

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

ИМПУЛЬСНО-ДУГОВАЯ СВАРКА

ХИМИЧЕСКОГО АППАРАТУРЫ

ИЗ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

РД 26-17-78-87

ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

В СРЕДЕ АРГОНА

ОКСТУ 3604

Дата введения 01.05.88

Настоящий руководящий документ устанавливает технические требования на импульсно-дуговую сварку плавящимся электродом в среде аргона соединений деталей и узлов при изготовлении сосудов и аппаратов для нефтеперерабатывающей, химической, газовой и других смежных отраслей промышленности из нержавеющей сталей марок 08Х13, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т по ГОСТ 5632-72 с толщиной от 2,0 до 20 мм.

Разработка рабочей технологической документации и сварочные работы должны выполняться в соответствии с настоящим документом, ОСТ 26-291-87 "Сосуды и аппараты сварные стальные. Общие технические требования", ОСТ 26-01-82-77 "Сварка в химическом машиностроении. Основные положения и технология".

1. ОСОБЕННОСТИ ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ В СРЕДЕ АРГОНА

1.1. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом в среде аргона нержавеющей сталей является одной из разновидностей сварки металлов в защитных газах.

1.2. При импульсно-дуговой сварке (ИДС) в отличие от обычной аргоно дуговой сварки плавящимся электродом (способом сварки ИП) возможно управление процессом образования и переноса в дуговом промежутке каплей электродного металла (в результате резкого увеличения электродинамических сил с конца электродной проволоки отделяются капли нужных размеров).

Резкое увеличение электродинамических сил ("пинч-эффект") достигается путем наложения на основной, сравнительно небольшой сварочный ток мощных кратковременных униполярных импульсов тока.

Характер изменений силы тока и напряжения при ИДС во времени показан на черт. 1.

1.3. Импульсно-дуговая сварка характеризуется струйным переносом металла в широком диапазоне сварочных токов (40-325 А) при увеличенном диаметре электродной проволоки (1,2-2,0 мм), отличается высокой стабильностью и направленностью дуги и отсутствием разбрызгивания.

1.4. Программное изменение импульсов тока при ИДС обеспечивает повышение стабильности горения дуги на малых токах и строго направленный перенос электродного металла, за счет чего значительно облегчается выполнение сварки в вертикальном и потолочном положениях и сварки тонколистового металла.

1.5. ИДС нержавеющей стали по сравнению с обычной аргоно-дуговой без импульсов имеет следующие преимущества:

- увеличивает производительность;
- представляет возможность выполнять сварку во всех пространственных положениях;
- расширяет диапазон сварочных токов;
- улучшает формирование шва;
- уменьшает деформации сварных конструкций;
- повышает механические свойства сварных соединений;
- уменьшает выделение вредных газов и повышает культуру производства.

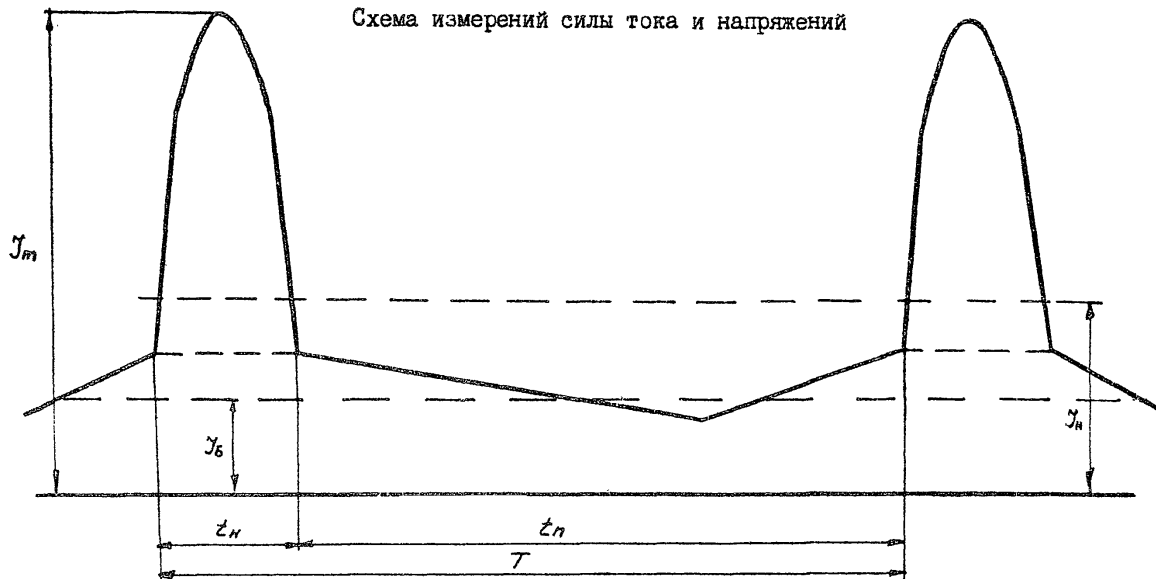
1.6. ИДС могут выполняться основные швы и швы внутренних устройств всех сосудов и аппаратов химического и нефтяного машиностроения, в том числе подводомственных Госгортехнадзору СССР, в соответствии с п.4-4-1 "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением".

2. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

2.1. Сварочное оборудование должно обеспечивать получение заданных настоящим руководящим документом режимов сварки, надежность в работе и простоту обслуживания. Схема поста ИДС и подключения оборудования приведены на черт.2.

2.2. Для выполнения сварочных работ наиболее эффективно применение выпрямителей типа ВДГИ-301, обеспечивающих импульсно-дуговой процесс для сварки в вертикальном и потолочном положениях, в узкощелевую разделку, для сварки малых толщин от 1,5 до 4 мм, а также наплавки.

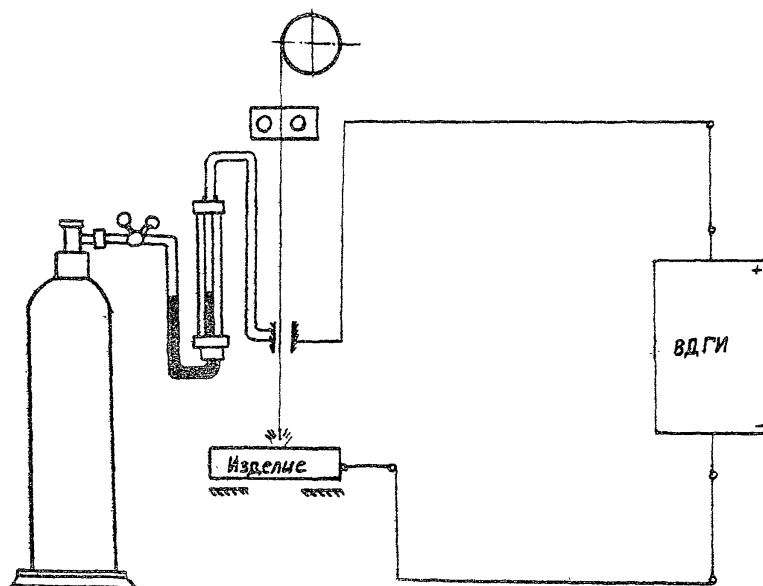
Схема измерений силы тока и напряжений



I - средний ток дуги;
 I_n - импульсный ток, т.е. среднее значение тока за время импульса;
 t_n - время, отнесенное к периоду следования импульсов T ;
 I_m - амплитуда импульсов тока;
 I_0 - базовый ток, т.е. среднее значение тока дуги за время паузы, отнесенное к длительности паузы t_n ;
 T - период следования импульсов;
 t_n - длительность паузы

Черт. I

Схема поста импульсно-дуговой сварки



ВДГИ - выпрямитель сварочный

Черт. 2

Импульсные источники питания, выпускаемые отечественной промышленностью, приведены в табл. 1.

2.3. Полуавтоматическая ИДС выполняется сварочными полуавтоматами типов ПДИ-303УХЛ4, ПДИ-304УЗ и другими, конструкция которых обеспечивает равномерную и плавную регулировку подачи электрической проволоки. Технические характеристики полуавтоматов приведены в табл. 2.

2.4. Все приборы сварочного оборудования, регистрирующие скорость подачи проволоки, должны быть проградуированы в соответствующих размерностях или иметь переводной график показаний.

2.5. Шланги подачи газа следует не реже одного раза в квартал промывать горячей водой в течение 10 мин с каждого конца с последующей продувкой сухим очищенным воздухом в течение 10-15 мин.

2.6. Расход аргона должен устанавливаться в зависимости от марки свариваемой стали и режима сварки.

2.7. Для измерения величины сварочного тока и напряжения использовать амперметры и вольтметры по ГОСТ 8711-78, для их контроля и регистрации рекомендуется применять самопишущие приборы Н-340.

2.8. Колебания напряжения питающей сети, к которой подключается сварочное оборудование, допускается не более $\pm 5\%$ от номинального.

2.9. Пост ИДС комплектуется газовой и водяной аппаратурой в соответствии с инструкцией на полуавтомат.

2.10. В газовую систему сварочного поста устанавливаются ротаметры марок РП, РЭ, РМ по ГОСТ 13045-81, которые перед установкой необходимо предварительно проградуировать по аргону.

Таблица 2

Технические характеристики сварочных полуавтоматов

Параметры	Тип сварочного полуавтомата		
	ПДИ-303УХЛ4	ПДИ-304УЗ	ПДИ-401УЗ
Напряжение питающей сети, В	220-350		380
Пределы регулирования сварочного тока, А	40-325	-	30-400
Номинальный сварочный ток, А	315		-
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2-2,0	1,0-1,4	1,2-2,0
Скорость подачи, м/ч	72-960	80-960	
Тип источника питания	ВДГИ-301УЗ	ВДГИ-302УЗ	-
Габаритные размеры, мм; подающего механизма	392х284х155	475х244х340	350х490х250
шкафа управления	-	325х275х185	500х420х950
Масса, кг; подающего механизма	12,9		13
шкафа управления	-	4,0	300

3. ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

3.1. Нержавеющие стали (листы, сортовой прокат, трубы, поковки) должны храниться в закрытых помещениях или под навесами, в условиях, исключающих их загрязнение, механические повреждения и контакт с другими видами сталей и цветными металлами.

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

3.3. На заводе-изготовителе сосудов и аппаратов материалы до запуска в производство должны быть приняты отделом технического контроля.

При приемке проверяются:

соответствие стали условиям заказа, требованиям стандартов или технических условий и данным сертификата;

соответствие маркировки проката данным сертификата;

качество поверхности проката, которое должно удовлетворять требованиям стандартов или технических условий.

3.4. В случае отсутствия в сопроводительных сертификатах на материалы отдельных показателей характеристик, регламентированных требованиями стандартов и технических условий, завод-изготовитель до запуска в производство должен провести дополнительные испытания материалов.

3.5. Резку нержавеющей сталей и обработку кромок под сварку производить преимущественно механическими способами.

В случае применения термической резки на кромках должен быть удален механическим способом слой металла на глубину не менее 0,8 мм от максимальной неровности (впадины) с учетом требований ГОСТ 14792-80.

3.6. Свариваемые кромки и поверхность металла на ширине не менее 20 мм от кромки должны быть зачищены механическим способом до металлического блеска и обезжирены растворителем с применением протирочных материалов.

3.7. Назначения и условия применения марок сталей, рассматриваемых в настоящем документе, оговариваются требованиями ГОСТ 26-291-87.

4. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. При ИДС нержавеющей сталей используются те же сварочные проволоки, что и при обычной аргодуговой сварке плавящимся электродом в соответствии с ГОСТ 2246-70, отраслевой нормативно-технической документацией (ГОСТ 26-291-87, ГОСТ 26-01-82-77) и настоящим руководящим документом (табл. 3).

4.2. Применяемые сварочные материалы должны соответствовать требованиям технических условий или стандартов на их поставку и иметь сертификаты.

4.3. Применение новых материалов разрешается по согласованию с проектной организацией при условии, что технологические и эксплуатационные характеристики заменяющих материалов не ниже заменяемых.

4.4. Перед употреблением сварочную проволоку необходимо промыть растворителями с применением протирочных материалов с целью предотвращения возникновения дефектов в сварном шве. Допускается очистка сварочной проволоки механическими способами.

Таблица 1

Технические характеристики
импульсных источников питания

Параметры	Тип импульсного источника питания	
	ВДГИ-301УЗ *	ВДГИ-302УЗ *
Частота следования импульсов, 1/с	50-100	
Пределы регулирования сварочного тока, А	40-325	
Номинальный сварочный ток, А	315	
Продолжительность цикла сварки, мин	5	Нижний не более 1,5 Верхний не менее 5
Номинальная полезная мощность КВ:Д, не менее	13	17,3
Пределы регулирования напряжения на дуге, В	10-35	
Номинальная продолжительность (ПР), %	60	
Масса, кг	330	250
Габариты, мм	1045x748x953	720x593x938

Адрес завода-изготовителя:

Симферопольский
электромашино-
строительный
завод

Таблица 3

Сварочные проволоки для импульсно-дуговой сварки

Марка стали	Марка сварочной проволоки	Условия применения	
		без требования стойкости против МКК	при наличии требований стойкости против МКК
08Х13	Св-06Х20Н9Т7Т Св-10Х16Н25АМ6 Св-07Х25Н14Т2Т	по обязательным приложениям 1-6 УСТ 26-291-87	
08Х18Н10Т 12Х18Н10Т	Св-01Х19Н9 Св-04Х19Н9 Св-07Х16Н9ТМ Св-06Х19Н9Т	до 600 °С	Не допускается до 350 °С. Свыше 300 до 600 °С после стабилизирующего отжига
	Св-06Х20Н9Т7Т Св-10Х16Н25АМ6	для сварки деталей внутренних устройств	
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Св-04Х19Н11М3* Св-06Х19Н10М3Т*	до 700 °С	Не допускается до 350 °С

*Во избежание охрупчивания сварных соединений сталей аустенитного класса, длительно работающих при температурах выше 300 °С, необходимо ограничивать содержание ферритной фазы в металле шва.

4.5. В качестве защитного газа применяется газообразный аргон по ГОСТ 10157-79, основные характеристики которого приведены в табл.4.

4.6. хранение и подготовка к работе сварочных материалов должны производиться в соответствии с РТМ 26-17-049-85 "Организация хранения, подготовки и контроля сварочных материалов".

Таблица 4

Основные характеристики аргона

Содержание	Норма для марок сорта		Физико-химические свойства
	высшего	первого	
Аргон, не менее	99,992	99,987	Инертный газ без цвета, запаха и вкуса; нетоксичен и невзрывоопасен
Кислород, не более	0,0007	0,002	
Азот, не более	0,006	0,01	

5. КВАЛИФИКАЦИЯ СВАРЩИКОВ И ТРЕБОВАНИЯ К ИТР

5.1. К сварке сосудов и их элементов допускаются сварщики, имеющие удостоверения установленного образца на право производства сварочных работ, выданные квалификационной комиссией в соответствии с "Правилами аттестации сварщиков", утвержденными Госгортехнадзором СССР 22 июня 1971 г. При этом сварщики могут быть допущены только к тем видам работ, которые указаны в удостоверениях.

Перед допуском сварщика к выполнению сварочных работ, связанных с изготовлением сложных или специфичных сварных конструкций, завод-изготовитель обязан провести специальную подготовку и испытание сварщика, сделать об этом отметку в его удостоверении.

5.2. К выполнению ИДС нержавеющей стали плавящимся электродом в среде аргона допускаются сварщики не ниже 4^{-го} разряда.

5.3. К руководству работами и контролю за соблюдением технологии и качества сварки допускаются ИТР, производственные и контрольные мастера, изучившие настоящий документ, чертежи, стандарты предприятия на сварку и технологические процессы сборки конструкций из нержавеющей стали и прошедшие аттестацию заводской комиссии.

5.4. Прихватку деталей и узлов из нержавеющей стали могут выполнять сварщики, квалификация которых соответствует требованиям п.5.1 настоящего руководящего документа.

6. СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

6.1. Разделка кромок под ИДС выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 14771-76 по способу сварки ИП в инертных газах плавящимся электродом. При отсутствии в стандарте необходимой формы подготовки кромок, последняя указывается в чертеже, согласованном с отделом главного сварщика.

6.2. Подготовленные кромки под сварку должны быть приняты ОТК.

6.3. Сборка конструкций должна выполняться в соответствии с технологическим процессом.

6.4. Сборка деталей, узлов под сварку производится в соответствии с требованиями ГОСТ 14771-76 по способу сварки ИП.

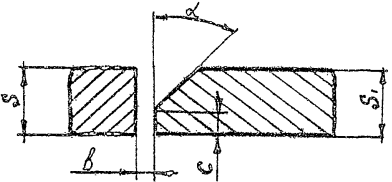
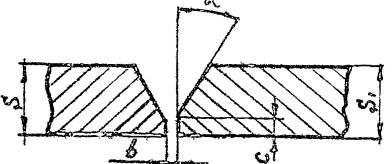
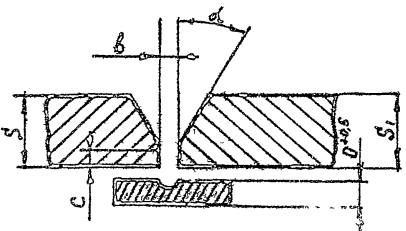
6.5. Основные типы и конструктивные элементы подготовленных кромок под сварку приведены в табл. 5-8.

Таблица 5

Основные виды стыковых соединений и конструктивные
элементы подготовленных кромок под сварку

Размеры, мм

Условное обозначение шва свар- ного соеди- нения	Конструктивные элементы кромок	Характер выполнен- ного шва	Толщина металла $S = S_1$	Зазор b	Притуп- ление c	Угол раз- делки α, \dots°
С 2		Односто- ронний	2,2-4,0 4,5-6,0	0+1,5 0+2,0	-	-
С 4		Односто- ронний на съемной подкладке	1,5-2,8	0+1,5		
С 5		Односто- ронний на остающей- ся под- кладке	3,0-6,0	0+2,0		
С 7		Двусто- ронний	3,0-4,0 4,5-6,0	0+1,0 0+2,0		

С 12		Двусто- ронний	3-10	1 ± 1	1 ± 1	50 ± 2
С 17		Односто- ронний	3-8	1 ± 1	1 ± 1	30 ± 2
С 18		Односто- ронний на съёмной подкладке	3-8			

Продолжение табл.5

Размеры, мм

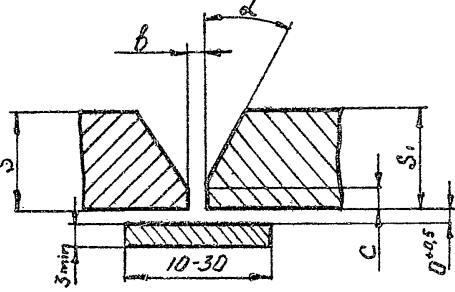
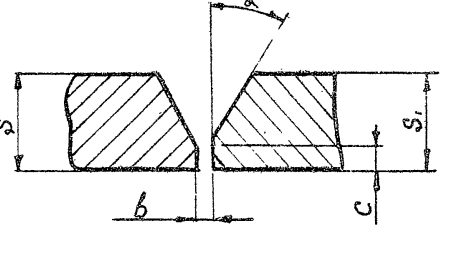
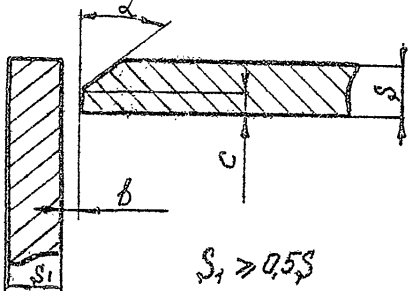
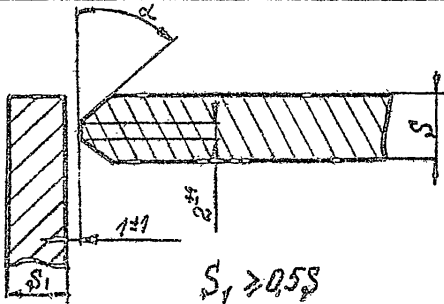
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы кромок	Характер выполненного шва	Толщина металла $S = S_1$	Зазор b	Притупление c	Угол разделки α, \dots°
С 19		Односторонний на остающейся подкладке	3-9	1 ± 1	1 ± 1	30 ± 2
С 21		Двусторонний	3-4,5 5-10	1 ± 1 2^{+1}_{-2}	1 ± 1 2^{+1}_{-2}	20 ± 2

Таблица 6

Основные виды угловых соединений и конструктивные
элементы подготовленных кромок под сварку

Размеры, мм

Условное обозначение шва сварно- го соедине- ния	Конструктивные элементы кромок	Характер выполнен- ного шва	Толщина	Зазор	Притуп- ление	Угол раз- делки
			$S = S_1$	b	c	α, \dots°
У 6	 $S_1 \geq 0,5S$	Односто- ронний	3-10	1 ± 1	1 ± 1	50 ± 2
У 8	 $S_1 \geq 0,5S$	Двусто- ронний	6-20	1 ± 1	2 ± 1 -2	50 ± 2

продолжение табл.6

Размеры, мм

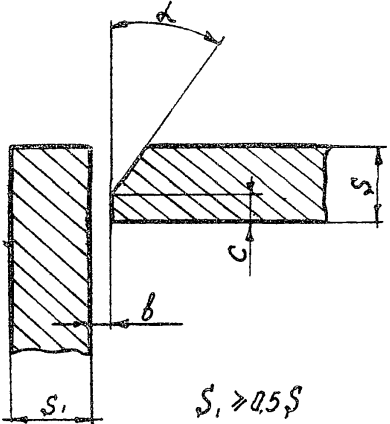
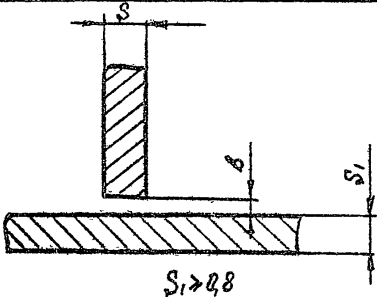
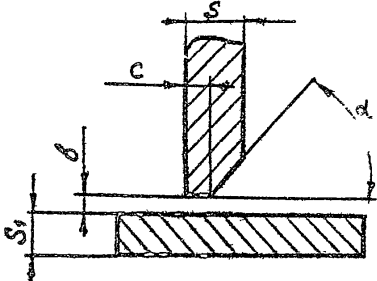
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы кромок	Характер выполненного шва	Толщина металла	Зазор	Притупление	Угол разделки
			$S = S_1$	b	c	α, \dots°
у 9	 <p>$S_1 \geq 0.5 S_2$</p>	Односторонний	3-18	1 ± 1	1 ± 1	30 ± 2

Таблица 7

Основные виды тавровых соединений и конструктивные
элементы подготовленных кромок под сварку

Размеры, мм

Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы кромок	Характер выполненного шва	Толщина металла $S = S_1$	Зазор δ	При- тупле- ние C	Угол раз- делки α, \dots°
Тз		Двусто- ронний	0,8-3,0 3,2-5,0 6,0-20,0	0+0,5 0+1 0+1,5	-	-
Т6		Односто- ронний	3-20	0+2	2^{+1}_{-2}	45+2

Продолжение табл.7

Размеры, мм

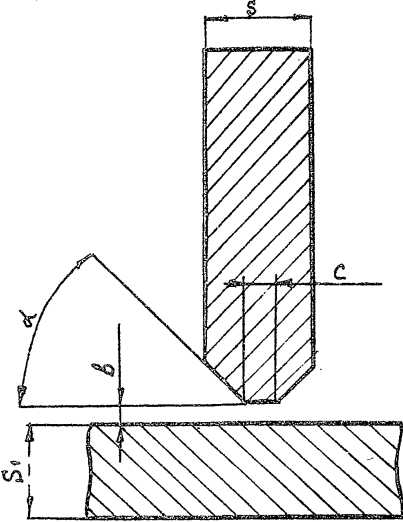
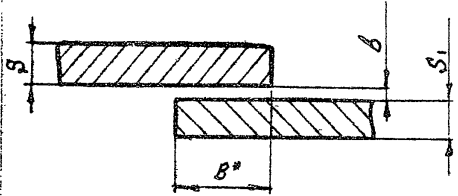
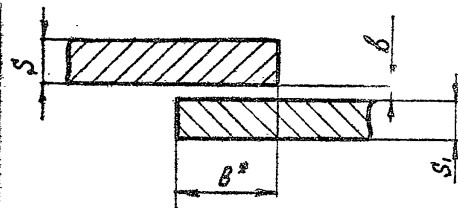
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы кромок	Характер выполненного шва	Толщина металла	Зазор	Притупление	Угол разделки
			$\delta = \delta_1$	b	c	α, \dots°
Т8		Двусторонний	6-9	1 ± 1	1 ± 1	55 ± 2
			10-20	2 ± 1 -2	2 ± 1 -2	45 ± 2

Таблица 8

Основные виды соединения внахлестку и конструктивные
элементы подготовленных кромок под сварку

Размеры, мм						
Условное обозначение шва сварного соединения	Конструктивные элементы кромок	Характер выполаженного шва	Толщина металла $\delta = \delta_1$	Зазор b	Притупление B	Угол разделки α, \dots°
Н1		Односторонний	2,2-5,0	0+1	3 - 20	-
			5,5-10,0		8 - 40	
			II - 20	0+1,5	I2 - 100	
Н2		Двусторонний	2,2-5,0	0+1	3 - 20	-
			5,5-10,0		8 - 40	
			II - 20	0+1,5	I2 - 100	

*Размер для справок

6.6. Закрепление деталей при сборке конструкций из нержавеющей стали производится при помощи специальных приспособлений (прижимов, центраторов, струбцин и т.д.) или прихваток.

6.7. Прихватки могут выполняться полуавтоматической, импульсно-дуговой, ручной аргонодуговой или ручной электродуговой сваркой соответствующими электродами.

6.8. Размеры прихваток и расстояние между ними устанавливаются технологическим процессом, принятым на заводе. Нельзя ставить прихватки на пересечении швов и на краях. Расстояние от края должно быть не менее 80-100 мм.

6.9. Прихватки желательно ставить со стороны, противоположной основному шву.

Прихватки перед сваркой должны быть тщательно зачищены.

6.10. Сборка деталей под сварку должна быть принята ОТК.

7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СВАРКЕ

7.1. Сварочные работы могут быть начаты только после приемки сборки изделия под сварку контролером ОТК.

7.2. Основным технологическим документом, по которому решается выполнять сварку, является технологический процесс, утвержденный в установленном порядке.

7.3. Сварка узлов и изделий в зависимости от типа шва и толщины металла должна выполняться на режимах, указанных в табл. 9.

7.4. Сборка и сварка изделий должны производиться в отапливаемых помещениях при температуре воздуха не ниже плюс 5 °С.

Допускается производить сварку крупногабаритных конструкций на открытом воздухе с обеспечением защиты мест сварки от не-

посредственного воздействия атмосферных потоков воздуха и соблюдением условий, указанных в ОСТ 26-291-87, ОСТ 26-01-82-77.

7.5. Сварку в среде аргона допускается производить в различных пространственных положениях.

Следует отдавать предпочтение сварке в нижнем положении.

7.6. Подачу аргона следует начинать за 20-30 с до начала сварки.

7.7. При сварке близко расположенных швов второй шов следует накладывать после того, как первый остынет до температуры ниже 100 °С.

7.8. При сварке прямолинейных швов следует предусматривать технологические припуски на деталях или устанавливать технологические пластины до конца сварного шва для начала и окончания сварки.

7.9. По окончании сварки необходимо некоторое время после гашения дуги подавать аргон в зону сварки для защиты разогретого металла изделия от окисления.

7.10. Потодочные швы выполняют электродом наклоненным углом назад, для удержания расплавленного металла применяют поперечные колебания электрода.

7.11. При сварке нержавеющих (высоколегированных) сталей аустенитного класса, поставляемых по ГОСТ 5632-72, следует руководствоваться следующими требованиями:

производить сварку на режимах, обеспечивающих минимальный объем расплавленного металла;

вести процесс стабильно при непрерывном горении дуги;

сварку производить возможно короткой дугой;

обязательно производить заделку кратеров.

Таблица 9

Ориентировочные режимы полуавтоматической импульсно-дуговой
сварки плавящимся электродом в среде аргона нержавеющих сталей

Условное обозначение шва	Толщина металла, мм	Положение сварки	Диаметр сварочной проволоки, мм	Количество проходов	Режимы сварки							
					Средняя сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Вылет электрода, мм	Частота следования импульсов, 1/с	Расход аргона, л/мин		
C2	2-6		I, 0-I, 2	I	60-80 I20-I40	I6-I8 20-2I	II2-I42 II2-I42	I5-I8 I8-22	50	I2-I4		
C4					60-80 I20-I40	I6-I8 20-2I	II2-I26 II2-I26	I5-I8 I5-I8				
C5					60-80 I20-I40	I6-I8 20-2I	II2-I26 II2-I26	I5-I8 I5-I8				
C7	3-6	Нижнее, вертикальное, потолочное			70-90 I25-I35	I7-I9 20-2I	II2-I42 II2-I42	I5-I8 I8-22	I00	I4-I6 I4-I6		
CI2	3-10				70-90 I35-I50	I7-I9 2I-22	I42-I59 I42-I59	I8-22 I8-22				
CI7					80-I00 I50-I60	I8-20 2I-23	I42-I59 I42-I59	I8-22 I8-22				
CI8					75-95 I60-I80	I7-I9 22-23	I42-I88 I42-I88	I8-22 I8-22				

CI9					75-95 160-180	17-19 21-22	159-210 159-210	18-22 18-22	50-100	14-16
C21			1,2-2,0		85-100 170-190	18-20 21-23	126-188 126-188	15-18 18-22		
Y6	3-10			2	135-150 60-80 160-180	20-21 16-18 22-23	142 112 112		50	10-12
			1,0-1,6					12-14		
Y8					160-180 180-200 200-250	23-25 21-22 24-26	236 188 210			
	6-20		1,6-2,0	2-3				15-18	100	
Y9		Нижнее, верти- кальное, Потолоч- ное			160-180 180-210 200-250	21-22 24-25 24-26	236 188 210			18-20
	3-18		1,2-2,0	2-3				18-22	100	
T3					120-140 60-80 250-275	18-19 16-18 24-26	142-236 112-188 126-210			
			1,2-2,0	1-3			18-22	50-100		12-20
T6	3-20				135-150 70-90 240-260	21-22 16-19 23-25	236 188 210			
			1,2-2,0	2				18-22	100 50 50	18-20

Продолжение табл. 9

Условное обозначение шва	Толщина металла, мм	Положение сварки	Диаметр сварочной проволоки, мм	Количество проходов	Режим сварки			Вылет электрода, мм	Частота следования импульсов I/c	Расход аргона, л/мин
					Средняя сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки, м/ч			
Т8	6 - 9	Нижнее, вертикальное, потолочное	I, 2-I, 6	2-3	I20-I40	I9-20	236	I8-22	I00	I8-20
	I0 - 20		I, 6-2, 0		225-250 70-90	24-25 I6-I9	I88 2I0			
HI					80-I00	I6-I9	I42-236			
H2	2-20		I - 2	I-3	I35-I50 250-275	2I-22 24-26	I12-I88 I26-2I0	I8-22	50-I00	I2-20

Примечание. При составлении отдельного технологического процесса на сварку изделия режимы должны быть уточнены в зависимости от конструктивных элементов подготовленных кромок, марки свариваемых сталей и окончательно устанавливаются при отработке технологии на образцах, опытных сборочных единицах или имитаторах.

7.12. При предъявлении к сварным изделиям высоких требований по стойкости против межкристаллитной коррозии сварку необходимо производить при минимальном сварочном токе.

7.13. Для сварки высоколегированных коррозионностойких сталей применять сварочную проволоку, которая обеспечивает требования технических условий на изделие. Для предупреждения образования горячих трещин в сварном шве при сварке коррозионностойких аустенитных сталей следует применять сварочную проволоку, обеспечивающую получение в металле шва структуры с содержанием ферритной фазы.

7.14. При выборе технологий сварки коррозионностойких сталей следует учитывать, что главным требованием, предъявляемым к сварным соединениям изделий из коррозионностойких сталей, является стойкость металла шва и околошовной зоны против межкристаллитной и общей коррозии, а также сопротивляемость коррозионному растрескиванию.

7.15. Для изделий из коррозионностойких сталей недопустимы замковые и выполненные на остающейся подкладке сварные швы, т.к. щели и непровары в корне шва, соприкасающиеся с агрессивной жидкостью, являются возможными очагами развития сосредоточенной и щелевой коррозии.

7.16. В двухсторонних соединениях коррозионностойких сталей, к которым предъявляются повышенные требования по коррозионной стойкости, слой, обращенный к агрессивной среде, должен быть выполнен в последнюю очередь.

7.17. При сварке коррозионностойких сталей ограничить попадание брызг расплавленного металла на основной металл, т.к. они являются потенциальными очагами коррозии; для этого следует применять разнообразные экраны, смазки, эмульсии.

7.18. Сварные соединения из коррозионностойких сталей должны подвергаться закалке 1050-1100 °С или стабилизирующему отжигу в течение 2-4 ч при температуре 850-900 °С.

7.19. При проектировании сварных конструкций и разработке технологического процесса сварки следует учитывать отличительные особенности стандартных марок хромистых сталей ферритного класса марок 08Х13 (по ГОСТ 5632-72):

высокий порог хладноломкости стали, находящейся обычно в области положительных температур;

склонность к значительному охрупчиванию (дополнительному повышению порога хладноломкости) в околосварной зоне;

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

невозможность устранения охрупчивания термической обработкой.

7.20. При назначении стали 08Х13 для сварных конструкций в проектах должны быть учтены допускаемые условия их применения по ОСТ 26-291-87

7.21. Материалы для сварки (сварочную проволоку) следует выбирать в зависимости от стали 08Х13, условий эксплуатации изделий и требований, предъявляемых к сварным соединениям.

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

7.23. Температура подогрева (охлаждения) сварных конструкций контролируется приварными термопарами (термощупами), термокарандашами и термокрасками.

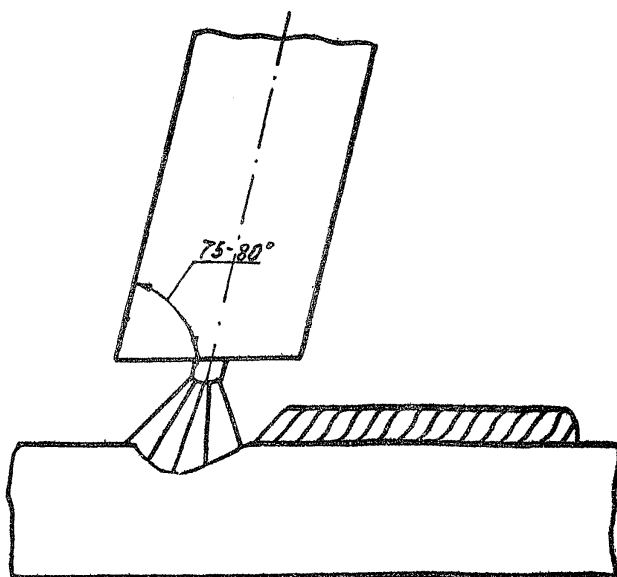
Замеры температуры производятся в пределах зоны равномерного нагрева на расстоянии не менее 100 мм от свариваемых кромок.

7.2 4. При ИДС следует учитывать:

величину вылета электрода (для проволок диаметром 1,0;
1,6; 2,0 мм рекомендуется соответственно 12-14; 15-18;
18-22 мм);

необходимость изготовления сопла на горелку с углом
скоса $75-80^\circ$ (для лучшей защиты дуги инертным газом, черт.3).

Схема ИДС с улучшенной защитой



7.25. В момент зажигания дуги электрод устанавливают перпендикулярно направлению сварки, затем наклоняют горелку вдоль шва и сварку выполняют "углом вперед" или "углом назад", что улучшает защиту шва и облегчает наблюдение за процессом сварки (черт.4, 5).

Как правило, сварка выполняется "углом вперед". Это позволяет сварщику наблюдать за процессом сварки визуально.

Для увеличения глубины проплавления сварку выполняют "углом назад".

7.26. В начале шва скорость сварки должна быть меньшей, чем при установленных режимах; это увеличивает провар кромок соединения в начале шва.

7.27. В процессе сварки должно быть обеспечено полное расплавление прихваток.

7.28. Сварку угловых и нахлесточных соединений металла одинаковой толщины производят электродом, направленным в середину угла, образуемого свариваемыми кромками, согласно черт.6.

7.29. При сварке угловых швов на изделиях из металла различной толщины электрод следует направлять в сторону более толстого металла, как показано на черт.7.

7.30. При сварке горизонтальных швов на вертикальной плоскости горелку следует направлять снизу вверх с поперечными колебаниями электрода, как показано на черт.8.

7.31. Сварка вертикальных швов металла толщиной до 3 мм производится "сверху вниз", при большей толщине - "снизу вверх". Металл толщиной до 4 мм включительно сваривается без поперечных колебаний электрода, свыше 4 мм - с поперечными колебаниями электрода, как указано на черт.9.

7.32. ИДС выполняется на постоянном токе обратной полярности.

7.33. Постоянство скорости подачи электродной проволоки имеет большое значение для обеспечения устойчивого процесса сварки. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы направляющий канал не имел резких перегибов и не было спутывания витков проволоки в кассете.

7.34. Перед сваркой необходимо:

проверить правильность подключения оборудования и электроприборов. Контакты всех электрических соединений должны быть плотными во избежание потери мощности на нагрев;

проверить плотность соединения в газовых и водяных коммуникациях;

проверить работу электрической и механической частей сварочного оборудования в соответствии с инструкциями по уходу и наладке;

установить электрооборудование и аппаратуру на заданный технологический режим. Правильность подобного режима проверить

по контрольным приборам (амперметру, вольтметру, ротаметру) и пробной сваркой на пластине.

7.35. При возбуждении дуги необходимо концом электрода прикоснуться к свариваемому изделию и нажать кнопку "пуск", поддерживая при этом нормальный вылет электрода.

7.36. При нормальном режиме дуга горит спокойно, металл электрода переходит в шов мелкими каплями (правильно подобранный режим сопровождается ровным монотонным гудением дуги при ее небольшой длине).

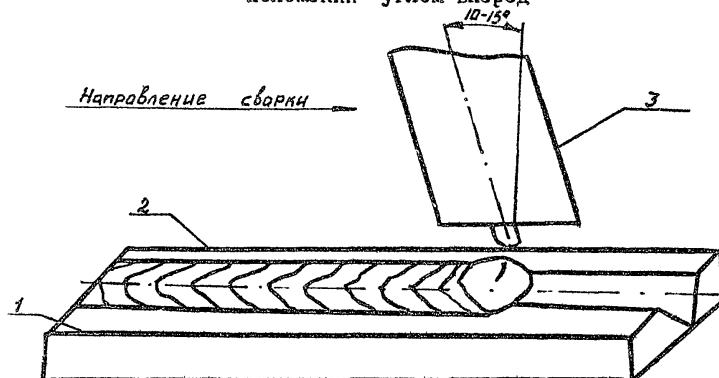
7.37. В случае нарушения стабильного переноса металла, т.е. появления крупных капель и сильного разбрызгивания, рекомендуется повысить напряжение дуги.

8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРКИ

8.1. При изготовлении сварных конструкций (деталей, узлов) химической и нефтяной аппаратуры необходимо предусматривать и применять такие виды и объемы контроля, которые гарантировали бы высокое качество и эксплуатационную надежность сварных соединений.

8.2. Виды и объемы контроля должны быть указаны в технических условиях на изготовление изделия, чертежах, настоящим документе и соответствовать требованиям ОСТ 26-291-87.

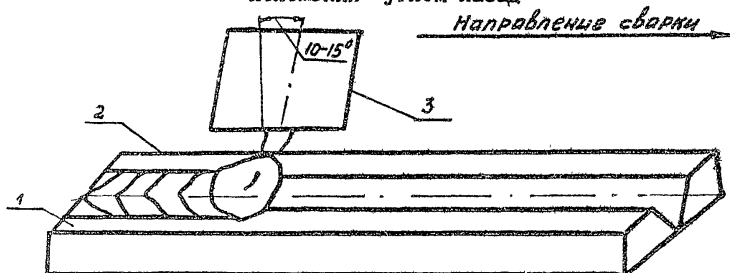
Положение горелки при ИДС в нижнем
положении "углом вперед"



1, 2 - свариваемые детали;
3 - сварочная горелка полуавтомата

Черт. 4

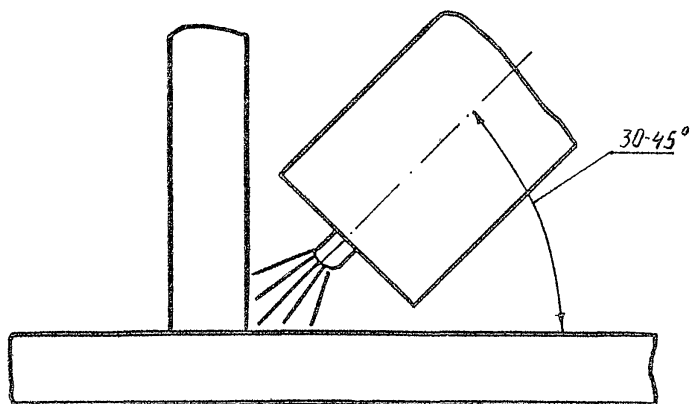
Положение горелки при ИДС в нижнем
положении "углом назад"



1, 2 - свариваемые детали;
3 - сварочная горелка полуавтомата

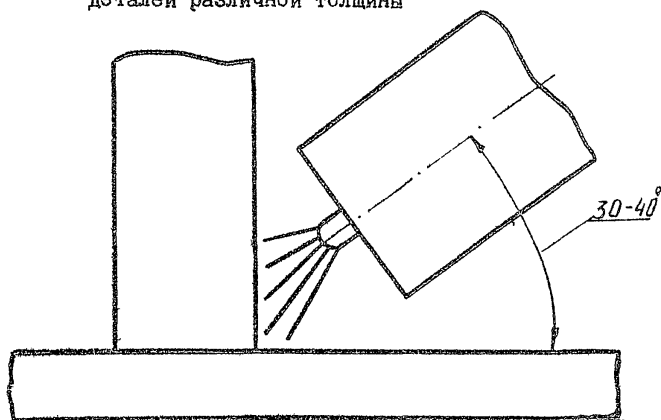
Черт. 5

Положение горелки при сварке угловых швов
деталей одинаковой толщины



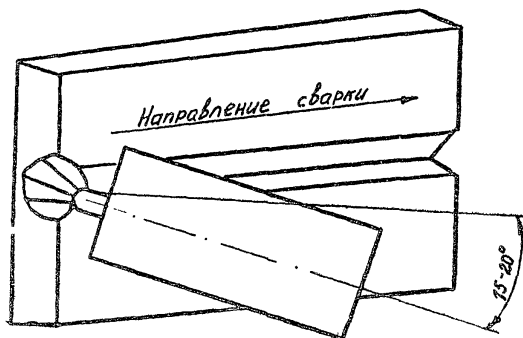
Черт. 6

Положение горелки при сварке угловых швов
деталей различной толщины



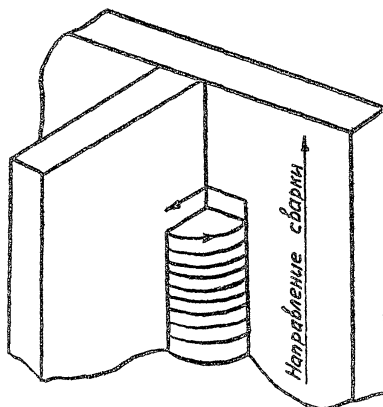
Черт. 7

Положение горелки при сварке горизонтальных швов на вертикальной плоскости



Черт.8

Схема поперечных колебаний электрода



Черт.9

8.3. Послеоперационный контроль качества включает:
проверку соответствия основного металла и сварочных материалов требованиям стандартов и технических условий;
контроль качества подготовки кромок и правильности сборки;
контроль режимов сварки и последовательности наложения швов;
контроль качества сварных соединений.

Послеоперационный контроль должен производиться систематически работниками ОТК, производственными мастерами и технологами.

8.4. При контроле качества подготовки и сборки деталей под сварку проверяются:

чистота поверхности свариваемых кромок и основного металла, прилегающего к свариваемым кромкам;
правильность сборки деталей;
качество и расположение прихваток, зазоры в соединениях, смещение кромок и др.

8.5. В процессе сварки контролируются:

режим сварки;
последовательность наложения швов;
тщательность послойной зачистки швов от шлаковой пленки;
отсутствие трещин, подрезов и других дефектов;
правильность клеймения сварных швов.

8.6. Контроль качества сварных соединений производится в соответствии с ГОСТ 26-291-87 следующими методами:

внешним осмотром и измерениями (ГОСТ 3242-79);
механическими испытаниями (ГОСТ 6996-66);
испытанием на межкристаллитную коррозию (ГОСТ 6032-84);
металлографическими исследованиями (ГОСТ 26-1379-76);
определением содержания в металле ферритной фазы (ГОСТ 11878-66);

просвечиванием сварных соединений гамма - и рентгеновскими лучами (ГОСТ 7512-82);

гидравлическими и пневматическими испытаниями (ГОСТ 22161-76);

другими методами испытаний, если они предусмотрены техническими условиями на изготовление данного изделия.

Объем и методы контроля устанавливаются требованиями чертежей и технических условий на изделие.

8.7. Контроль механических свойств стыковых сварных соединений из нержавеющей сталей следует осуществлять в соответствии с требованиями ГОСТ 6996-66 следующими видами испытаний;

статическим растяжением;

статическим изгибом;

ударным изгибом.

8.8. Механические испытания проводятся на образцах, вырезанных из контрольных пластин, сваренных с применением тех же материалов, режимов и способов сварки, что и изготавливаемое изделие. Виды механических испытаний, а также типы и количество образцов регламентируются ОСТ 26-291-87.

8.9. Показатели механических свойств сварных соединений должны удовлетворять требованиям табл.10.

Таблица 10
Механические свойства сварных соединений

Показатели механических свойств	Допустимые значения для сталей	
	аустенитно-ферритных	аустенитных
Предел прочности на разрыв при температуре +20°C, кгс/мм ² (Н/мм ²)	Не менее нижнего предела прочности основного металла по стандарту или техническим условиям для данной марки стали	

Продолжение табл.10

Показатели механических свойств	Допустимые значения для сталей	
	аустенитно- -ферритных	аустенит- ных
Угол статического изгиба при толщине до 20 мм, ...°, не менее	80	100
Ударная вязкость, кгсм/см ² (Дж/м ²):		
при температуре +20°C, не менее	4	7
при температуре ниже -20°C, не менее	3	-
Твердость металла сварных соединений, НВ, не более	220	200

Примечание. Показатели механических свойств считаются не-удовлетворительными, если хотя бы один из результатов показал свойства ниже установленных норм:

у предела прочности на 7 %;

у угла статического изгиба на 10 %.

8.10. При получении неудовлетворительных результатов по какому-либо виду механических испытаний разрешается проведение повторных испытаний на образцах из той же контрольной пластины или на образцах, вырезанных из сварного соединения (детали).

8.11. Повторные испытания проводятся лишь по тому виду механических испытаний, которые дали неудовлетворительные результаты. Для проведения повторных испытаний принимается удвоенное количество образцов по сравнению с нормами, указанными в ОСТ 26-291-87.

В случае неудовлетворительных результатов и при повторных испытаниях швы считаются непригодными.

8.12. Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить фамилию сварщика, выполнявшего эти швы.

8.13. Испытание сварного соединения на склонность к межкристаллитной коррозии согласно ГОСТ 6032-84 проводится для сосудов, аппаратов и их элементов при наличии требований стойкости против межкристаллитной коррозии в технических условиях на изделие или в чертежах.

8.14. Контроль качества сварных соединений должен производиться после термической обработки изделия, если последняя является обязательной.

8.15. Результаты контроля сварных соединений должны быть зафиксированы в соответствующих документах (паспорте, формуляре, журнале и др.).

9. ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ СВАРНЫХ ШВОВ

9.1. Причинами дефектов сварных швов могут быть:

- нарушения техники и режимов сварки;
- плохая защита зоны сварки от воздуха;
- наличие масла, технологической смазки, окалины и других загрязнений на поверхности сварочной проволоки и свариваемых кромок деталей;
- несоответствие сварочных и свариваемых материалов требованиям стандартов и технических условий;
- низкая квалификация сварщиков.

9.2. Дефекты сварных швов, наличие которых не допускается ОСТ 26-291-87, техническими условиями на изделие и требованиями

чертежа, должны быть устранены.

9.3. Исправлению подлежат следующие дефекты:

несоответствие форм и размеров сварных швов требованиям стандартов, технических условий и чертежа на изделие;

трещины, непровары, незаваренные кратеры, наплывы металла шва, подрезы и прожоги основного металла;

углубления между валиками сварных швов, превышающие 2 мм;

объемные дефекты округлой или удлиненной формы (поры, свищи) с размерами, превышающими допустимые по ГОСТ 26-291-87 и техническими условиями на изделие.

9.4. Границы дефектных участков сварных соединений, подлежащих исправлению, отмечают краской или цветным мелом.

9.5. Исправление швов с подрезами, углублениями между валиками, незаваренными кратерами и прожогами, а также швов заниженных размеров производится путем дополнительного наложения валиков. Перед заваркой указанных дефектов производится зачистка дефектного участка, включая прилегающие участки основного металла, металлической щеткой, зубилом или наждачным кругом до чистого металла.

9.6. Завышенные размеры сварных швов и наплывы исправляются шлифовкой наждачным кругом, местной подрубкой зубилом с последующей зачисткой наждачным кругом.

9.7. Исправление сварных швов с трещинами, непроварами, порами и включениями производится путем удаления дефектного участка с последующей заваркой.

Если дефекты распространяются на все сечение шва, то дефектный участок удалается полностью с образованием V-образной разделки кромок под сварку.

9.8. Удаление дефектных участков швов должно производиться механическим способом: фрезеровкой, вырубкой пневматическим зубилом, обработкой наждачным кругом (допускается применение плазменной, кислородно-флюсовой, воздушно-дуговой строжкой с последующей механической обработкой поверхности реза на глубину не менее 0,8 мм).

9.9. Требования к технологии заварки дефектных участков сварных соединений предъявляются те же, что и к сварке изделий. При этом рекомендуется использовать минимальные режимы сварки, установленные технологическим процессом.

9.10. Деформацию (коробление) участков конструкций допускается исправлять только в холодном состоянии.

9.11. Если при контроле качества исправленного участка в нем вновь будут обнаружены дефекты, превышающие допускаемые, необходимо провести повторное исправление в таком же порядке, как и первое.

9.12. Удаление недопустимых дефектов в швах с последующей сваркой на одном и том же участке сварного соединения, к которому предъявляются требования по стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК), допускается производить не более двух раз.

10. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

10.1. Требования техники безопасности и производственной санитарии при выполнении импульсно-дуговой сварки должны обеспечиваться соблюдением условий ГОСТ 12.3.003-86, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.4.032-77, ГОСТ 12.4.080-79, ТУ 17-08-237-85, ТУ 5.978-13373-82, ТУ 6-16-2053-76.

10.2. К работе ИДС допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие соответствующее обучение, инструктаж и проверку знаний требований безопасности с оформлением в специальном журнале и имеющие квалификационное удостоверение.

10.3. Инструктаж электросварщиков по безопасности труда должен производиться не реже одного раза в 3 месяца.

10.4. Сварка в защитных газах имеет свои особенности: аргон способен накапливаться в атмосфере, вытесняя кислород из нижних слоев воздуха и тем самым оказывая вредное воздействие на работоспособность сварщика;

процесс сварки сопровождается мощным ультрафиолетовым излучением, вызывающим ожоги незащищенных участков тела работающего;

озон и окись азота, образующиеся в дуговом промежутке, могут оказать отравляющее действие на организм человека.

10.5. Предельно допустимая концентрация озона в атмосфере не более $0,1 \text{ мг/м}^3$, окиси азота – 5 мг/м^3 .

10.6. Сварочные цехи и участки должны быть оборудованы местной и общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей эффективный воздухообмен зоны сварки и скорость потоков воздуха в непосредственной близости к сварочной дуге не более $0,5 \text{ м/с}$.

10.7. Места выполнения сварочных работ должны быть ограждены несгораемыми ширмами, щитами и т.п. Сварочные кабины рекомендуется внутри окрашивать светло-серой, зеленой краской, снижающей интенсивность отраженных лучей. Обшивка кабин выполняется из несгораемых материалов, между обшивкой и полом следует оставлять зазор 300 мм.

10.8. Сварщики должны обеспечиваться специальной одеждой в соответствии ТУ 17-08-237-85 тип А.

10.9. Для защиты ног сварщиков должна применяться специальная кожаная обувь в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.032-77.

10.10. Для защиты глаз и лица используются наголовные щитки по ТУ 5.978-13373-82 со светофильтрами С4-С8 по ГОСТ 12.4.080-79, покровным стеклом по ГОСТ III-78 и подложкой из оргстекла.

10.11. При работе в закрытых объемах, когда вентиляция не обеспечивает значительного эффекта, следует использовать специальные маски ШР-I, ША-40, ДПА-4 и другие с подачей в них свежего воздуха или противогазы ПШ-I по ТУ 6-16-2053-76.

10.12. Баллоны необходимо предохранять от толчков и ударов, при их транспортировке следует пользоваться носилками или специальными тележками. Запрещается переносить баллоны в руках.

10.13. При эксплуатации баллоны должны устанавливаться в вертикальном положении на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов и укрепляться хомутом или цепью в специальной стойке.

10.14. С целью обеспечения электробезопасности сварочных работ необходимо:

- корпуса сварочного оборудования заземлить;

- токоподводящие кабели изолировать от механических повреждений;

- перед пуском сварочного аппарата проверить исправность пускового устройства и убедиться, что не произойдет самовключения;

- при включении сварочного аппарата сначала включить рубильник сети, а затем аппаратный ящик (при включении порядок обратный);

при перерывах в подаче электроэнергии сварочный аппарат отключать;

чтобы длина первичной цепи между пунктом питания и сварочным аппаратом не превышала 10 м.

І0.15. К работе со сварочными выпрямителями допускаются лица, прошедшие специальное обучение, имеющие разряд, а также прошедшие инструктаж на рабочем месте.

І0.16. Подключение и ремонт выпрямителя разрешается только лицам, имеющим соответствующее удостоверение на право эксплуатации электроустановок.

І0.17. Корпус выпрямителя должен быть надежно заземлен. Исправность заземления необходимо проверить перед началом работы.

І0.18. При обнаружении напряжения на металлических частях выпрямителя работа должна быть немедленно прекращена.

І0.19. Подводящие электрокабели должны быть надежно защищены от возможных обрывов, перегибов и преждевременного износа изоляции.

І0.20 Администрация предприятия и цехов, где производятся сварочные работы от выпрямителя или его ремонт, обязаны разработать инструкцию с учетом требований настоящего руководящего документа, местных производственных условий и технологических требований.

І0.21. Разработанные и утвержденные администрацией предприятия инструкции должны быть выданы обслуживаемому персоналу под расписку.

II. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При ИДС нержавеющей стали плавящимся электродом в среде аргона качество сварного шва в значительной степени зависит от исправности сварочного оборудования.

Характерные неисправности и методы их устранения приведены в табл. II.

Таблица II

Виды неисправностей	Причины возникновения	Способы устранения
При включении выключателя, расположенного на сварочной горелке, не зажигается дуга (схема срабатывает нормально)	Отсутствие контактов в сварочной цепи	Проверить надежность контактов сварочной цепи
При сварке наблюдается неравномерность подачи электродной проволоки	Недостаточный прижим электродной проволоки в роликах привода механизма подачи; заедание электродной проволоки в канале или наконечнике сварочной горелки. Перепутывание электродной проволоки в барабане	Отрегулировать давление прижимных роликов изменением давления. Прочистить канал или наконечник, а в случае чрезмерного износа заменить его новым.
Сопло и цанговый зажим сварочной горелки находятся под напряжением	Нарушение изоляции между держателем и соплом	Исправить изоляцию, удалить брызги металла, замыкающие держатель и сопло

Продолжение табл. II

Виды неисправностей	Причины возникновения	Способы устранения
Прекращается подача газа	Не срабатывает газовый клапан	Проверить электрическую цепь газового клапана, устранить обнаруженные неисправности
	Нарушение герметичности тракта	Восстановить герметичность
При включении двигателя не вращается, а от кнопки на пульте приходит во вращение	Нет сигнала, разрешающего запуск привода с блоком цикла	Заменить плату блока циклов
При включении выключателя на горелке и нажатии кнопки на пульте двигатель не вращается	Нет контакта в разъеме платы блока привода	Обеспечить контакт в разъеме блока привода
	Нет контакта в разъеме блока элементов. Нет напряжения на следующих блоках элементов: минус I2B на контакте 22 и I2B на контакте I; I2B на контактах 22 и I9; пульсирующее напряжение на контактах 22 и I5. Нет напряжения 65B на контактах I2 и I7 разъема платы блока привода из-за отсутствия их связи соответственно с контактами I и 3 внутреннего разъема блока управления	Заменить платы блоков привода и циклов
Не срабатывает газовый клапан при включении выключателя на горелке. От кнопки на переносном пульте срабатывает	Неисправны элементы блока циклов	Заменить плату блока циклов

Продолжение табл. II

Виды неисправностей	Причины возникновения	Способы устранения
Не возбуждается дуга при касании электродной проволокой изделия	Нет контакта в разъеме платы блока циклов. Неисправны элементы блока циклов	Обеспечить контакт в разъеме. Заменить плату циклов
Не регулируется скорость подачи электродной проволоки при измерении сопротивления потенциометром на пульте управления	Нет обратной связи по напряжению в блоке	Проверить качество в плате блока привода

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

І. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН НПО "Волгограднефтемаш"

Всесоюзным научно-исследовательским и проектным институтом
технологии химического и нефтяного аппаратостроения
(ВНИИПТхимнефтеаппаратуры)

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ письмом Министерства химичес- кого и нефтяного машиностроения СССР от 28.І0.87г № ІІ-І0-4/І493

ИСПОЛНИТЕЛИ

Б.П.Калинин (руководитель темы); Н.В.Абашкина;
Е.Х.Павлова

3. ВЗАМЕН РТМ 26-64-7І

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта перечисления, приложения
ГОСТ І2.І.005-76	І0.І
ГОСТ І2.3.003-86	І0.І
ГОСТ І2.4.032-77	І0.І
ГОСТ І2.4.080-79	І0.І; І0.І0
ГОСТ ІІІ-78	І0.І0
ГОСТ 2246-70	4.І
ГОСТ 3242-79	8.6
ГОСТ 5632-72	7.ІІ; 7.І9
ГОСТ 6032-84	8.6; 8.І3
ГОСТ 6996-66	8.6; 8.І4
ГОСТ 75І2-82	8.6
ГОСТ 87ІІ-78	2.7
ГОСТ І0І57-79	4.5
ГОСТ ІІ878-66	8.6; 8.І3

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта перечисления, приложения
ГОСТ 13045-81	2.10
ГОСТ 14771-76	6.1; 6.4
ГОСТ 14792-80	3.5
ГОСТ 22161-76	8.6
ОСТ 26-01-82-77	3; 7.4
ОСТ 26-291-87	3.7; 4.2; 7.4; 8.2; 8.6; 8.8; 8.11 ; 9.2; 9.3
ОСТ 26-1379-79	8.6
РТМ 26-17-49-85	4.6
ТУ 5-878-13373-82	10.1; 10.10
ТУ 6-16-2053-76	10.1; 10.11
ТУ 17-08-237-85	10.1; 10.8

СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. Особенности импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом в среде аргона	2
2. Сварочное оборудование	3
3. Основные материалы	8
4. Сварочные материалы	9
5. Квалификация сварщиков и требования к ИТР	12
6. Сборочные работы	13
7. Технологические указания по сварке	22
8. Контроль качества сварки	32
9. Исправление дефектов сварных швов	39
10. Требования техники безопасности	41
II. Возможные неисправности сварочного оборудования	45
Информационные данные	48