, 17Г2С	Св08, Св08А, Св08Г, Св08ГЦ		3-50А 3-09ХМ 3-09МХ		
12МХ, 12ХМ	Св08А, Св08Г, Св08ГЦ, Св09МХ, Св09ХМ				
08Х22Н6Т, 12Х18Н9Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 08Х18Н12Б, 08Х18Н12Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н15М3Т, 08Х21Н6М2Т, 03Х17Н14М3	Св-07Х25Н13 до 400°С Св-09Х25Н12Т2Т до 400°С Св-10Х18Н25АМ5 до 435°С Св-12Х25Н25М3 до 470°С Св-12Х25Н40М7 до 550°С Св-12Х25Н60М10 - свыше 550°С		3-08Х20Н9Т2Б (НД-11/03А-7) 3-08Х19Н10Т2Б (НД-17/11); (НД-15, АНБ-23) 3-09Х19Н10Т2М2Б (АНБ-28); 5) (НД-33) Св-07Х19Н10Б Св-06Х20Н10М3ТБ	04Х23Н27М3Д3Т2 (03А-17уп); 04Х23Н27М3Д3Т2 (АНБ-28); 5)	
03Х21Н21М41Б, 06ХН28МЛТ, 03ХН28МЛТ	Св-01Х19Н18Т0АМ4 Св-08Х25Н40М7 Св-01Х23Н28М3Д3Т		Св-01Х19Н18Т0АМ4; Св-01Х23Н28М3Д3Т; Св-02Х21Н21М4Б; 5)		

- ПРИМЕЧАНИЯ:
- 1). Проволоки Св-09МХ и Св-09ХМ, а также электроды 3-09МХ и 3-09ХМ соответствуют для сталей 12МХ и 12ХМ;
  - 2). Все изделия "З" приведены типич электродов, не предусмотренные ГОСТ 10052-75 с указанием марки в скобках;
  - 3). Стрелка от диагонали в таблицах приведены сварочные проволоки, справа - типич электродов;
  - 4). В отдельных клетках таблиц 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, °C, не более	тип по ГОСТ 10052-75	рабочая температура, °C
Н70МФ	Углеродистые и низколегированные ВСтЗ-сп.	Св-06Х25Н12Т0 Св-07Х25Н13	до 350°C	Э-10Х25Н13Г - 4 (03Л-6)	до 350°C
ХН65МВ	10, 20, 16Г, 09Г2С Высоколегированные Хромоникелевые и хромоникельмолибденовые типа Х18Н10Т и Х17Н13М2Т	Св-10Х16Н25АМБ Св-06Х25Н12Т0 Св-07Х25Н13	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-71	10Х15Н25МБ1Г2 (3А-395/9) ОСТ 5.9244-75, ТУ 5.965-4040-73 Э-10Х25Н13Г2 (03Л-6)	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-71
ХН78Т	Углеродистые и низколегированные ВСтЗ-сп, 10, 20, 16Г, 09Г2С.	Св-10Х16Н25АМБ	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-71	10Х15Н25МБ1Г2 (3А-395/9) ОСТ 5.9244-75, ТУ 5.965-4040-73 Э-10Х25Н13Г2 (03Л-6)	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-71

ОСТ 26-01-82-77

Стр. 108.



Продолжение табл. 37.

Марка свариваемых металлов		Проволока для аргонодуговой сварки		Электроды для ручной дуговой сварки	
сплав	сталь	марка по ГОСТ 2246-70	рабочая температу- ра, °C, не более	тип по ГОСТ 10052-75	рабочая температу- ра, °C
XH78T	Высоколегированные хромоникелевые и хромоникельмолибде- новые стали X18Ni10T и X17Ni13M2T	XH78T по ТУ 14-I-997-74	В пределах приме- нения сталей по ОСТ 26-291-71	Э-10120Н70Г2М2 БЭВ (03Л-256)	В пределах применения сталей по ОСТ 26-291-71

## 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 оставшихся 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 подготовки <sup>денных</sup> 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 оставшейся подкладки рекомендуется обеспечивать следующими способами:

- применением аргодуговой сварки для первых (одного или двух-трех) проходов сварного шва;
- применением расплавляемых вставок в сочетании с аргодуговой сваркой первого прохода.

8.4. Режимы аргодуговой сварки принимать по табл. 24 с корректировкой на устойчивее формирование обратного (с внутренней стороны труб) 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 абсолютном давлении более  $0,1 \text{ кгс/см}^2$ )

- 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 прошедших специальное практическое обучение.

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

8.7. Присадочный металл следует подавать по касательной к осевости 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 труб заполнить аргоном и подавать его в трубу также при наложении второго и третьего проходов шва. Для уменьшения расхода аргона использовать специальные приспособления.

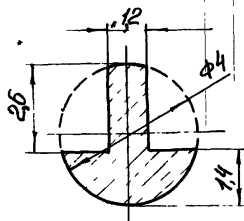
8.10. Сварку неповоротных стыков труб во избежание деформаций следует выполнять вразброс, а для обеспечения провара - снизу вверх.

8.11. При наложении корня шва ось горелки направить по радиусу сечения трубы.

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

8.13. Профилирование расплавления вставки выполнять на присадочной проволоке, предназначенной для сварки данной стали (табл. 23). Методом протяжки, прокатки, проточки навитой спирали и т.п. способами

8.14. Размеры профиля кольца должны соответствовать черт. I  
Профиль расходуемого кольца.



Черт. I.

8.15. Перед сборкой в трубу вводят приспособления для создания под стиком газовой подушки из инертного газа. Допускается сварка труб при непрерывной подаче инертного газа внутрь труб. Расход газа около 6 л/ч.

8.16. Применять аргон по ГОСТ 10157-73 и вольфрамовые прутки по ТУ 48-19-27-72 (см. п. 3.4.8).

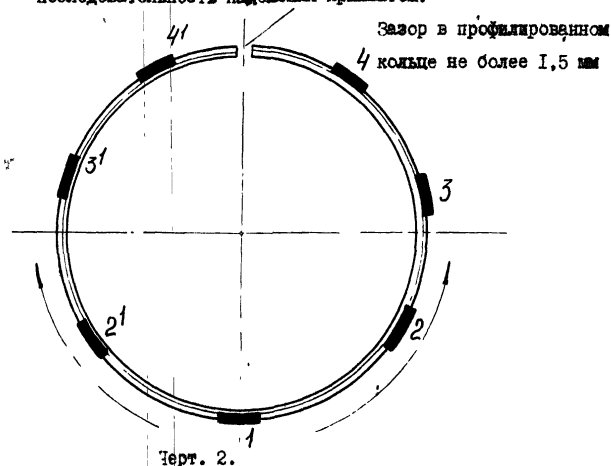
8.17. При сборке стыков, необходимо обеспечивать плотное прилегание профилированного кольца к внутренним поверхностям труб. Максимально допустимый зазор в профилированном кольце не должен превышать 1,5 мм (черт. 2).

8.18. Прихватку выполняет аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом в последовательности, показанной на черт. 2. Первую прихватку накладывает в положении, диаметрально-противоположном зазору в профилированном кольце.

8.19. Расстояния между прихватками выдерживают в зависимости от периметра стыка; они составляют 30-50 мм. Длина прихватки 5-10 мм.

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

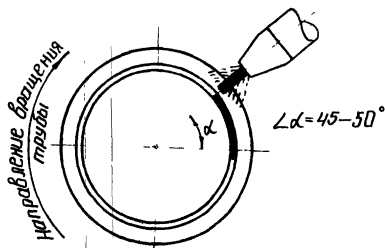
Последовательность наложения прихваток.



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

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

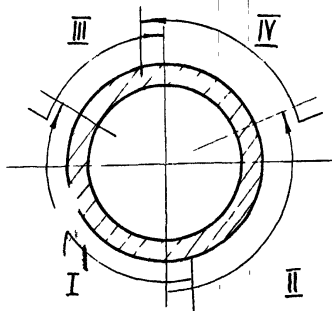
Положение горелки при сварке в поворотных стыках труб.



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 непрерывном 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 МАРК ВТИ-0, ВТИ-00, ОТ4-0, АТЗ.

##### 9.1. Специальные требования.

9.1.1. Сварка должна производиться на специальных изолированных участках. На участке недопустим сквозняк, местные потоки воздуха;

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

Облицовка пола и стен должна позволять влажную уборку. Температура воздуха при сварке должна быть не ниже  $5^{\circ}\text{C}$ . 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, подлежащие пайке.

9.13. Подготовка деталей под пайку 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 заделкой 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, защищаются шабером или электроиндукционными кругами (марки П180-125х2,5-10,0х20-32 22А-25А 25-40П СМ1-СМ2УВ по ГОСТ 2424-75, вращающимися 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 (м.9.1.3.) изготавливать диаметром 200 мм из нагартованной нержавеющей проволоки по ГОСТ 18143-72 или из пружинной углеродистой по ГОСТ 9389-75 ( $d \leq 0,15$  мм).

9.15. При зачистке абразивными кругами не допускается перегрев металла, вызывающий появление на поверхности пятен побелости.

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

9.1.7. Прихватку деталей можно производить ручной и автоматической сваркой с присадочным интервалом и без него. Поверхность прихваток зачищать металлической щеткой.

9.1.8. Прихватку и сварку производить при обязательной всесторонней защите от воздействия воздуха зоны сварного соединения, подвергаемой нагреву до температуры выше  $400^{\circ}\text{C}$ . Сварку выполнять в камере с контролируемой атмосферой или <sup>с</sup>местной защитой.

9.1.9. Для обеспечения защиты лицевой стороны шва от окружающей атмосферы на мундштук горелки следует надевать защитный козырек. Форма защитного козырька должна соответствовать форме свариваемого изделия.

9.1.10. 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.

9.1.11. Все детали, идущие на сборку, не должны иметь загрязнений, окалин

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

9.1.13. Узлы, прошедшие термообработку, а при температуре не выше  $800^{\circ}\text{C}$ , операции снятия газонасыщенного слоя могут не подвергаться.

9.1.14. 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. Кольца и круглые швы сваривать с перекрытием на 15-20 мм начала шва.

9.1.16. Процесс сварки тщательно вести без перерывов. При возобновлении сварки после случайного или вынужденного обрыва дуги окончание шва следует перекрывать на 15-20 мм. Поверхность перекрываемого участка <sup>шва</sup> следует зачистить металлической щеткой и тщательно вытереть бязевыми салфетками, смоченными в гидрохиноном спирте.

9.2. Ручная аргодуговая 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 таким требованиям. 9.2.11, а 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.

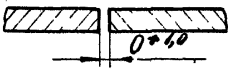
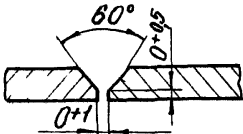
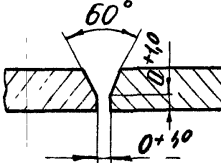
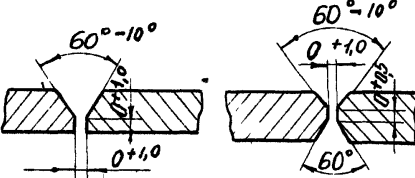
Таблица 38

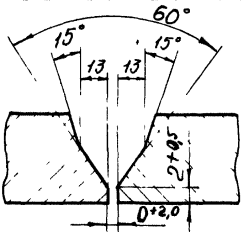
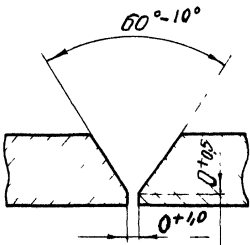
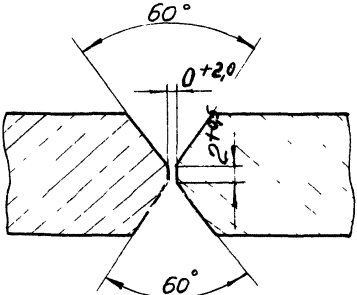
Сварочные материалы

Марка свариваемого сплава	Марка проволоки	Стандарт
ВТИ-00, ВТИ-0, ГОСТ 19807-74	ВТИ-00 ВТИ-00С	ОСТ 190015-71 ТУ 961-1474-69
ОТ4-0, ГОСТ 19807-74	ОТ4-1	ОСТ 190015-71
АТЗ, 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	1-2	
3-5	3-4	
6-8	5-7	
10-26	6-15 - для разделки со скосом двух кромок  4-12 - для разделки с двумя симметричными скосами двух кро- мок	

Толщина свариваемого металла, мм	Количество проходов	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей
25-30	12-15	
	15-20	
	12-15	

Толщина сваривае- мого ме- талла, 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 сваривае- мого ме- талла, мм	Количество проходов	Конструктивные элементы подготовленных кро- мок 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 ТУ51-689-76 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  $60-80^\circ$  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.

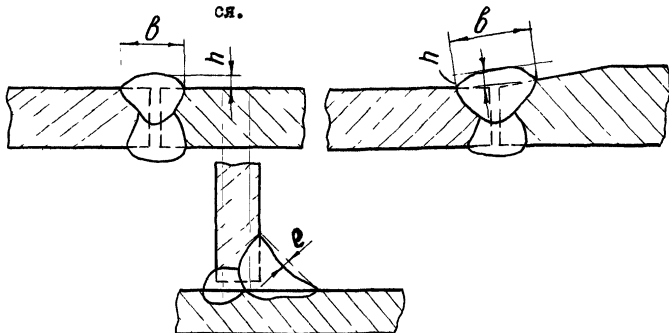
## Размеры усиления стыковых и угловых швов

Размеры в мм.

Толщина листа	Предельная высота усиления $h$ в стыковых швах или вогнутости в угловых швах не более	Отношение $b/h$ в стыковых швах не менее
3,0	0,5	15
5,0	0,5	15
6,0 - 8,0	0,8	15
10,0-12,0	1,5	10
15,0-16,0	1,5	10
20 и более	2,5	10

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Изображение сварных швов и обозначения размеров см. ниже.

2. Применение выпуклых угловых швов не допускается.



Черт. 5.

Таблица 41.

## Режимы ручной аргодуговой сварки.

Толщина сварива- емого металла, мм	Диаметр вольфра- мowego электро- да, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Свароч- ный ток, А	Напряже- ние ду- ги, В	Расход аргона,		Диаметр сопла го- релки, мм	Количество проходов
					для загни- ты дуги	для загни- ты обрат- ной сто- роны шва		
0,5-1,0	1,5-2,0	1,0-1,5	25-60	8-10	15-20	10-15	14-16	I
1,5	1,5-2,0	1,5-2,0	60-80	10-12	15-20	10-15	14-16	I
2,0	2,0-2,5	1,5-2,0	80-100	10-14	15-20	10-15	14-16	I
3,0	2,5-3,0	1,5-3,0	120-160	10-14	15-20	10-15	16-18	I
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.II.

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 устанавливать 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  $\pm 0,5$  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.II.

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

9.4.3. Вилет 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

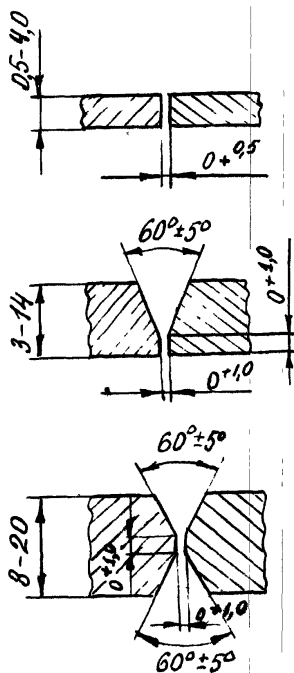


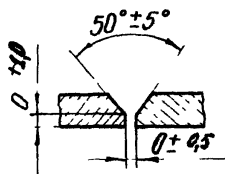
Таблица 42.

Режимы автоматической сварки стыковых швов титана неплавящимся электродом.

Толщина сварива- емого металла, мм	Диаметр вольфра- мового электро- да, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А		Напряже- ние ду- ги, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи свароч- ной про- волоки, м/ч	Расход аргона, л/мин	
								для защиты дуги	для защиты об- ратной стороны шва
			а) Без присадочного металла						
0,5	1,5	-	30-45	8-10	45-50	-	8-10	4-4	
0,8	1,5	-	60-80	8-10	30-35	-	8-10	2-4	
1,0	1,5	-	80-100	8-10	25-35	-	10-12	2-4	
1,5	1,5-2,0	-	120-140	8-10	25-35	-	10-12	2-4	
2,0	2,0-2,5	-	160-200	9-11	25-35	-	12-14	4-6	
2,5	2,0-2,5	-	180-240	10-12	25-35	-	12-14	4-6	
3,0	2,5-3,0	-	260-300	10-12	25-30	-	14-16	4-6	
			б) С присадочным металлом						
3	2,5-3,0	1,5-2,0	200-260	8-10	20-25	25-30	14-16	4-6	
4	2,5-3,0	1,5-2,0	200-260	8-10	15-20	15-30	14-16	4-6	
6	2,5-3,0	1,5-2,0	200-260	8-10	15-20	25-70	20-30	5-8	
10-20	2,5-3,0	1,5-2,0	200-260	8-10	15-20	25-70	20-30	5-8	

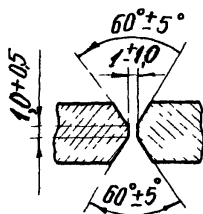
ПРИМЕЧАНИЕ: Превышение кромок должно быть не более 10% от толщины металла.

## 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 аргодуговой сварки плавящимся электродом стыковых напз 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 АДП и головки типа АП.

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 аргодуговой 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
8-10	Односторонний, со скосом двух кромок на съёмной подкладке	I,6	360-400	15-20	80-90	He I2-I4 Ar 30-40	3-6
9-10	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 съёмной подкладке	I,6	580-600	I7	I45	He I4-I6 Ar 30-40	8-10
I2-I4	Двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок	I,6	360-400	20-25	I00-I20	He I4-I6 Ar 30-40	8-10
I6-20	Двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок	I,6	440-480	20-22	I30-I35	He I4-I6 Ar 30-40	8-10

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 стороне 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. Рекомендованные режимы автоматической двухсторонней сварки стыковых швов наплавленных электродами 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 стик 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 I 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 x 100 x S - 3 шт., выводных 150 x 100 x S - 2 шт. на I 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 подготов<sup>ленных</sup> кромок и размер 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, АВС 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 окрывом флюса. Оставшийся после окончания нерасплавленный флюс собирается для дальнейшего использования. Шлаковую корку с поверхности шва необходимо снимать только после охлаждения его до температуры не выше 400°C.

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. Электродшлаковая сварка.

9.7.1. Электродшлаковая сварка производится на переменном токе промышленной частоты.

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

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

а) аппараты типа А-550 - для сварки изделий сечением до 250x250мм пластичным электродом; типа сварки изделий сечением до 500x500 тремя пластинчатыми электродами; типа А-977 - для сварки плавающим электродом (пластинчато-проводочным электродом) изделий сечением до 500x1200мм

б) сварочные трансформаторы типа ТНС-3000-1 или ТНС-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 свариваемо- го ме- талла, мм	Метод сварки	Диаметр свароч- ной провода, мм	Режимы сварки			
			свароч- ный ток, А	напря- жение дуги, В	ско- рость пода- чи сва- рочной провода, м/мин	ско- рость сварки, м/ч
3	На оставшейся подкладке	2	190-210	28-30	162	50
3	То же	2,5	240-260	30-32	162	50
4	На оставшейся подкладке	2,5	270-290	30-32	189	50
4	На медной подкладке	3	340-360	30-32	150	50
5	На оставшейся подкладке	3	340-360	30-32	150	50
5	На медной подкладке	3	370-390	30-32	150	50
6	На оставшейся 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	Двусторонняя	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 коклями.

9.7.4. Профиль кокля 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 пластинча- того эл-да, мм	Плотность тока, $\frac{A}{mm^2}$	Напряжение, В	Расход аргона, л/мин	Вес засы- паемого 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.49.**

**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 со 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 кромок и прилегающие к ним поверхности с двух сторон должны быть зачищены с целью удаления окисной пленки на ширине, равной 1,5 толщине свариваемого металла, но не менее 20 мм, механическим способом (электро- или пневмофрезами) с обязательным последующим обезжириванием или химическим способом, состоящим из следующих операций:**

**а) обезжиривания в 5%-ном водном растворе едкого натра при 60-65°C в течение 2 мин;**

**б) промывки в теплой воде (температура не ниже 45°C), а затем в колодной 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		Электродуговая 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 палочки	марка флюса	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка флюса
А8, А85	АФ-4а, ОЗА-1, ЗАЛ-1 (АФ1)	Св А97	ЗА97 по ГОСТ 7871-75	СВА97	АН-А2,  УФОН-А2			Св А97	
А7, А6		СВА85Т	ОИ437-3 по СТУБ60-2-67 СВА85Т по ГОСТ 7871-75	СВА85Т				СВА85Т	АФ-4А
АДО, А5		СВА85Т  СВА5	СВА85Т по ГОСТ 7871-75 ОИ437-3 по СТУБ60-2-67 СВА5 по ГОСТ 7871-75	СВА85Т  СВА5		АДО по ГОСТ 4784-74	АН-А308	СВА85Т  СВА5	АФ-4А
АИ1									

ОСТ 26-01-82-77

Ср. 149

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 пасты	марка флюса	марка сварочной проволоки по ГОСТ 7871-75	марка флюса
АМЦ	-	-	Св АМЦ по ГОСТ 7871-75	Св АМЦ	АН-Ас	-	-	-	-
АМЦС	-	-	Св АМЦ, по ГОСТ 7871-75	Св АМЦЗ,		-	-	-	-
АМЦТ	-	-	Св АМЦЗ, по ГОСТ 7871-75	Св АМЦЗ,	УСОК-Ас	Св АМЦ5 по ГОСТ 7871-75	АН-А301	-	-
АМЦЗ	-	-	Св АМЦЗ, Св АМЦ5 по ГОСТ 7871-75	Св АМЦЗС, Св АМЦ5		Св АМЦ6 по ГОСТ 7871-75		-	-
АМЦС	-	-	Св АМЦЗ, по Св АМЦ5 по ГОСТ 7871-75	Св АМЦЗ, Св АМЦ6	АН-А4	АМЦ7 по ГОСТ 7871-75	АН-А301	-	-
АМЦ6	-	-	Св АМЦ6 по ГОСТ 7871-75	Св АМЦ6		АМЦ7 по ГОСТ 7871-75		-	-

Таблица 49.

## Механические свойства сварных соединений

Механические свойства	Значения механических свойств для алюминия марок			
	АВ5, АВ8, АВ7, АВ6, АВ5, АД0, АД1, АМп, АМпС.	АМпТ	АМпБ	АМпЗ
Предел прочности для всех способов сварки, $\text{кг}/\text{мм}^2$	Не ниже нижнего предела прочности ос- новного металла по ГОСТ или ТУ на ос- новной металл			
Угол изгиба, град не менее	120		45	60
Ударная вязкость, $\text{кгсм}/\text{см}^2$ , не менее				45
от 0° до +150°С	-	-	3,9	-
-70° до 0°С	-	-	3,8	-

в) осветления 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 14936-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	с отбортовкой	Односторонний	C2	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1 = 0,8-2 \text{ мм}$	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1 = 0,8-2 \text{ мм}$	-
	Без скоса кромок	Двусторонний	C7	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1 = 3-4 \text{ мм}$ ручная дуговая сварка покрытыми электродами 2) $S=S_1 = 4-25 \text{ мм}$	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1 = 4-20 \text{ мм}$ Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1 = 4-20 \text{ мм}$	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1 = 4-8 \text{ мм}$

Продолжение табл.50

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполнения	Условное обозначение сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				Ручная	автоматическая	полуавтоматическая
СТЫКОВОЕ	Без скоса кромок	Двусторонний	C7	Ручная дуговая сварка покрытыми электродами $S = S_1 = 6-25 \text{ мм}$	Аргондуговая двухэлектродная сварка (две плавящиеся электроды) $S = S_1 = 12-20 \text{ мм}$ Сварка по олову флюса $S = S_1 = 8-35 \text{ мм}$	-
		Односторонний на подкладке	C4	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = 0,8-12 \text{ мм}$ Ручная дуговая сварка $S = S_1 = 6-10 \text{ мм}^{2)}$	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = 0,8-12 \text{ мм}$ Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = 4-12 \text{ мм}$	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S = S_1 = 4-8 \text{ мм}$



Продолжение табл. 50

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Условное обозначение сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
С т м к о в о е	С прямыми скосом двух кромок	Двусторонний	C2I	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом <sup>1)</sup> $S=S_1 = 5-30$ мм Ручная дуговая сварка $S=S_1 = 5-60$ мм <sup>2)</sup>	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_1 = 5-40$ мм Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1 = 6-30$ мм Аргондуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S=S_1 = 30-60$ мм	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1 = 5-30$ мм
		Односторонний	C20	Аргондуговая сварка неплавящимся элект-	Аргондуговая сварка неплавящимся элект-	Аргондуговая сварка плавя-

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		на подкладке	C 20	родом $\delta = \delta_1 = 5-30 \text{ мм}^{1)}$	родом $\delta = \delta_1 = 5-20 \text{ мм}$ Аргондуговая сварка плавящимся электродом $\delta = \delta_1 = 12-30 \text{ мм}$ Аргондуговая двухэлектродная сварка (двумя плавящимися электродами) $\delta = \delta_1 = 30-60 \text{ мм}$	швом электродом $\delta = \delta_1 = 12-30 \text{ мм}$
	С двумя симметричными, прямыми, нейными	Двусторонний	C24	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $\delta = \delta_1 = 12-30 \text{ мм}$ Ручная дуговая сварка $\delta = \delta_1 = 35-60 \text{ мм}^{2)}$	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $\delta = \delta_1 = 12-30 \text{ мм}$ Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $\delta = \delta_1 = 20-40 \text{ мм}$	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $\delta = \delta_1 = 12-30 \text{ мм}$

Продолжение табл. 50


Вид соеди- нения	Форма подготов- ленных крайков	Характер выполнен- ного шва	Условное обозначение шва сварно- го соедине- ния по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматичес- кая
стыковое	скосами двух крайков	<del>двусторон- ний</del>	C24	<del>Аргоннодуговая сварка</del> <del>двух электродов</del>	Аргоннодуговая двух- электродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S=S_1=30-60$ мм	<del>Аргоннодуговая сварка плавящимся электродом</del> <del>двух электродов</del>
	С двумя симмет- ричными криволи- нейными скосами двух крайков	Двусто- ронний	C26	Аргоннодуговая сварка неплавящимся элект- родом $S=S_1=30-40$ мм	Аргоннодуговая сварка неплавящимся элект- родом $S=S_1=30-60$ мм  Аргоннодуговая сварка плавящимся электро- дом $S=S_1=30-60$ мм  Аргоннодуговая двух- электродная сварка (2-мя плавящимися элект- родами) $S=S_1=30-60$ мм	Аргоннодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_1=30-60$ мм

Продолжение табл. 50

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполнения шва	Условное обозначение шва сварного соединения по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматическая
Стыковое	Без скоса кромок	Двусторонний	УЗ	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_f=1,5-12,0$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_f=1,5-12,0$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_f=10,0-12,0$ мм
	С прямоугольным скосом кромок	Двусторонний	У7	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_f=5-20$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом $S=S_f=5-20,0$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_f=5-20,0$ мм
Угловое	С прямоугольным скосом кромок	Двусторонний	УП	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_f=12-30$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом $S=S_f=12-30$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_f=12-30$ мм
	С прямоугольным скосом 2х кромок	Двусторонний	УП	Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом $S=S_f=12-30$ мм	Аргонодуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродом $S=S_f=12-30$ мм	Аргонодуговая сварка плавящимся электродом $S=S_f=12-30$ мм

Продолжение табл. 50.

Вид соеди- нения	Форма подготов- ленных крайков	Характер выполнен- ного шва	Условное обозначение шва сварно- го соедине- ния по ГОСТ 14806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматичес- кая
	Без ско- са кро- мок	Двусто- ронний	T3	Аргондуговая сварка неплавящимся элект- родом $\delta = \delta_1 = 15-20$ мм  Ручная дуговая свар- ка $\delta = \delta_1 = 15-20$ мм 2)	Аргондуговая сварка неплавящимся элект- родом $\delta = \delta_1 = 1,5-20,0$  Аргондуговая сварка плавящимся электро- дом $\delta = \delta_1 = 1,5-20$ мм	Аргондуговая сварка плавящимся электродом $\delta = \delta_1 = 4,0-20,0$ мм
		Односто- ронний	T1	То же	То же	То же

Вид Соединения	Форма подготов- ленных крайков	Характер выполнен- ного шва	Условное обозначение шва сварно- го соедине- ния по ГОСТ I4806-69	Способ сварки		
				ручная	автоматическая	полуавтоматичес- кая
Тавровое	С двумя прямоли- нейными скосами одной кромки	 Двустор- онный	Т10, Т11 ( $S \geq 30$ )	Аргондуговая сварка неплавящимся элект- родом $S=S_1=12-60$ мм	Аргондуговая сварка неплавящимся элект- родом $S=S_1=12-60$ мм Аргондуговая сварка плавящимся электро- дом $S=S_1=12-60$ мм Аргондуговая двух- электродная сварка (двумя плавящимися электродами) $S=S_1=50-60$ мм	Аргондуговая сварка плавящим- ся электродом $S=S_1=12-60$ 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
Нахлесточное	Без скоса кромок	Двусторонний	Н1, Н3	Аргондуговая сварка неплавящимся электродом $S = S_1 = 1,5-20$ мм	Аргондуговая сварка неплавящимся и плавящимся электродами $S = S_1 = 1,5-20$ мм	Аргондуговая 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 <sup>(кроме,</sup> должны быть обезжирены ацетоном, уайтспиритом 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, АД1.

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

10.3.2. Допускается использовать штатные электроды с покрытиями А ОЗА-1 и ЭАЛ-1 (АФ1).

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

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		450-550
		25	8	500-550
Без скоса кромок.	Односторонний, на оставшейся подкладке без канавки.	6	5	280-300
		8	6	300-320
		10	6	320-380
С прямолинейным скосом двух кромок.	Двухсторонний.	26-28	5	500-550
		30-32	8	550-600
		34-60		600-700
С двумя симметричными прямолинейными скосами двух кромок.	Двусторонний.	35	8	550-600
		40		
		45		600-700
		50		
		60		

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

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 принимаются по табл.48.

Проволока должна поставляться в нагретованном состоянии.

10.4.3. Составы флюсов АН-А<sub>2</sub> и УФОР-А<sub>2</sub> приведены в табл.52.

Таблица 52

Состав флюсов, в %

Компоненты	Марка флюса	
	АН-А <sub>1</sub>	УФОР-А <sub>2</sub> по ЦМТУ 05-130-69
Калий хлористый по ГОСТ 4234-69	50	40
Натрий хлористый по ГОСТ 4233-66	20	30
Криолит K-I по ГОСТ 10561-73	30	30

10.4.4. Технологический процесс изготовления флюса состоит из следующих операций:

- просушки компонентов при температуре 200-250°C в течение полутора-двух часов;

- измельчения их до размеров 1,5-2,0 мм в поперечнике;

- просева через сито с 16 отв/см<sup>2</sup>;

- взвешивания согласно рецептуре (см. табл. 50);
- перемешивания;
- расплавления (в тигле из окислностойкой стали или графита) при 750-800°C с выдержкой при этой температуре в течение 10 мин.;
- розлива флиса для остывания на противень высотой слоя не более 10-15 мм;
- измельчения флиса до размеров 0,2-1,0 мм;
- просушки флиса при температуре 200-250°C;

10.4.5. Допускается использование механической смеси компонентов или керамического флиса.

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

10.4.7. Рихтовку и подготовку выполняют деревянными или диалектичными молотками.

10.4.8. Соединение под сварку детали и узлы прихватывают газовой, ручной аргоно-дуговой или дуговой сваркой с подогревом до 220-250°C.

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

10.4.9. Во избежание прижигания брызг при сварке поверхность листов по обе стороны неа 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 неа длиной 150-200 мм при окончании сварки перекрывается вторым слоем.

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

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

10.4.14. Сварку выполнять на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде). Толщина, 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 свариваемо- го металла, мм	Количество свароч- ных прово- лок	Диаметр сварочной проволо- ки, мм	Свароч- ный ток, А	Напря- жение на ду- ге, В	Ско- рость сварки, м/сек	Ширина одея 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	I90-210	30-32	20-22	24-26	8-I0
10	I	I,6-2,0	220-280	32-36	I8-22	26-28	8-10
	2	I,6	300-320	32-34	I6-I8	26-30	8-10
12	I	2,5-2,7	350-370	38-40	I6-I8	32-34	10-12
	2	I,6-I,8	320-340	32-34	I6-I8	30-32	10-12
16	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	10-12
18	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	1000-1200	46-48	10-12	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.

10.5.3. Проволоку и свариваемый металл очищают способами, указанными в п.10.2.3.

10.5.4. Прихватку выполняют ручной аргонодуговой сваркой.

10.5.5. Сварку производят на постоянном токе обратной полярности.

10.5.6. Начало и конец шва выводят на закладные планки.

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

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

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

10.5.10. При перекрытии шва обеспечивать полное расхождение кратера.

10.5.11. Режимы автоматической сварки приведены в табл.54.

10.5.12. Режимы полуавтоматической сварки приведены в табл.55

10.6. Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

10.6.1. Присадочные проволоки принимают согласно табл.48.

10.6.2. В качестве неплавящегося электрода применяют вольфрамовые прутки по ТУ 48-19-27-72.

10.6.3. Для защиты дуги применяют аргон по ГОСТ 10157-73.

10.6.4. 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.

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

10.6.6. Изделия перед сваркой необходимо подогревать до 150-350°C в зависимости от толщины и марок сплава.

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

10.6.8. Режимы сварки приведены в табл.56.

Таблица 54.

Режимы автоматической аргодуговой 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	2	Сварку первого шва выполняют на подкладке во избежание прожогов
	14	2	360-380	16-20	27-28	24-28		
	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	1	-
	6	1,4-1,6	260-300	18-25	23-25	20-24		
	10	2	360-380	18-22	26-28	24-28		
	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 14 06-69	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/мм	Количество слоев	Примечание
С24	20	2	1-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	1-й проход 360-380 2-й проход 400-430	I4-I6	28-30	28-35	2	
	30	2	1-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 дуги, В	Расход аргона, л/мин	Количество слоев	Примечание
-								
С26	36	2	I-II 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 1806-69	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
C7	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
74	4 6	I,2-I,4 I,4-I,6	I20-I60 220-260	I50-I70 200-220	25 25	I0-I2 I2-I4	I I	
C20	10 15 20	2	300-320	260-290	28-29	12-14	1 3 4 (подварка с обратной стороны)	

Продолжение табл. 55

Словное обозначение шва по ГОСТ 1806-69	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	15	2	300-320	260-290	28-29	12-14	4	Первыйшов выполнять на подкладке. Корень шва перед сваркой с обратной стороны подплавить.
	20	2	300-320	260-290	28-29	12-14	4	
С26	30	2	300-320	260-290	28-29	14-16	10	Первые швы выполнять на подкладке. Сварка рекомендуется с подогревом
	36	2	300-320	260-290	28-29	14-16	12	
Т3	10	2	300-320	260-290	28-29	12-14	1 с каждой стороны	K = 3-6 (катет шва)
Т10	20	2	300-320	260-290	28-29	14-16	6-7 с каждой стороны	K = 8-15 (катет шва)
	30						12-15 с каждой стороны	K = 10-20 (катет шва), рекомендуется подогрев

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	360-290	28-29	I4-I6	I8-22 с каждой стороны	а = I5-30 (катет шва), рекомендуется подогрев
НП, НЗ	10	2	300-320	260-290	28-29	I2-I4	I	Для толщины 30-36 мм рекомендуется подогрев
	20					-	6	
	30					I4-I6	I2-I5	
	36						I8-20	

Таблица 56.

Режимы ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

Условное обозначение 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	I	-
	2	3	2,0	5-6	80-110	I	
С7	3	4	3	7-8	100-130	2	-
С4	2	3-4	2-2,5	5-6	80-100	I	-
	3-4	4	3	7-8	150-170	I	
	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 14806-69	Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Расход аргона, л/мин	Сварочный ток, А	Количество слоев	Примечание
ТЗ, ТП	1,5-20	5-6	4	8-10	180-260	1-5	Количество проходов изменятся в зависимости от толщины изделия и катета шва
НП, НЗ	1,5-20	4 5 6	3-5	8-10 10-12 12-14	140-150 180-220 220-260	1-5	То же

### 10.7. Автоматическая двухэлектродная сварка по флюсу.

10.7.1. Для двухэлектродной сварки алюминия применяют неплавящийся флюс АН-А1 следующего состава, вес. %:

калий хлористый ГОСТ 4234-69	- 50
натрий хлористый ГОСТ 4233-66	- 20
криолит ГОСТ 9224-65, ГОСТ 10561-73	- 30

10.7.2. Поступление флюса в зону сварки регулирует специальным дозирующим устройством.

10.7.3. Сборку под сварку выполняют очень тщательно с минимальными зазорами (0-15 мм).

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

10.7.5. Собранные под сварку детали и сборочные единицы прихватывают ручной электродуговой сваркой электродами марок А54А с криолитом, ОЗА-1 или АЕ 101. Прихватки производят с внутренней стороны аппарата. Длина прихваток - 80-120 мм, расстояние между ними - 400-500 мм.

10.7.6. Сварку ведут без подогрева.

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

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

10.7.9. Двухдуговая сварка аппарата выполняется в следующей последовательности:

- сварка продольных стыков обечаек с внутренней стороны с пневматическим флюсоподдувом (для флюсовых поддухов применяют флюс АН-348А средней гранулитим);
- сварка кольцевых стыковых соединений с внутренней стороны с применением флюсовой подушки или асбестового бандана;
- 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 МАНУ 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 <sup>2</sup>
Калий хлористый	ГОСТ 4234-69	50	600-900
Натрий хлористый	ГОСТ 4233-66	28	600-900
Литий хлористый	МНТУ 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  $30-45^{\circ}$ . Наклон присадочного прутка -  $40-50^{\circ}$  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 швом 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 нависающего флюса;

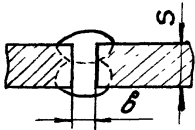
в) после проковки (если она предусмотрена ТУ) и зачистки швов протравить все изделие 5%-ным раствором азотной кислоты, промыть горячей водой и высушить древесными опилками, сжатым воздухом или в сушильном шкафу.

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

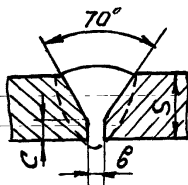
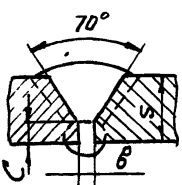


Таблица 58

Режимы газовой сварки алюминия и подготовка кромок к сварке

Толщина свариваемого металла, $S$ , мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Зазор, $\delta$ , мм	Притупление, $C$ , мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Номер наконечника горелки	Рабочее давление кислорода, кгс/см <sup>2</sup>	Расход ацетилена, л/ч	Примечание
I,5		I,0	-	2,0	I-2	I,5	50-100	
2		I,5	-	3,0	I-2	I,5	100-200	
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	
10		3,0	-	6,0	6	3,0-3,5		
12		3,0	-	8,0	6	3,0-6,0	700-1200	

Продолжение табл.58

Толщина овари- ваемого металла, мм	Конструктивные элементы под- готовленных кромок сваривае- мых деталей	Зазор, мм В; мм	Притуп- ление мм С; мм	Диа- метр приса- дочной прово- локи, мм	Номер нако- лечни- ка го- релки	Рабочее давление кислоро- да, кгс/см <sup>2</sup>	Расход аце- тилена, л/ч	Примечание	
6		2,0	2,0	5,0	4	2,0-2,5	400-700	Односторонний шов без подварки при- менять в исключи- тельных случаях	
8		2,5	2,0	6,0	5	2,5-3,0			
10		3,0		6,0	6	3,0-3,5			
12		4,0	3,0			3,0-3,5			
14		5,0			7	3,5-6,0	700-1200	Металл толщи- ной 18 и 20 мм сваривать с по- догревом до 250-300°C	
16		6,0	4,0			3,5-6,0			
14		3,0	7,0	8,0	6	3,0-3,5	700-1200		
16		3,5	8,0		6	3,0-3,5			
18		3,5	9,0		7	3,5-6,0			
20		4,0	10,0		7	3,5-6,0			

ОСТ 26-01-82-77  
-02р

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

10.9.1. Типы сварных швов, выполненных плазменной сваркой, допускается принимать рекомендуемые ГОСТ 14806-69 для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. Конструктивные элементы подготовки кромок и размеры сварных швов для толщин, не указанных в ГОСТе 14806-69, выполняются по стандартам предприятий.

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

10.9.3. В качестве защитного газа применяют аргон по ГОСТ 10157-73.

10.9.4. Проволоку и свариваемый металл очищают способами, указанными в п.п. 10.2.2, 10.2.3 и 10.2.4.

10.9.5. 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.

10.9.6. 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	100-200	10-20
8	200-300	30-35
10-16	300-250	40-50
16-20	350-450	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°C. Контроль температуры подогрева осуществляется термометрами 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 ИСО-500, выпрямитель ВПР-402 или ИПН 160/600 и др.

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

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	напряже- ние на дуге, В	диаметр формиру- ющего соп- ла, 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	С1В
14	6	270-300	34-37	8	7-9	С1В

Продолжение табл. 60

Толщина металла, мм	Диаметр присадочн. провода, мм	Режимы сварки				
		сварочный ток, А	напряже- ние на дуге, В	диаметр формиру- ющего соп- ла, мм	расход аргона л/мин.	обозначен. сварного соединения
16	6	320-350	35-38	8	9-11	C2I
18	6	340-380	36-40	8	9-12	C2I
20	6	370-410	38-42	8	10-14	C2I

Таблица 61

Режимы автоматической плазменной сварки

Свариваем. толщина, мм	Свароч- ный ток, А	Скорость		Расход аргона л/мин.		Диаметр формиру- ющего соп- ла, мм
		сварки м/ч	подачи про- вода в 3,0 мм, м/ч	для за- щиты	плазмо- образую- щей	
6	340-350	16,0-18,0	60-65	14-16	1-1,0	4
8	350-365	12,0-14,0	60-65	16-18	1-1,4	4
10	370-390	8,0-10,0	80-90	18-20	1-1,8	5
12	400-415	7,0-8,0	95-100	20-22	1-2,0	6
14	420-435	6,5-7,0	95-105	22-24	2-2,0	6
16	430-445	5,8-6,5	100-110	24-26	1-2,0	8
18	450-465	5,5-6,0	110-120	26-28	1-2,0	8
20	470-480	5,0-5,5	120-130	26-28	1-2,8	10

Примечание: 1. Расстояние от торца плазматрона до изделия  
должна устанавливаться в пределах 12-22 мм.

## II. СВАРКА МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ МАРК

М1Р, М2Р, М3Р, ЛБЗ

## II.1. Специальные требования.

II.1.1. Сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений из меди и медных сплавов должны подвергаться обязательной очистке, в связи с большой чувствительностью меди и медных сплавов к водороду (осушка газов, прокатка флюсов и т.д.).

II.1.2. При наличии на сварочной проволоке масла, смазки и других загрязнений необходимо перед сваркой произвести очистку проволоки механическим путем или травлением. Травление производится в растворе содержащем 10-12% серной кислоты и 2% хромового ангидрида с последующей промывкой в теплой проточной воде.

II.1.3. Подготовка кромок под сварку должна производиться механическим способом на ножницах и металлорежущих станках с последующей зачисткой с помощью наждачного круга, стальной щетки и других инструментов. Наличие заусенцев после механической обработки не допускается.

II.1.4. В связи со значительным коэффициентом термического расширения и его зависимостью от температуры, сварку необходимо вести в жестком закреплении или по прихватам.

II.1.5. Прихватка должна обеспечить провар корня стыкового и углового соединения. Расстояние между прихватами должно быть в пределах 150-500 мм;

Ширина и высота прихваток должны быть минимальными, а длина их не менее 20 мм.

Качественные прихватки во время сварки не вырубятся и подлежат переиспользованию старым швом. Начинать сварку на прихватке не допускается.

II.1.6. Сварку сосудов и аппаратов из меди с толщиной стенки более 5 мм (для латуни более 12 мм) производить с предварительным подогревом до температуры от 200 до 600°C в зависимости от толщины свариваемого изделия и способа сварки.

II.1.7. При сварке элементов наделей, существенно отличающихся по разной толщине, более толстый металл необходимо подогревать до более высокой температуры.

II.1.8. Во избежание появления пор в швах сварные соединения должны быть выполнены с наименьшим числом проходов.

II.1.9. Сварку производить по возможности без перерывов. В случае вынужденного перерыва, перекрывать ранее наложенный шов на 20-30 мм в зависимости от толщины материала.

При перекрытии шва обеспечивать расплавление кромок.

II.1.10. Полуавтоматическая сварка стыковых и угловых соединений толщиной до 6 мм производится без поперечных колебаний, а при большей толщине с небольшими поперечными колебаниями горелки. При сварке деталей разной толщины угол наклона горелки выбирается таким, чтобы большая часть тепла дуги переходила на более толстую деталь.

II.1.11. Сварные швы должны быть по возможности стыковыми двухсторонними.

II.1.12. Во избежание прожогов при сварке стыковых соединений рекомендуется применять съемные подкладки.

II.1.13. Сварной шов должен иметь плавный переход к основному металлу. Резкие переходы в сварных швах не допускаются.

II.1.14. Для снятия внутренних напряжений после сварки изделие целесообразно подвергать низкотемпературному отжигу при температуре 300°C.

## II.2. Ручная дуговая сварка.

II.2.1. Для ручной дуговой сварки применяются сварочные материалы, приведенные в табл. 62.

II.2.2. Конструктивные элементы подготовки кромок под сварку, рекомендуется принимать, типы и размеры швов сварных соединений по ГОСТ 16038-70, типы - С2, С3, С6, С7, У3, или другой действующей нормативно-технической документации и чертежи.

Таблица 62

Марка сварива- емого материа- ла	Проволока	Покрyтие	
		марка	стандарт
M1P	MT(ГОСТ 2112-71)		ТУ
M2P	MI(ГОСТ 859-66)	"Комсомолец-	I4-4-644-75
M3P		- I00"	

II.2.3. Состав покрытия "Комсомолец-I00" приведен в табл.63.

Таблица 63

Наименование компонентов покрытия	Стандарт	Содержание, вес. %
Оцинкованный	ГОСТ 4421-73	12,5
Листовой	ГОСТ 4422-73	15,0
Ферромарганец	ГОСТ 4755-70	47,5
Легатура медь-кремний МСР17 (медь - 73-75%, кремний - 23-25%, примеси н.б.1,5%)	ТУ 48-21-544-76	25,0
Стекло натриевое кидкое (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 подобрать в зависимости от диаметра электрода согласно табл.64. Сварку следует вести быстро без возвратных движений.



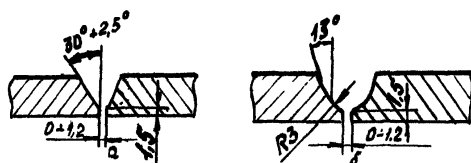
Таблица 64.

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  $S > 10$  мм.

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 Л130-3.

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

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 <sup>x</sup>	12,5
Калий хлористый по ГОСТ 4234-69	50,0
Криолит по ГОСТ 958-45, ГОСТ 10561-73	35,0
Уголь древесный	2,5

II.3.7. Флюс в виде тонкодисперсной смеси наносят на стержни путем опыливания.

II.3.8. Перед опыливанием стержни окунают в жидкое натриевое стекло ( $\gamma = 1,30-1,35$ ).

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  $15-20^\circ$ . Не допускать колебательных движений присадочного стержня.

II.3.12. Дугу следует возбуждать на присадочном стержне и только после этого перенести 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 МНЖТ 5-1,0-0,2-0,2, М1 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; БрКМц-3-1, БрОЦ-4-3. В случае отсутствия специальных требований допускается применение проволоки МНЖТ5-1,0-0,2-0,2. 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 ОСТ-35-88.

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 аргондуговой сварки стыковых соединений меди представлены в табл. 66.

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

Таблица 66.

Режимы ручной аргодуговой сварки стыковых соединений  
меди неплавящимся электродом.

Толщина, мм	Разделка кромки	Число прохо- дов	Проходы	Диаметр присад. прутка, мм	Сила сва- рочного тока, А	Расход аргона, л/мин
1,5	без скоса кромки	I	-	2,0	140-230	4-5
2,0		I	-	3,0	150-280	4-5
3,0		I	-	3,0	200-320	5-6
4,0		2	-	3,0	150-300	5-6
5,0	со скосом двух кромок	2	I	4,0	150-350	5-6
6,0		3	I	3,0	200-350	6-7
			2	4,0	200-350	6-7
			подвароч- ный шов	4,0	200-350	6-7
			4	I	3,0	200-350
2		5,0		200-350	7-8	
3		6,0		200-400	7-8	
подвароч- ный шов		3,0		200-350	7-8	
12,0		5	1	3,0	250-350	8-10
			2	5,0	250-400	8-10
			3	6,0	300-450	8-10
			4	6,0	300-450	8-10
			подвароч- ный шов	3,0	250-350	8-10

## Продолжение табл. 68

Толщина, мм	Разделка крайков	Число прохо- дов	Проходы	Диаметр присад. прутка, мм	Сила свароч- ного тока, А	Расход аргона, л/мин
20		6	1,2	3,0	250-400	I0-I2
			3,4	5,0	250-450	I0-I2
			5,6	6,0	300-350	I0-I2
25	с двумя симметрич- ными скоса- ми двух крайков.	8	1 и 2	3,0	250-400	I2-I4
			3 и 4	5,0	300-450	I2-I4
			5 и 6	6,0	300-350	I2-I4
			7 и 8	6,0	350-600	I2-I4

II.4.I4. Автоматическую сварку вольфрамовым электродом ведут в I-2 прохода на резках, приведенных в табл.67.

Таблица 67.

Значения силы тока для неплавящихся электродов.

Диаметр электрода, мм	Постоянный ток, прямая полярность	Переменный ток
	Сила тока, А	
1,0	25-65	10-75
2,0	65-150	40-125
3,0	125-250	75-150
4,0	200-300	125-250
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 <sup>тока</sup> меньше примерно в 1,5 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 16038-70, типы С2, С3, С6, С7, У3.

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

II.5.2. Длина прихваток должна составлять 10-15 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
М1Р	МНЖКТ 5-1-0,2-0,2	ГОСТ 16130-72	Азот, аргон, азот гелий-азот	ГОСТ 9293-74
М2Р	БрИмц 3-1	ГОСТ 5222-72		ГОСТ 10157-73.
М3Р				ГОСТ 9293-74, МРТУ 5177-66
	МРЗИМЦТ 0,3-0,3-1,0-0,3	ТУ 48-21-80-72	-	-

**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 5-1-0,2-0,2 по ГОСТ 16130-72.



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	18-20
2,0	1,0	10-12	25-26	170-180	20-25	
2,5	1,0	10-12	26-27	180-200	20-25	
3,0	1,0	10-12	27-30	200-210	20-25	
4,0	1,0	10-12	30-32	220-240	20-23	

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Режимы пригодны также при сварке двусторонним швом, выполненным навесу, или по прошивке 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 сварке под сварку устанавливают в зависимости от толщины свариваемого металла:

Толщина свариваемого металла,

мм

6

8

10

Величина зазора,

мм

0,5-1

1-2

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 МО диаметром 2 мм.

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

Флюс МАТИ-53:		Флюс АН-5:	
Флюс ОСЦ-45	- 77,0	Синтрат, Концентрат Хлорид калий по	
Кислота борная по		ГОСТ 4421-73	- 75
ГОСТ 9656-75	- 7,6	Натрий фтористый по	
Сода кальцинированная		ГОСТ 4463-75 или	
по ГОСТ 5100-73	- 15,4	2871-75	- 25

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

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

II.6.6. Для повышения прочности сварных соединений, выполненных под флюсом АН-5, следует применять медную проволоку, легированную никелем (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 ЛБЗ.

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

II.7.2. В качестве присадочного металла применяют проволоку марки ЛБ62-05 или самофлюсующийся сплав марки ЛБ62-02-004-05 по ГОСТ 16130-72.

II.7.3. В качестве флюса применяют обезвоженную буру ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), которую в виде пасты наносят на сварочные прутики и свариваемые кромки, а также газообразный флюс марки БМ-I 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 - "лежний".

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.

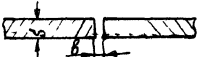

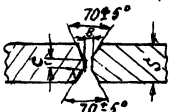
Толщина металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление, С, мм	Зазор в, мм
До 2		-	1,0-1,5
2-10		1,0-1,5	1,5-2,0
12-20		1,5-2,5	2,0-3,0

Таблица 72.

## Режим сварки.

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Номер наконечника горелки	Расход ацетилен, л/ч
2	2	2	300-400
4	4	3	300-500
6	5	3	750-1200
8	6	5	750-1200
10	6	6	1700-2500
12	8	6	1700-2500
14	8	6	1700-2500
16	10	7	1700-2500
18	12	7	1700-2500
20	12	7	1700-2500

## 12. СВАРКА НИКЕЛЯ МАРК Н10, Н11, Н12, Н13

## 12.1. Специальные требования.

12.1.1. При сварке никеля необходимо производить защиту шва в окислительной зоне.

12.1.2. Защита шва осуществляется увеличением диаметра сопла горелок, применением насадок при ручной аргонодуговой сварке, применением стальных или медных накладок, расположенных по обе стороны от шва.

12.1.3. Защита обратной стороны шва может быть осуществлена:

- медными подкладками с канавкой, через которую пропускается защитный газ;
- заполнением инертным газом внутреннего объема накладки;
- поджигом флюсовой подушки из мелкого флюса;
- сваркой в специальных камерах с защитной атмосферой;
- сваркой на оставшейся подкладке из той же марки, что и основной металл.

12.1.4. Возбуждение дуги производить только на поверхности свариваемых кромок в раздвке или на специальной технологической пластине.

12.1.5. 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  $\sim 100^{\circ}$ ;
- в) швы, обращенные к агрессивной среде, заваривать в последние очереди;
- г) ограничивать число ремонтных подварок.

## 12.2. Подготовка под сварку.

12.2.1. Резку никеля необходимо производить механическим способом. допускается плазменный резка с последующей механической обработкой.

12.2.2. Механическую обработку после плазменной резки рекомендуется производить на глубину не менее 2 мм от максимальной площади.

12.2.3. Подготовку кромок под сварку производить механическим способом на станках. Допускается обработка кромок ручным пневматическим зубилом или абразивными кругами, а также пламенной резкой с механической обработкой согласно п.12.2.2.

12.2.4. 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.

12.2.5. Очистку рекомендуется производить нетканым из науглероданной нержавеющей стали, после чего производится обезжиривание подготовленных поверхностей органическими растворителями.

### 12.3. Сборка под сварку.

12.3.1. Сборка деталей, подготовленных под сварку, производится на прихватках, которые должны выполняться неплавящимся электродом в среде защитных газов или электродуговой сваркой покрытым электродом.

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

12.3.3. Прихватки желательно ставить со стороны противоположной основному шву.

12.3.4. Наличие пор и трещин в прихватках не допускается.

12.3.5. Дефектные прихватки должны удаляться механическим способом.

12.3.6. Все прихватки перед наложением основного шва должны быть тщательно очищены от шлака и окисл металла.

12.4. Аргодуговая сварка неплавящимся электродом.

12.4.1. Сварка производится на постоянном токе прямой полярности.

12.4.2. В качестве неплавящихся электродов применять вольфрамовые лантанированные прутки по ТУ 48-13-27-72.

12.4.3. В качестве защитных газов применять:

- аргон газообразный высшего сорта по ГОСТ 10157-73;

- гелий высокой чистоты сорта А по ТУ 51-83479.

12.4.4. Сварка ответственных конструкций должна выполняться с применением сварочной проволоки марки НММАТ П, 0-1, 5-2, 5-0, 15 (табл. 70). Для неответственных конструкций (если к сварным соединениям не предъявляются повышенные (например равноценные основному металлу) требования по механическим свойствам) можно применять другие проволоки, приведенные в табл. 73.

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

12.4.6. Перед началом сварки газовые магистрали должны быть продуты инертным газом в течение 15 сек до возбуждения дуги.

12.4.7. По окончании процесса сварки для предохранения шва от взаимодействия с воздухом подача инертного газа должна прекратиться 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 возобновить отступив на 10-15 мм от места обрыва дуги, предварительно зачистив это место.

12.4.10. В особо ответственных конструкциях необходимо зачищать швы с обратной стороны. Поддув производить при выполнении первых трех проходов шва.

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

12.4.12. При сварке сое вольфрамового электрода располагать под углом 60-70° к изделию, присадочный металл - 10-20° к изделию.

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

Таблица 73.

## Химический состав сварочной проволоки.

Марка проволоки	ГОСТ или технические условия стандарт	Содержание элементов, %									
		угле- род н.б.	марга- нец	крем- ний	титан	алюми- ний	желе- зо	медь	сера	фос- фор	магний
		не более									
НП-1, 0-1,5- -2,5-0,15	ТУ 48-21-284- -73	0,10	1,0-1,5	0,1-0,2	2,0-3,0	1,1-1,8	0,15	0,1	0,01	0,02	-
НП-2, 0-1,5- -4,6	ТУ 48-21-284- -73	0,10	2,5-3,3	0,2	0,3-0,8	1,1-1,8	0,15	0,1	0,01	0,01	-
НП-2	ГОСТ 432-73	0,10	0,05	0,15	-	-	0,10	0,10	0,005	0,002	0,10



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 ЭА-395/9.

12.5.3. Сварку выполнять на постоянном токе обратной полярности, возможно короткой дугой.

Повторное возбуждение дуги должно производиться в стике 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.

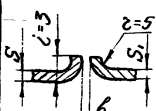
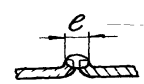
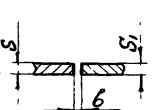
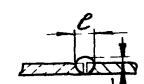
12.5.7. Допускается комбинированный метод сварки: корень шва выполняется аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки НМЦАТК1,0-1,5-2,5-0,15, а разделка заполняется покрытием электродами.

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

Аргондуговая сварка неплавящимся 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	$S \leq 3$	в но- мин.	пред. откл. лон.	е но- мин.	пред. откл. лон.	д но- мин.	пред. откл.	диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	номер слоя в шве	расход аргона, д/сек.
Сн I			1-2		+0,5		+2		-		90-100	I	0,16-0,20
			3,0	0	+1,5	2S	+3		-	2,0	120-140		0,20-0,23
Сн 2			1,0		+0,5	5		1,0	±0,5	2,0	40-60		0,13-0,20
			1,5								60-80		
			2,0			6	+1,2				90-100		0,16-0,20
				I	+1,0	8	±2	1,5	±1,0	1,5	120-140		0,20-0,23
			3-4										

Продолжение табл. 74

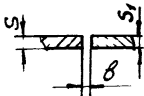
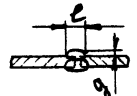
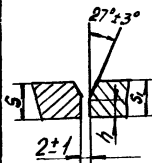
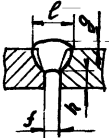

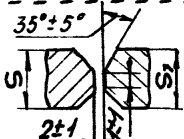
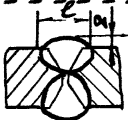
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы	Размеры, мм						Режимы сварки					
		$S = S_1$	в		е		д		Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	номер слоя в шве	расход аргона, л/сек.	
			но-мин.	пред. откл.	но-мин.	пред. откл.	но-мин.	пред. откл.					
Сш4			2,0	2	$\pm 1,0$	5	$+1$ $-2$	1,5	$\pm 1,0$	1,5	90-100	2	0,16-0,20
			3-4			7	$\pm 2$			2,0	100-140		0,20-0,23

Таблица 75

Аргондуговая сварка неплавящимся электродом стыковых соединений никели с симметричными скосами  
двух кромок

Услов- ное обоз- наче- ние шва свар- ного сое- дине- ния	Конструктивные элементы		Размеры, мм							Режимы сварки				
	подготовленных кромок сварива- емых деталей	шва сварного соединения	$S=S_1$	$h$	$h_1$	$f$	$e$	$e_1$	$g$	пред. откл.	диаметр электрода, мм	Свароч- ный ток, А	номер слоя в шве	расход аргона, л/сек.
							не бо- лее	но- мин.						
СН2I		 	4-6	3-5			I7			+1,0	4	180-260	I и послед- ующие	0,20-0,25
			6-8	5-6	2-3	4-5	I9	I0	-0,5	0,20-0,26				
			8-10	6-8	3-4	6-7	22	I2	+2,0					
			10-12	8-10	4-5	6-8	25	I3	-0,5	0,23-0,26				

Продолжение табл. 75

Условное обозначение	Конструктивные элементы		Размеры, мм							Режим сварки				
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	$S = S_1$	$h$	$h_1$	$f$	$e$   $e_1$ не бо- лее	$g$ но- мин.	пред. откл.	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	номер слоя в шве	расход аргона, л/сек.	
шва сварного соединения			I2-I4	5-7	-	-	I9	-	-			+2,0	5	250-300
			I6-I8	7-8	-	-	22	-	0,5	-0,5			последующие	
			I8-20	8-9	-	-	24							

Ст. 26-01-

ОСТ 36-01-82-77

Стр. 191

**Сварочные материалы для никеля и  
механические свойства сварных соединений**

Таблица 76

Марка электродов / марка провода, разра- ботчик электродов/	Механические свойства при 20°C						Область применения
	Наплавленный металл			Сварное соединение			
	предел проч- ности, кг/мм <sup>2</sup>	предел текучес- ти, кг/мм <sup>2</sup>	относит. удлине- ние, %	предел проч- ности, кг/мм <sup>2</sup>	угол загиба, град.	ударная вязкость, кгм/см <sup>2</sup>	
ОЗЛ-32 (НИИАТ КГ, 0-1,5-2,5- -0,15) ТУ 14-4-786-76 (ВНИИПТ химмаш и ОСЗ)	48	30	25	38	120	15	Для сварки конструкций, работающих в агрессив- ных средах и под дав- лением
П-2НЧ/НИ2 ВНИИПТ химмаш	30	-	10	35	60	13	Для ремонта сварных швов
ПС-1/НИ2 Пермский политехн. институт	-	-	-	41	120	18	Для сварки и ремонта конструкций, работающих
НР-1/НИ2 Пермский политехнический институт	-	-	-	38	90	12	без давления с темпе- ратурой стенки не бо- лее 100°C в растворах щелочей

ОСТ 26-01-82-77

Стр. 192

Таблица 77.

## Химический состав наплавленного металла

Марка электрода	Углерод	Марганец	Кремний	Титан	Алюминий	Хром	Сера	Фосфор
не более								
ОЗД-32	0,1	2,5	0,6-1,4	0,7-1,5	0,5	2,1	0,01	0,12
П-2НЧ	0,4	0,5	0,5	-	0,5	2,0	0,006	-
НС-1	0,15	-	0,25	0,16	-	-	0,007	0,006
НР-1	0,38	-	0,3	0,02	-	-	0,005	0,006

## 12.6. Автоматическая дуговая сварка под флюсом.

12.6.1. Для автоматической сварки следует применять сварочную проволоку НМПАТК1,0-1,5-2,5-0,15 по ТУ 48-21-284-73 и флюсом плавящиеся марки АН-22 по ГОСТ 9087-69, АН-18 по ТУ 14-1-509-73. Допускаются фторидные флюсы марок АНФ-14 и АНФ-16 по ТУ ИЭС им.Ватсона.

12.6.2. Перед употреблением флюс необходимо просушить при 300-350°C в течение 2-3 часов.

12.6.3. Сварку следует выполнять на постоянном токе обратной полярности.

12.6.4. Высота флюса при сварке выбирается такой, чтобы исключить возможность прорывания дуги и попадания воздуха.

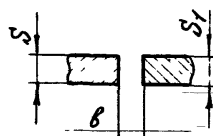
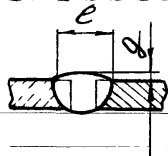
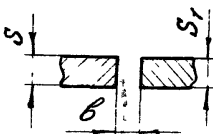
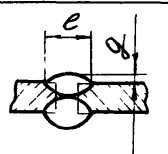
12.6.5. Сварку необходимо производить на флюсовой подушке из мелкого флюса.

12.6.6. Во избежание перегрева электродной проволоки, а следовательно ее неравномерного плавления и повышения окисления легированных элементов вилет электродной проволоки из муфты должен быть 35-40 мм.

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

Таблица 78

Ручная дуговая сварка штучным электродом стыковых соединений никеля без скоса кромок

Условное обозна- чение шва свар- ного соедине- ния	Конструктивные элементы		Размеры, мм					Режимы сварки		
	подготовленных кромок сваривае- мых деталей	шва сварного сое- динения	$S = S_1$	в		$e$ (пред. откл. + I - 2)	$\phi$ (пред. откл. $\pm 1$ )	ди- аметр электро- да, мм	свар- очный ток, А	номер слоя в шве
				номинал.	пред. откл.					
- Сн2			3	I		7	1,5	3	120-140	I
			4				2			
- Сн4			3-5	2	$\pm I$	8	1,5	4	120-180	I-2

ОСТ 26-01-82-77 стр. 154

ОСТ 26-01-82-77 стр. 124



Таблица 76

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

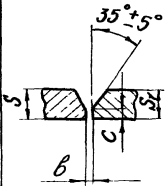
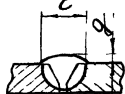
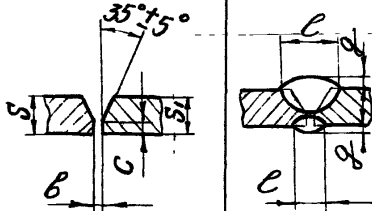
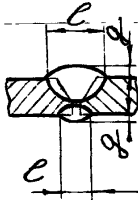
Условное обозначение ниже сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры, мм						Режимы сварки		
	подготавливаемых кромок свариваемых соединений	ниже сварного соединения	$\delta = \delta_1$	C=V		$\ell$ не более	$g$		диа- метр элек- трода, мм	свароч- ный ток, А	номер слоя в ниже
				но- мин.	пред. откл.		но- мин.	пред. откл.			
Сн 15			3-5	I	±I	I2	0,5	+1,5	3	I20-I40	I и после- дующий
			6-8			I8		-0,5	4	I50-I80	2 и после- дующий
			10-12	2	+I	25	+2,0		3	I20-I40	I
			14-16			3I			4	I50-I80	2 и после- дующий
			18-20		-2	38	-0,5		3	I20-I40	I
									4	I50-I80	2 и после- дующий
									3	I20-I40	I
									4	I50-I80	2 и после- дующий

Таблица 80

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

Условное обозна- чение шва свар- ного соедине- ния	Конструктивные элементы		Размеры, мм						Режимы сварки			
	подготовлен- ных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	$\delta = \delta_1$	$c = b$		$\ell$	$\ell_1$	$g$	диа- метр элек- трода, мм	свароч- ный ток, А	номер слоя в шве	
				но- мин.	пред. откл.							(пред. откл. +I -2)
СН 18			3-5	I	$\pm I$	12	8	1,5	+I,5 -0,5	120-140	I и после- дующий	
			6-8			18					I и под- варочный	
			10-12	2	$\pm 2$	25	10		-0,5	4	150-180	2 и после- дующий
										3	120-140	I и подва- рочный
										4	150-180	2 и после- дующий

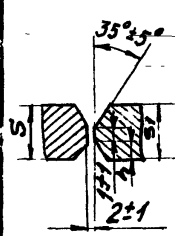
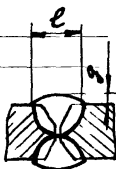
ОСТ 26-01-82-77 стр. 150

Продолжение табл. 89

Условное обозна- чение шва сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры, мм						Режимы сварки			
	подготовлен- ных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	$S = S_1$	$c = b$		$l$	$l_1$	$g$	диа- метр элек- трод мм	свароч- ный ток, А	номер слоя в шве	
				но- мин.	пред. откл.							не бо- лее
Сн 18			14-16	2	+2 -2	31	10	0,5	+2,0	3	120-140	I
			18-20			38			-0,5	4	130-180	2 и пос- ледующий
										3	120-140	I
										4	150-180	2 и пос- ледующий

Таблица 81

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

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры, мм				Режимы сварки			
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	$S=S_1$	$h$	$l$ не более	$g$ но-мин. пред. откл.	Свароч-ный ток А	номер слоя в шве		
См. 21			12-14	5-7	19	0,5	3	120-140	1	
			16-18	7-8	22		4	150-180	2 и последующий	
							3	120-140	1	
			20-24	9-11	28		4	150-180	2 и последующий	
							3	120-140	1	
			26-30	12-14	32		4	150-180	2 и последующий	
							3	120-140	1	
			30-40	14-19	40		4	150-180	2 и последующий	
							3	120-140	1	
							4	150-180	2 и последующий	

Продолжение табл. 24

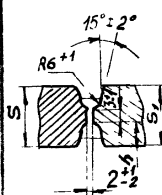
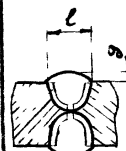
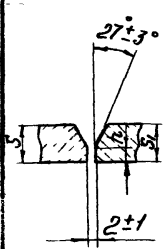
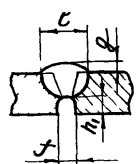
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы		Размеры, мм				Режимы сварки			
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	$S = S_1$	$h$	$\ell$ не более	$\delta$ но-мин.	пред-откл.	Дли-на эл. мм	Свароч-ный ток, А	номер слоя в шве
См 22			30-32	13-14	26	0,5	+2,0       -0,5	3	120-140	I
								4	150-180	2 и последующий
			34-36	15-16	28			3	120-140	I
								4	150-180	2 и последующий
			38-40	17-18	29			3	120-140	I
								4	150-180	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		Размеры, мм								Режимы сварки	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	$S=S_1$	$h$	$h_1$	$f$	$e$	$e_1$	$g$	диаметр электрода, мм	сварочный ток, А	номер слоя в шве
Сн25			6-10	6-7	4-5	6-8	22	13	+1,0 -0,5	3	120-140	I-2 подварочный
			12-14	8-10	6-7	8-10	24	15	+2,0		150-180	I и последующий
			16-18	11-13	7-8		31		0,5		150-170	I и последующий
			20-22	14-15	8-10	11-13	32	18	-0,5	4	150-170	I и последующий

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

12.6.9. Шлак со шва и нерасплавленный флюс удалять после остывания шва ниже 100°C.

12.6.10. Автоматическая сварка кольцевых стыков с разделкой кромок может производиться по ручной подварке.

12.6.11. Подварка может выполняться аргодуговой сваркой с присадкой проволоки НМЦАТ1,0-1,5-2,5-0,15 или дуговой сваркой электродами ОЗЛ-32.

12.6.12. Конструктивные элементы подготовленных кромок, размеры швов, предельные отклонения по ним должны соответствовать ГОСТ 8713-70 и ГОСТ 11533-75.

12.6.13. Режимы сварки приведены в табл. 83-87.

### 13. РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА НИКЕЛЬ-КРЕМНИСТОГО СПЛАВА

13.1. Никелькремнистый сплав имеет следующий состав, %:

Никель	- основа
кремний	- 11,2-11,7
медь	- 4,2-4,5
марганец	- не более 0,1
алюминий	- не более 0,1
углерод	- не более 0,05
ЖЕЛЕЗО	- как примесь

Таблица 88.

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	600-650			72,0-82,8
			2	550-600	34-36		68,4-72,0
	8						36-40
			2	600-650			
	10		I	650-700	36-40	25,9-27,7	50,4-57,6
			2				
	12		I		36-40	23,8-25,9	61,2-68,4
			2	700-750			



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	18,4-23,8	68,4-72,8
	1						
	2		800-850	38-42	18,0-18,4	72,0-82,8	
	1						
	2		850-900	40-42			
	1						
	2		900-950	42-44		82,8-88,4	

Таблица 8У.

Автоматическая дуговая сварка двусторонних швов стыковых соединений никеля без скоса кромок на фланцевой подложке 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, 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			
	14	5	I-3	750-800	38-40	23,8-25,9	61,2-68,4
	16						
	18						72,0-82,8
	20			850-900		18,4-23,8	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 шва	Сварочный ток А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/час	Скорость подачи проволоки, м/час		
СИ4	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) <sup>x</sup>	800-850	40-42		72,0-86,4		
			2	700-750			50,4-57,6		
	18		I(2) <sup>x</sup>	800-850	40-42		97,2-104,4		
			2	700-750			50,4-57,6		
	20		I(2) <sup>x</sup>	700-750	40-42		118,8-129,6		
			2	700-750			50,4-57,6		

(2)<sup>x</sup> - первый слой может быть выполнен за 2 прохода.

Таблица 86.

Автоматическая дуговая сварка двусторонних ишов  
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
СИ5	I4	3	I	370-400	32-40	29,9-31,7	50,4-57,6
		5	2-ой и последующий	600-650	30-34	27,7-29,9	72,0-82,8
	I6	3	I	370-400	32-40	29,9-31,7	50,4-57,6
		5	2-ой и последующий	600-650	30-32	27,7-29,9	72,0-82,8
	I8	3	I	370-400	32-40	29,9-31,7	50,4-57,6
		5	2-ой и последующий	750-800	22-24	18,4-23,8	68,4-72,0
	20	3	I	370-400	30-32	29,9-31,7	50,4-57,6
		5	2-ой и последующий	800-850	24-26	23,8-25,9	68,4-72,0

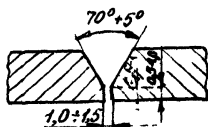
Таблица 87.

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
СИ6	5	3	I	440-460	32-34	18,0-23,8	61,2-68,4
	6	4		550-600			
	7			600-650	33-35	82,8-86,4	
	8					90,0-97,2	
	9					650-700	35-37
	10	18,0-18,4		86,4-90,0			
	12			97,2-104,4			
	14	34-36		III,6-II8,8			

13.2. Кромки подготавливают под сварку механическим способом согласно черт. 9.

Конструктивные элементы подготовленных кромок  
свариваемых деталей.



Черт. 9.

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

13.4. Химический состав стержней аналогичен составу основного металла.

13.5. Перед нанесением покрытия стержни очищают отливной корки.

13.6. Для сварки никелькремнистого сплава и композиционной сварки его с малоуглеродистой сталью рекомендуется покрытие ЭНХД-10, состав которого указан в табл. 88.

13.7. Толщина покрытия электродов на сторону должна быть следующей:

диаметр стержня, мм

4,0–4,5

5,5–6,0

толщина покрытия, мм

0,25–0,35

0,35–0,45

Таблица 88.

## Состав покрытия ЭНД-10.

Компонент	Стандарт на компонент	Содержание, вес. %	Прочность компонентов через сито, отн/см <sup>2</sup>
Мрамор	ГОСТ 4416-73	33,0	2500-3600
Синтетический Кремний плавленый	ГОСТ 4421-73	40,0	2500-3600
Титан (диоксид) "ТЭ"	Ty6-10-1369-73	10,0	3600
Кремний кристаллический	ГОСТ 2169-69	10,0	800-1200
Алюминий (порошок ПА-1)	ГОСТ 6658-74	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) $\gamma = 1,34$	ГОСТ 13078-67	30	-

13.8. Перед сваркой проводят нескрупулезную 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°C.

13.12. Скорость нагрева изделий под сварку не должна быть выше  $100^{\circ}\text{C}/\text{час}$ . Скорость охлаждения должна быть не более  $200^{\circ}\text{C}/\text{час}$ .

13.13. Сварочный ток назначается из расчета  $I = 25d$  ( $d$  - диаметр электродного стержня).

13.14. Односторонние стыковые соединения труб из никелькремнистого сплава сваривают на оставшихся подкладках кольцах из стали марок 12Х18Н10Т и 08Х18Н10Т.

#### 14. СВАРКА СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

НИКЕЛЬМОЛИБДЕНОВЫХ Н70МФ (ЭПБ14А) И НИТЕЛЬ-  
ХРОМОМОЛИБДЕНОВЫХ ХН65МВ (ЭП567, ЭП-760)  
ХН65МВ (ЭП567, ЭП-760), ХН65МВ (ЭП567, ЭП-760).

##### 14.1. Специальные требования.

14.1.1. Металл резать на гальванических 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.

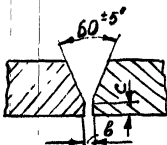
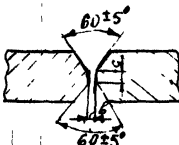
14.1.2. Разделку кромок под сварку выполнять механическими способами: строганием, фрезерованием, точением. Конструктивные элементы подготовленных кромок показаны в табл. 89. Допускается применять типы швов по ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 5264-69, или чертежам.

Таблица 89.

Конструктивные элементы подготовки кромок.

Толщина свариваемого металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление С, мм	Зазор б, мм
		-	0+1



Толщина свариваемого металла, мм	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Притупление С, мм	Зазор В, мм
4-10 Для $S = 4-6$ мм $\alpha = 75$ град Для $S = 10$ мм $\alpha = 60$ град		$I \pm 0,5$	$I \pm I$
8-10		$I \pm 0,5$	$I \pm I$

14.1.3. 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.

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

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

14.1.6. Швы накладывать с минимальными поперечными колебаниями электрода и с максимально возможной скоростью.

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

14.1.8. Швы, обращенные к агрессивной среде, выполнять в последнюю очередь.

14.1.9. В случае эксплуатации сварной аппаратуры из сплава Н70МФ в сернокислых средах необходимо проводить термическую обработку по режиму: нагрев до  $1050^{\circ}\text{C}$ , выдержка 5-6 мин. на 1 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), ~~ХН65МВ (ЭП760)~~ и ХН60МБ (ЭП758) в исходном после сварки состоянии не склонны к межкристаллитной коррозии, поэтому термическая обработка не производится.

#### 14.2. Ручная аргонодуговая сварка.

14.2.1. В качестве неплавящегося электрода применять лантанированные вольфрамовые прутки по ТУ 48-19-27-72.

14.2.2. В качестве защитного газа применять аргон по ГОСТ 10157-73, сорт высший и I-ий.

14.2.3. В качестве присадочного материала для сварки сплава Н70МФ применять оварочную проволоку Св-Н70М по ТУ 14-1-683-73.

Для сварки сплавов ХН65МВ, ~~ХН65МВ~~ - проволоку Св-ХН65М16В по ТУ 14-130-133-75, допускается применение проволоки марки Св-ХН65МВ по ТУ 14-1-683-73.

Сплав ХН60МБ может быть сварен проволокой Св-ХН65М16В при условии подтверждения коррозионной стойкости испытаниями сварных соединений в среде, для которой предназначается изготавливаемое оборудование.

14.2.4. Сварку выполнять на постоянном токе прямой полярности.

14.2.5. Наклон горелки к оси шва должен составлять 45-60 град. В вылет вольфрамового электрода 12-15 мм. Присадочный металл подавать под углом 20-30 град. к оси шва.

14.2.6. Режимы аргонодуговой сварки приведены в табл. 30.

Таблица 80.

## Режимы аргонодуговой сварки (ручной).

Толщина свариваемого металла, мм	Форма подготовки кромок и характер выполненного шва	Количество проходов	Диаметр, мм		Сварочный ток, А	Расход аргона, л/мин	
			вольфрамового электрода	сварочной проволоки		на горелку	на заливку обратной стороны шва
2	Без скоса кромок, односторонний и двухсторонний со скосом двух кромок односторонний и двухсторонний 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	со скосом двух кромок односторонний и двухсторонний с двумя симметричными скосами двух кромок, двухсторонний	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	со скосом двух кромок односторонний и двухсторонний с двумя симметричными скосами двух кромок, двухсторонний	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	двумя симметричными скосами двух кромок, двухсторонний	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.

Н70МФ применять электроды марки ОЗЛ 23 по ТУ 14-4-503-74, а для сварки сплавов ХН65МВ, ХН60МВ и ХН60МБ - электроды марки ЗЛ-21 или З-02Х20Н60МД5ВЗ по ГОСТ 10052-75 для сплава ХН61МБ-сп. п. 14.3.3./

14.3.2. Сварку производить на постоянном токе обратной полярности.

14.3.3. Сварочный ток должен быть не более  $3d$ , где  $d$  - диаметр проволоки электрода.

14.4. Автоматическая аргонодуговая сварка сплавов ХН65МВ и ~~ХН65МВ~~ неплавящимся электродом без присадочного металла.

14.4.1. Режимы сварки приведены в табл. 33.

Таблица 33.

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	Стиковое, без скоса кромок;	2,0-3,0	120-125	16	8-12	2-3
4	односторонний					
	двусторонний	3,0-4,0	220-240	16	8-12	2-3

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

## 15. СВАРКА НИКЕЛЬХРОМОВОГО СПЛАВА ХН78Т(ЭН435)

15.1. Общие требования по подготовке металла и сварке принимать в соответствии с разделами I и I4.1 настоящего стандарта.

15.2. Сварку сплава ХН78Т рекомендуется выполнять одним из следующих способов: ручной, полуавтоматической и автоматической аргонодуговой, ручной дуговой и автоматической дуговой сваркой инертным газом.

15.3. 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.

15.4. Ввиду повышенной склонности сварного шва к образованию горячих трещин сварку необходимо выполнять непрерывным швом без поперечных колебаний электрода.

15.5. 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.

15.6. В случае отсутствия защиты металла шва, обязательно его удаление (зачистка) с наложением подварочного шва.

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

15.8. 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.

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

15.10. Кратеры сварных швов подлежат тщательной заварке во избежание образования горячих трещин или выщелачивке.

15.11. Для аргонодуговой и автоматической дуговой сварки под флюсом применять проволоку марки ХН78Т (ЭИ 435), поставляемую по ТУ 14-1-997-74; в мягком состоянии для ручного способа сварки, в нагартованном состоянии - для механизированной сварки.

15.12. Допускается применять для аргонодуговой и автоматической дуговой сварки под флюсом проволоку ХН75МБТД (ЭИ 602), поставляемую по ТУ 14-1-997-74.

15.13. Для ручной дуговой сварки применять электроды марки ОЗЛ-25Б по ТУ 14-4-194-72.

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

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

Таблица 92

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

Тол- щина мм	Подготовка кромок			Но- мер про- хода (слоя)	Диаметр, мм		Свароч- ный ток,  А	Напря- жение,  V	Примерная скорость сварки, м/час	Расход прово- локи, м/шва	Расход аргона, л/мин	
	Услов- ное обо- значе- ние по ГОСТ 14771- 76	При- ступ- ление, мм	Зазор, мм		элек- тро- да	Прово- локи					в го- релке	на поддув
I	C3	-	0 <sup>+2</sup>	I	1,6	1,6	60-75	-	12,5-14,0	1,0-1,25	6-8	4-6
I,5	C3	-	0 <sup>+2</sup>	I	2,0	1,6-2,5	75-90	-	11,0-14,0	0,8-1,0	8-10	4-6
3	C2I, 60°	I,0+I,0	I,0±I,0	I	2,5	2,0	80-100	-	11,0-14,0	0,8-1,0	10-12	5-6
				2	2,5	2,0	90-110	-	11,0-14,0	0,8-1,0	10-12	5-6
				II	2,5	2,0	90-110	-	-	0,8-1,0	10-12	5-6
4	C2I, 60°	I,0+I,0	I,0±I,0	I	3,0	2,0-3,0	110-130	10-13	8,0-8,5	0,6-0,8	10-12	5-6
				2	3,0	2,0-3,0	110-140	10-13	8,0-9,5	0,8-1,0	11-13	5-7
				II	3,0	2,0-3,0	110-140	10-13	-	0,8-1,0	11-13	5-7

Продолжение табл. 92

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

Примечание: П - подварочный шов

ОСТ 26-01-82-77

Стр. 2/8



Таблица 98

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	прото-волоки			сварки	подачи проволоки	в горелке	на поддув
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 9 4

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 по ГОСТ 5264-69	Притупление, мм	Зазор, мм				
I-I,5	C2	-	0+0,5	I	2,5	60	Сварка валиками без поперечных колебаний
2-3	C4	-	2±1,0	I	3,0	75-100	
				2	3,0	75-100	
4-5	C18,55°	I±I	I±I	I	3	70-80	
				2	4	90-130	
				II	3	70-80	
6-10	C18, C19, C21, C22, C25	-	-	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	Металлы композиции	Подготовка кромок			Количество проходов (слоев)	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В
		Условное обозначение 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

## 16. СВАРКА ДВУХСЛОЙНОЙ СТАЛИ, ПЛАНИРОВАННОЙ МЕДЬЮ-

Вст3 + М1

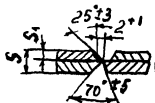
16.1. Подготовка под сварку, сборка и прихватка.

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

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

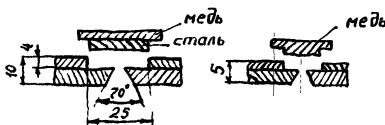
16.1.3. Кромки подготавливать в зависимости от технологии сварки согласно черт. IО и черт. II (сварка с накладной).

Конструктивные элементы подготовленных  
кромок свариваемых деталей



Черт. IО

Конструктивные элементы подготовленных  
кромок свариваемых деталей с накладной



Черт. II

16.1.4. Разделять крошки 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. IV связан с необходимостью обеспечения полного провара стального шва без оплавления плакирующего слоя, так как оплавление меди может вызвать растрескивание стального шва.

16.1.5. Вся стальную крошку следует тщательно очистить от следов меди, так как попадание меди в стальной шов вызывает его растрескивание.

16.1.6. При сборке элементов под сварку крошки 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 1 мм, а в продольных швах — не более 0,1 толщины. При стыковых узлах не допускать наложения кромок друг на друга.

16.1.7. При сварке с накладкой (черт. 10) сборку под сварку осуществлять с зазором 1,5–2,5 мм в зависимости от толщины свариваемого биметалла.

16.1.8. Накладку изготавливать из биметалла или из цельного цветного металла.

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

16.1.10. Прихватку выполнять со стороны основного слоя, при сварке без накладки — методом аргодуговой сварки с применением в качестве присадки сварочной проволоки марок Св-08А и Св-08Г2С.

И6.1.11. При сварке с накладками (черт.10) прихватку следует выполнять ручной электродуговой сваркой электродами типа Э42А и Э46.

## И6.2. С в а р к а

И6.2.1. Сварку основного слоя биметалла при сварке без накладки толщиной 10 мм выполнять в три прохода, а толщиной 5 и 3 мм - в два прохода.

И6.2.2. При сварке без накладки первый проход на основном слое следует выполнять аргодуговой сваркой.

И6.2.3. Последующие проходы на основном слое выполняют электродами марок УОНИ-ИЗ/45, АНО-4 и др.

И6.2.4. Пякирующий слой сваривают неплавящимся электродом с присадкой Бр.КМц 3-1 по ГОСТ 5222-72.

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

И6.2.5. Угол наклона вольфрамового электрода к изделию -  $75-80^{\circ}$ , угол между электродом и присадкой -  $90^{\circ}$ .

И6.2.6. Аргодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом выполнять на постоянном токе прямой полярности, а ручную электродуговую сварку - на постоянном токе обратной полярности.

И6.2.7. Длина выступающего из сопла конца вольфрамового электрода - 5-12 мм.

И6.2.8. При сварке с накладкой основной слой биметаллов толщиной 10 мм сваривают ручной электродуговой сваркой электродами УОНИ-ИЗ/45 и АНО-4 в три прохода (с подваркой со стороны пякирующего слоя), а толщиной 3 и 5 мм - в два прохода (с подваркой со стороны пякирующего слоя).

16.2.9. После сварки основного слоя необходимо снять усиление со стороны плакирующего слоя.

16.2.10. После пригонки вставки по месту производится ее приварка аргонодутовым способом.

16.2.11. 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		
10	110-120	120-150	150-170	300	II
5	100-120	120-150	-	230-250	II
3	100-110	120-150	-	200-230	IO

## 17. ЗАВАРКА ДЕФЕКТОВ В ЧУГУННОМ ЛИТЬЕ

## 17.1. Электродуговая заварка

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

Способ заварки выбирает 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.

## 17.2. Подготовка дефектных участков под заварку.

17.2.1. Дефекты разделяют ручным или пневматическим зубилом, напильным инструментом, фрезерованием, строганием и сверлением.

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

17.2.3. Мелкие раковины разделять под заварку лучше всего засверловкой, придавая разделке чашеобразную форму.

17.2.4. Трещины под заварку разделять в следующей последовательности:

- а) засверлить концы трещин;
- б) придать кромок односторонний или <sup>х</sup>двусторонний скос (предпочтительнее <sup>х</sup>двусторонний).

17.2.5. Сквозным отверстиям следует придавать конусообразную форму с небольшим скосом кромок.

17.2.6. Более крупные дефекты следует разделять со скосом кромок, лучше с двумя симметричными скосами двух кромок под углом  $35-40^\circ$  с притуплением 2 мм.

17.2.7. Поверхность раздела следует тщательно очистить от грязи, масла, окалины и земли.

## 17.3. "Холодная" заварка (без подогрева металла).

17.3.1. "Холодная" заварка может быть осуществлена одним из электродов, указанных в табл. 97.

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

17.3.3. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на  $1/3-1/2$  его ширины.

17.3.4. 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 чугунах

Марка стержня электрода	Марка покрытия	Характеристика обрабатываемости наплавки	Область применения
Стальные электроды Св-08 по ГОСТ 2246-70	УОНИ 13/55	Наплавленный металл режется инструментом	Несквозные пороки на необработанных поверхностях
Медные электроды М1, М2, М3, М4 по ГОСТ 2112-71	УОНИ 13/55 50% железного порошка	не обрабатывается: обработка возможна наждачным кругом	Сквозные пороки на нерабочих необработанных поверхностях
Медно-стальные электроды (спаренные и пучковые) Св-08 по ГОСТ 2246-70 М1, М2, М3, М4 по ГОСТ 2112-71	УОНИ 13/55	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 2112-71 с железной оплеткой	Меловсе		
Проволока марки М2, М3, М4 по ГОСТ 2112-71	ОЗЧ-2 ТУ 14-4-88-72		Сварка и наплавка чугуна, заварка дефектов в чугунном литье и ремонт чугунных деталей без подогрева

## Продолжение табл. 97

Марка стержня элект- рода	Марка покрывная	Характеристи- ка обрабаты- ваемости напла- вки	Область применения
Сплав монель  ГОСТ 492-73	МНЧ-2 ТУ 14-4-780-76	Наплавленный металл обраба- тывается реку- щим инструмен- том	Неосквозные пороки на нерабочих об- рабатываемых или обработанных по- верхностях, разог- рев которых неже- лателен. Электро- ды ЧФ-3 применяют для заварки сквоз- ных и несквозных пороков на рабочих обрабатываемых, необрабатываемых или обработанных поверхностях.
Чугунные прутки марки Б по ГОСТ 2671-70 и проволока сплава монель сварочный по ГОСТ 492-73 (опаренные)	ЧФ-6	Наплавленный металл обра- батывается рекущим инст- рументом удов- летворительно	Различные неболь- шие пороки на обрабатываемых и ответственных не- обрабатываемых поверхностях
Св-08Н50 по ГОСТ 2246-70 Св-04Х19Н9 Св-06Х19Н9Т по ГОСТ 2246-70	ОЗЖН-I ТУ 14-4-318-73 АНЧ-I		Сварка поврежденных деталей и заварка дефектов в отлив- ках из высокопроч- ного чугуна со

## Продолжение табл. 97

Марка стержня элект- рода	Марка покрытия	Характеристи- ка обрабаты- ваемого нап- лавки	Область применения
и лента из красной меди марки М2, М3 по ГОСТ 259-66			сфероидальным графитом, а также серого чугуна с пластинчатым гра- фитом. Для холодной свар- ки чугуна.
Св-08А, Св-08 по ГОСТ 2246-70	ЦЧ-4 ТУ 14-4-831-77	Наплавленный металл хорошо обрабатывает- ся режущим ин- струментом	Сварка конструк- ций из высокопроч- ного чугуна с па- ровидным графитом и серого чугуна с пластинчатым гра- фитом, а также со- четаний со сталью, преквартельная наплавка первых одного-двух слоев на изношенных чу- гунных деталях под последующую наплав- ку специальными электродами

И7.3.5. Сварку следует производить короткими участками длиной 50-80 мм.

И7.3.6. Каждый последующий валик накладывают после охлаждения предыдущего до температуры 60-70°C.

И7.3.7. В случае обрыва дуги ее следует возбуждать, отступив назад от кратера на 8-10 мм.

И7.3.8. Участки сварки необходимо разбивать таким образом, чтобы при наложении валиков кратеры не совпадали.

И7.3.9. При заварке дефектов на деталях с тонкими стенками (менее 10 мм) необходимо применять искусственный отвод тепла (водяное охлаждение).

И7.3.10. При использовании медно-стальных электродов и электродов из сплава монель сварные швы рекомендуется проковывать сразу после обрыва дуги.

#### И7.4. "Горячая" заварка (с подогревом изделия)

И7.4.1. Подогрев завариваемой детали позволяет избежать трещин, замедляет скорость охлаждения, предупреждает возможность появления 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°C и "горячую" с подогревом до 550-700°C. В обоих случаях можно применять как общий, так и местный подогрев.

Местный подогрев применяют главным образом для крупных деталей.

И7.4.2. При выборе температуры подогрева следует учитывать, что массивные детали с большим объемом наплавленного металла должны нагреваться до более высоких температур, чем малые, с небольшим объемом наплавки.

И7.4.3. "Полугорячую", "горячую" заварку осуществляют электродами, указанными в табл. 38.

Таблица 98

## Способы заварки и применяемые электроды

Марка стержня электрода	Марка покрытия	Характеристика обрабатываемости наплавки	Область применения
<b>"Полугорячая заварка"</b>			
Чугунные прутки марки Б по ГОСТ 2671-70	Н1	Наплавленный металл обрабатывается нормальным режущим инструментом	Различные пороки на обрабатываемых, ответственных и необработанных поверхностях
<b>"Горячая заварка"</b>			
Чугунные прутки марки Б по ГОСТ 2671-70	OM4-I 40-5C	Наплавленный металл обрабатывается нормальным режущим инструментом	Различные пороки больших размеров на обрабатываемых и необработанных поверхностях

## 17.5. Газовая заварка

17.5.1. Газовую заварку дефектов чугуна применяют для устранения небольших и средних пороков как на обрабатываемых, так и необработанных ответственных и неответственных поверхностях изделий.

17.5.2. Кромки можно разделять механическим путем, а также нагревом до начала расплавления и удалением расплавленного металла железным скребком.

17.5.3. Кромки трещин и изломов склеивают под углом 40-50°.

17.5.4. В качестве присадочного металла используют литые чугунные стержни марки А и Б по ГОСТ 2671-70. Прутки марки Б рекомендуют для сварки мелких деталей с местным подогревом.

17.5.5. При сварке необходимо применять флюс, состав которого приведен ниже.

Компоненты	Содержание компонентов, вес, %
Натрий тетраборнокислый (бура) по ГОСТ 4199-76	56
Натрий углекислый по ГОСТ 83-63	22
Калий углекислый (поташ) по ГОСТ 4221-76	22

17.5.6. Флюс можно вводить в сварочную ванну следующими методами:

- окунанием во флюс разогретого при сварке конца присадочного прутка;

- предварительной обмазкой прутка;

- подачей флюса в сварочную ванку небольшим совком.

17.5.7. Газовую заварку дефектов выполняют с подогревом.

17.5.8. *Температура предварительного подогрева должна быть в пределах 400-500°C для горючих металлов, 300-350°C для негорючих металлов.*

17.5.9. Подогрев в зависимости от размеров изделия, характера и места расположения дефекта может быть как местным, так и общим.

17.5.10. Режимы сварки в зависимости от толщины завариваемого металла выбирают согласно табл.99.

Таблица 99

Режимы сварки

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр приса- дочного стерж- ня, мм	Расход аце- тилена, л/ч	Номер наконечни- ка горелки
До 5	6	500	3
5-10	6-8	750-1200	4-5
10-15	8-10	1200-1700	5-6
15	10-12	1700-2500	6-7

17.5.11. При сварке следует применять нормальное пламя или пламя с незначительным избытком ацетилена.

17.5.12. Для снятия внутренних напряжений рекомендуется заваренную деталь подвергать повторному нагреву до  $500-600^{\circ}\text{C}$  с последующим медленным охлаждением вместе с печью до  $200^{\circ}\text{C}$  и медленным охлаждением на воздухе.

#### 18. Заварка дефектов литья.

18.1. Заварка дефектов литья должна производиться согласно стандартам предприятия, производственным инструкциям или технологическим процессам, разработанным с учетом указаний настоящего раздела стандарта.

18.2. Предельные размеры, количество и виды дефектов, допускаемых к исправлению методом заварки, устанавливаются в технических документах, указанных в п. 12.1.

18.3. Разделку дефектов производить ручным, механическим, а также термическим способами резки.

18.4. 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 12ХЛ, 12МУ, 15ХМ и др.).

18.5. Рекомендуются следующие конфигурации разделки кромок:

- с наклонными стенками под углом не менее  $10^{\circ}$  и прямым участком у основания не менее 5 мм;
- по дуге;
- комбинированная (сочетание двух предыдущих конфигураций).

18.6. Поверхность разделки необходимо тщательно очистить от шлака, окалины, масел и др. загрязнений.

18.7. Исправление трещин производить следующим образом:

- выявить границы трещины;
- засверлить концы трещины на всю ее глубину (если трещина несколько

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. Технической документации должна быть предусмотрена необходимость подогрева при <sup>за</sup>варке и термической обработки после заварки в зависимости от материала, размеров и конфигурации литья, объема расплавленного 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 операционный контроль.

19.3. Проверить перед сваркой правильность сборки соединений. <sup>особое</sup>Обратить 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, течеиспытаниями 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 гаммографированием, ультразвуковым, люминесцентным, магнитным, цветным методами, контролем  $\alpha$ -фазы и т.д.);

ж) при сварке сосудов из коррозионнстойких сталей и двухслойных сталей, сплавов титана, никеля и других коррозионнстойких 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.

И9.6. 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.

И9.7. 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.

И9.8. 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 последнее предусмотрено техническими условиями на изделие, а не

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).

19.9. Показателями механических свойств считаются неудовлетворительными, если хотя бы один из образцов дал результаты, отличающиеся от установленных норм более, чем на 10% в сторону снижения, а для ударной вязкости - на  $2 \text{ кгс.м/см}^2$ , при этом ни один результат испытания не должен быть ниже  $2 \text{ кгс.м/см}^2$ ).

19.10. 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 приплавление 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 закалки* <sup>и</sup> др. неблагоприятных структур может быть дополнительным браковочным признаком в случае неблагоприятных результатов механических испытаний.

19.11. 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.

19.12. Рентгено- и гаммапросвечивание сварных швов следует выполнять в соответствии с действующими стандартами на изделие. Правилами Госгортехнадзора и ГОСТ 7512-75. 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 высокопроизводительной работы необходимо изучить и неукоснительно выполнять следующие инструкции:

- инструкция по технике безопасности для электросварщиков при ручной, автоматической и полуавтоматической дуговой сварке № 46 из

"Сборник типовых инструкций по технике безопасности". Составляли: В.Л.Михайлова, В.П.Хданова, 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 НИИхиммаша  
по научной работе

Начальник отдела стандартизации

Начальник отдела

Руководитель темы

Исполнители:

  
Ю.А.Киприянов

  
В.В.Дукан

  
А.Л.Белянский

  
В.И.Логвинов

Л.П.Колосова

  
И.А.Ган

  
А.Н.Перфильев

  
Е.А.Кислинская

## СОГЛАСОВАНО:

Управление по котлонадзору и подземным сооружениям  
Государственного Комитета по надзору за безопасным  
Ведением работ в промышленности и горному надзору  
при Совете Министров СССР (Гостехнадзор СССР)  
Заместитель начальника

Управления №13-82/113 от

А.И.Мурачев

" 3 "

февраля

1978г.

СКТБ ХИММАШ

Начальник

" 6 "

февраля

Б.Ф.Шибряев

1978г.

ЦК профсоюзов работников нефтяной, химической и га-  
зовой промышленности

Заведующий отделом

охраны труда № 06/СВ-950 от

В.Г.Сорокин

" 10 "

октября

1977г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. . . . .	4
1.1. Подготовка металла к сварке . . . . .	4
1.2. Сварочное оборудование. . . . .	4
1.3. Подготовка кромок соединений под сварку . . . . .	5
1.4. Сборка и прихватка. . . . .	6
1.5. Сварочные материалы . . . . .	7
1.6. Квалификация сварщиков. . . . .	9
1.7. Условия выполнения сварочных работ. . . . .	10
2. СВАРКА УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ. . . . .	12
2.1. 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. . . . .	26
2.5. Аргондуговая сварка. . . . .	29
2.6. Газовая сварка малоуглеродистой стали . . . . .	29
2.7. Полуавтоматическая сварка углекислым газе . . . . .	31
2.8. Ручная дуговая и автоматическая дуговая под флюсом сварка стали марок 12ХМ и 12МХ. . . . .	33
2.9. Ручная дуговая сварка соединений труб из стали марки 15Х5М. . . . .	36
3. СВАРКА ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ НА ЖЕЛЕЗОНИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ АУСТЕНИТНОГО И АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНОГО КЛАССОВ. . . . .	38
3.1. Специальные требования. . . . .	38
3.2. Ручная дуговая сварка . . . . .	41

Стр.

3.3. Автоматическая и полуавтоматическая <sup>сварка</sup> под слоем флюса. . . . .	43
3.4. Сварка в среде защитных газов. . . . .	56
3.5. Автоматическая сварка под слоем флюса с гранулированной присадкой. . . . .	63
4. СВАРКА ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ 07X16H6 АУСТЕНИТНО-МАРТЕНСИТНОГО КЛАССА. . . . .	72
4.1. Ручная дуговая сварка. . . . .	72
4.2. Ручная аргонодуговая сварка сталей неплавящимся электродом. . . . .	73
5. СВАРКА ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ 08X13, 08X17 <sup>7</sup> и 15X25T - ФЕРРИТНОГО КЛАССА, СТАЛИ 14X17H2 - МАРТЕНСИТНО-ФЕРРИТНОГО КЛАССА . . .	73
6. СВАРКА ДВУХСЛОЙНЫХ СТАЛЕЙ С ПЛАКИРУЮЩИМ СЛОЕМ ИЗ СТАЛЕЙ МАРК 08X18H10T, 12X18H10T, 10X17H13M2T, 10X17H13M3T, 08X17H16M3T, 06X128M1T, 15X25T, 08X17T, 08X13. . . . .	78
7. СВАРКА РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ. . . . .	102
8. СВАРКА ТРУБ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ С ПОЛНЫМ ПРОПЛАВЛЕНИЕМ. . . . .	108
9. СВАРКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ МАРК ВТ1-0, ВТ1-00, ОТ4-0, АТЗ. . . . .	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. Электроннолучевая сварка . . . . .	130
10. СВАРКА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ МАРК А85, А8, А7, А6, А5, АЮ, АД1, АМГ1, АМГ3, АМГ5, АМГ6, АМ1, АМЦ. . . . .	133

Стр.

10.1. <del>10.1.</del> <sup>СПЕЦИАЛЬНЫЕ</sup> 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
II. СВАРКА МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ МАРК М1Р, М2Р, М3Р, Л63. . . . .	168
II.1. Специальные требования. . . . .	168
II.2. Ручная дуговая сварка . . . . .	169
II.3. Дуговая сварка угольным электродом. . . . .	171
II.4. Ручная и автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. . . . .	173
II.5. Полуавтоматическая сварка меди плавящимся электродом в среде азота, смеси аргона и азота и незащитной дугой. . . . .	177
II.6. Автоматическая сварка под флюсом . . . . .	179
II.7. Газовая сварка латуни Л63. . . . .	181
12. СВАРКА НИКЕЛЯ МАРК Н10, Н11, Н12, Н13. . . . .	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

14. СВАРКА СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ НИКЕЛЬМОЛИБДЕНОВЫХ Н70МБ (ЭП814А-ВН) И НИКЕЛЬХРОМОМОЛИБДЕНОВЫХ ХН65МБ (ЭП760, ЭП567), <del>ТЕХНИКА АРГОДУГОВОЙ СВАРКИ</del> ХН60МБ (ЭП758) . . . . .	210
14.1. Специальные требования . . . . .	210
14.2. Ручная аргонодуговая сварка . . . . .	212
14.3. Ручная дуговая сварка . . . . .	213
14.4. Автоматическая аргонодуговая сварка сплавов ХН65МБ и ХН65М16В неплавящимся электродом без присадочного ме- талла . . . . .	214
15. СВАРКА НИКЕЛЬХРОМОВОГО СПЛАВА <b>ХН78Т(ЭН435)</b> . . . . .	215
16. СВАРКА ДВУХСЛОЙНОЙ СТАЛИ, ПЛАКИРОВАННОЙ МЕДЬЮ - Вст3+М1. . . . .	222
16.1. Подготовка под сварку, сборка и прихватка . . . . .	222
16.2. Сварка . . . . .	224
17. ЗАВАРКА ДЕФЕКТОВ В ЧУГУННОМ ЛИТЬЕ . . . . .	225
17.1. Электродуговая заварка . . . . .	225
17.2. Подготовка дефектных участков под заварку . . . . .	226
17.3. "Холодная" заварка (без подогрева изделия) . . . . .	226
17.4. "Горячая" заварка (с подогревом изделия) . . . . .	230
17.5. Газовая заварка . . . . .	232
18. ЗАВАРКА ДЕФЕКТОВ В СТАЛЬНОМ ЛИТЬЕ . . . . .	233
19. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ . . . . .	234
20. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ . . . . .	237