ЦНИИСК им. Кучеренко
Госстроя СССР

Руководство

по аргонодуговой сварке соединений элементов алюминиевых строительных конструкций

Москва 1984

gost.e-ecolog.ru

Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций им. В. А. Кучеренко
(ЦНИИСК им. Кучеренко) Госстроя СССР

РУКОВОДСТВО

ПО АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКЕ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ АЛЮМИНИЕВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ



Москва Стройиздат 1984

УДК 693.82 : 621.791.754 293

Рекомендовано к изданию решением секции «Металлические конструкции» Научно-технического совета ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР.

Руководство по аргонодуговой сварке соединений элементов алюминиевых строительных конструкций / ЦНИИСК им. Кучеренко. — М.: Стройиздат, 1984.—95 с.

Содержит основные требования к алюминиевым сплавам и сварочным материалам, используемым при производстве конструкций, подготовке кромок к сборке под сварку, к оборудованию, инструментам и приспособлениям, к технологии автоматической, полуавтоматической и ручной аргонодуговой сварки, а также к операциям контроля и приемки. Рассмотрены вопросы охраны труда и техники безопасности. Даны справочные материалы по оборудованию для аргонодуговой сварки, сведения по определению расхода сварочных материалов.

Для инженерно-технических работников строительно-монтажных организаций и предприятий строительной индустрии.

Табл. 41, ил. 89.

Разработано ЦНИИСК им. Кучеренко (д-р техн. наук А. Я. Бродский с участием инж. Е. К. Алексеева, кандидатов техн. наук. В. М. Барышева, В. Г. Искендирова и О. Н. Исида).

Р $\frac{3204000000—353}{047(01)—84}$ Инструкт.-нормат., II вып.—123—83

© Стройиздат, 1984

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство содержит требования к технологии аргонодуговой сварки соединений элементов алюминиевых строительных конструкций, оборудованию и инструментам, технологии работ по подготовке к сварке и последующих за сваркой операций при изготовлении конструкций и их монтаже.

1.2. При производстве работ по сварке соединений элементов алюминиевых строительных конструкций должны выполняться требования, предусмотренные главой СНиП по проектированию алюминиевых конструкций, а также главами СНиП по организации строительства и технике безопасности в строительстве, Правилами пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ и другими нормативными документами, утвержденными или согласованными Госстроем СССР.

1.3. Алюминиевые сплавы для сварных конструкций следует применять в соответствии с указаниями, предусмотренными главой СНиП по проектированию алюминиевых конструкций.

Сварные конструкции, в зависимости от назначения и условий эксплуатации, разделяются на три группы.

Группа I. Ограждающие — оконные и дверные заполнения, подвесные потолки, перегородки и др.

Группа II. Ограждающие — кровельные и стеновые панели, блоки покрытия и др.

Группа III. Несущие — конструкции решетчатых покрытий, сборно-разборные конструкции и др.

Требования к качеству сварных соединений элементов из алюминиевых сплавов должны предъявляться в зависимости от указанных групп конструкций.

1.4. Защита сварных алюминиевых конструкций от коррозии должна производиться в соответствии с требованиями, предусмотренными главой СНиП по защите строительных конструкций от коррозии.

1.5. При выборе способов сварки алюминиевых сплавов, применяемых в строительных конструкциях, можно пользоваться данными табл. 1.

Руководство сварочными работами должно осуществляться лицом, имеющим техническое образование по сварочному производству и прошедшим специальную подготовку по аргонодуговой сварке алюминиевых сплавов.

1.6. Способы сварки в зависимости от типа и конструктивных элементов сварных соединений алюминиевых деталей следует выбирать по табл. 2 настоящего Руководства с учетом требований главы СНиП по проектированию алюминиевых конструкций, а также ГОСТ 14806—80.

1.7. Сварка конструкций из алюминиевых сплавов должна выполняться на специализированных предприятиях, в цехах, мастерских

Таблица 1

Рекомендуемые способы сварки	Основное назначение и некоторые технологические особенности
Автоматическая плавящимся электродом	Сварка прямолинейных и круговых швов большой протяженности (более 0,5 м) или однотипных швов большой повторяемости
Автоматическая импульсно-дуговая плавящимся электродом	То же, улучшенное формирование швов
Автоматическая неплавящимся электродом (с присадочной проволокой или без нее)	Сварка прямолинейных и круговых швов большой протяженности или однотипных швов большой протяженности
Полуавтоматическая плавящимся электродом	Сварка коротких (менее 0,5 м) прямолинейных и криволинейных швов, в том числе в трудно доступных местах
Полуавтоматическая импульсно-дуговая плавящимся электродом	То же, улучшенное формирование швов
Полуавтоматическая точечная плавящимся электродом [1]	Точечные соединения тонких элементов (1—2 мм)
Полуавтоматическая неплавящимся электродом с присадочной проволокой	Сварка коротких прямолинейных и криволинейных швов, включая труднодоступные места
Ручная неплавящимся электродом (с присадочным материалом или без него)	Сварка коротких прямолинейных, криволинейных и других швов всех типов соединений, выполнение прихваточных швов

[1] Авторское свидетельство № 564117; опубликовано в БИ № 25, 1977 г.

или на специальных участках, изолированных от других участков работ.

1.8. В заводских условиях при массовом или серийном изготовлении сварных алюминиевых конструкций следует применять преимущественно автоматическую сварку плавящимся или неплавящимся электродом. Допускается применение полуавтоматической или ручной сварки.

В условиях строительных площадок для соединения элементов алюминиевых конструкций следует применять полуавтоматическую (в необходимых случаях — полуавтоматическую точечную) сварку плавящимся электродом и ручную сварку неплавящимся электродом.

1.9. При производстве работ зона сварки должна быть надежно защищена:

в закрытых помещениях — от сильных воздушных потоков и сквозняков;

на открытых площадках — от воздушных потоков, ветра и осадков.

1.10. Если при монтаже алюминиевых конструкций предусматривается применение нескольких способов сварки, в том числе автоматическая точечная сварка плавящимся электродом (АДТС), в первую очередь должна выполняться точечная сварка, а затем полуавтоматическая сварка плавящимся электродом. Допускается применение ручной сварки неплавящимся электродом (если этот способ сварки не противопоказан для применяемого алюминиевого сплава).

1.11. При температуре ниже 0° С аргонодуговая сварка в условиях монтажной площади может быть допущена при соблюдении следующих условий:

не должно применяться сварочное оборудование или элементы сварочного поста, нуждающиеся в водяном охлаждении;

свариваемые элементы в местах соединения на участках шириной 50—60 мм в обе стороны от оси шва должны быть очищены от льда, снега или инея и осушены путем местного подогрева до 100° С. Контроль температуры должен осуществляться с помощью термокарандашей.

1.12. К работам по сварке соединений элементов алюминиевых конструкций должны допускаться сварщики, прошедшие обучение по сварке этих соединений соответствующим способом и имеющие удостоверение на право производства таких работ.

К сварке алюминиевых конструкций, подведомственных Госгортехнадзору, должны допускаться сварщики, аттестованные согласно правилам Госгортехнадзора.

1.13. Условия сварки соединений с указанием фамилий сварщиков следует фиксировать в журнале сварочных работ. Клеймить сварные соединения надлежит в местах, указанных на чертеже.

2. МАТЕРИАЛЫ

2.1. Для изготовления строительных сварных конструкций применяют алюминиевые сплавы следующих марок и состояний: термически неупрочняемые (АД1М, АМцМ, АМг2М, АМг2 1/2Н) и термически упрочняемые (АД31Т, АД31Т1, АД31Т5, 1915, 1915Т). Перечисленные сплавы обладают достаточно хорошей свариваемостью.

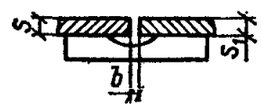
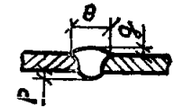
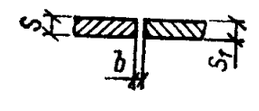
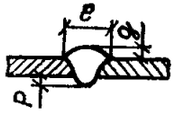
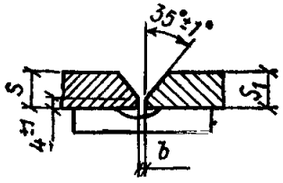
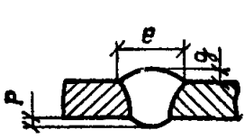
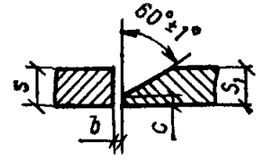
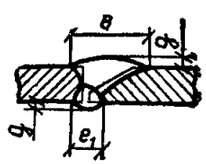
2.2. Поставляемые на сварку алюминиевые полуфабрикаты следует хранить в закрытых складских помещениях или под навесами на деревянных настилах, отдельно от других металлов.

2.3. Внутризаводская и внутрицеховая транспортировка алюминиевых полуфабрикатов должна производиться на передвижных устройствах, снабженных деревянным настилом.

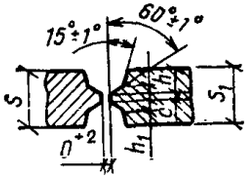
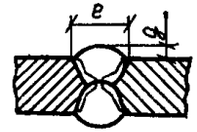
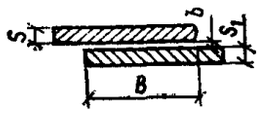
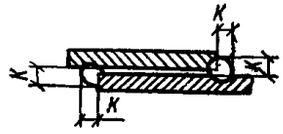
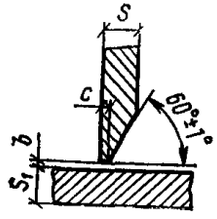
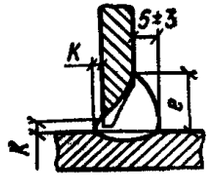
2.4. При укладке полуфабрикатов должно быть исключено попадание стружки и других посторонних тел в места касания между собой полуфабрикатов.

2.5. Для автоматической сварки соединений элементов алюминиевых конструкций плавящимся электродом, а также для автоматиче-

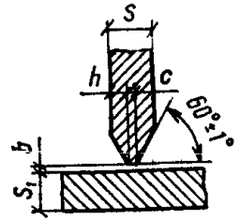
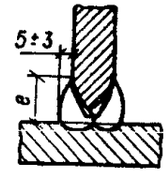
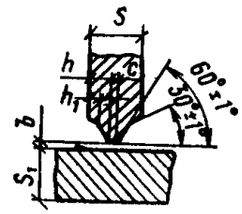
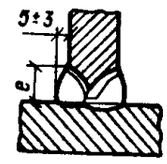
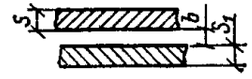
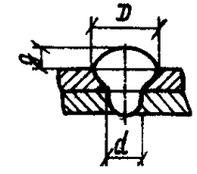
Таблица 2

Тип соединений*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений		Основные размеры элементов соединений						Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
			перед сваркой	после сварки	$s = s_1$	b	c	e	e_1	g		
Стыковые												
1 (С 4)	4—8	Плавящимся электродом			От 4 до 6	0^{+1}		14		$2^{\pm1}$	Сварка в нижнем положении на съемной подкладке в один слой	7.21 7.29
					Св. 6 до 8			16				
2 (С 2)	4—12	То же			От 4 до 6	0^{+1}		14		$1^{\pm0,5}$	Сварка в нижнем положении в один слой	7.21 7.30
					Св. 6 до 8			19		2^{+1}	То же — в два слоя	
					Св. 8 до 10			21				
					Св. 10 до 12	0^{+2}		23				
3 (С 18)	12—30	»			От 12 до 14	0^{+2}		$20^{\pm2}$		4^{+1}_{-2}	**Сварка** в нижнем положении на съемной прокладке	7.22 7.31
					Св. 14 до 16			$22^{\pm2}$				
					Св. 16 до 18			$24^{\pm2}$				
					Св. 18 до 20			$27^{\pm3}$				
					Св. 20 до 22			$30^{\pm3}$				
					Св. 22 до 24			$33^{\pm3}$				
					Св. 24 до 26			$36^{\pm3}$				
					Св. 26 до 28			$39^{\pm3}$				
					Св. 28 до 30			$42^{\pm3}$				
4 (С 12)	5—12	Плавящимся электродом			$s = s_1$	b	c	$e \leqslant$	e_1	g	Сварка в нижнем положении, швы двусторонние	7.23
					От 6 до 8	0^{+1}	$4^{\pm2}$	16	$10^{\pm2}$	$2^{\pm1}$		
					Св. 8 до 10	0^{+2}		20				
					Св. 10 до 12		$5^{\pm2}$	24				

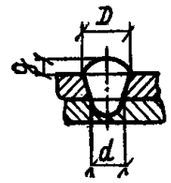
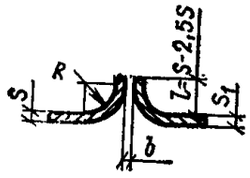
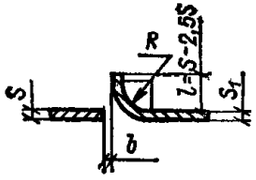
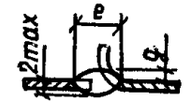
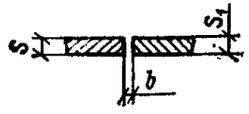
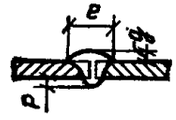
Продолжение табл. 2

Тип соединений*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений		Основные размеры элементов соединений						Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
			перед сваркой	после сварки	$s = s_1$	c	h (пред. откл. ±1,5)	h_1	$e \leqslant$	g		
5 (С 27)	30—60	Плавящимся электродом			От 30 до 34	$8^{\pm1}$	13	$13^{\pm2}$	30	$4^{\pm2}$	Сварка в нижнем положении, швы двусторонние	7.24 7.31
					Св. 34 до 38		15		31			
					Св. 38 до 42		17		32	$5^{\pm2}$		
					Св. 42 до 46		20		33			
					Св. 46 до 50		22		34	$6^{\pm2}$		
					Св. 50 до 54		24		35			
					Св. 54 до 60		26		36			
Нахлесточные												
6 (Н 2)	4—20	То же			s	s_1	$B \geqslant$	b	k		То же	7.25 7.32
					От 4 до 6	$\geqslant 15$	15	0^{+1}	От 0,5s до s			
					Св. 6 до 8							
					Св. 8 до 10							
					Св. 10 до 12			0^{+2}				
					Св. 12 до 14							
					Св. 14 до 16		20					
					Св. 15 до 18							
					Св. 18 до 20							
Тавровые												
7 (Т 7)	5—20	»			s	$s \geqslant$	b	c	e	k	»	7.26 7.32
					От 4 до 6	0,5 s	0^{+1}	$3^{\pm1}$	$12^{\pm2}$	3^{+3}		
					Св. 6 до 8				$15^{\pm2}$	4^{+3}		
					Св. 8 до 10				$18^{\pm2}$	4^{+4}		
					Св. 10 до 12		0^{+2}		$21^{\pm3}$	4^{+4}		
					Св. 12 до 14				$24^{\pm3}$	5^{+4}		
					Св. 14 до 16			$5^{\pm1}$	$27^{\pm3}$	5^{+4}		
					Св. 16 до 18				$31^{\pm3}$	5^{+4}		
					Св. 18 до 20				$35^{\pm3}$	5^{+5}		

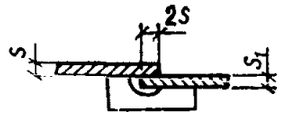
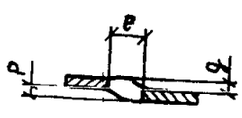
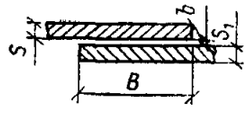
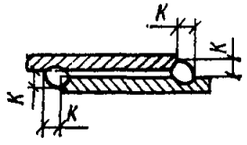
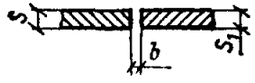
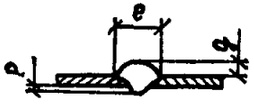
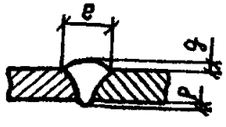
Продолжение табл. 2

Тип соединений*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений: перед сваркой	Конструктивные элементы соединений: после сварки	Основные размеры элементов соединений	Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
8 (Т 8)	12—35	Плавящимся электродом			s | $s_1 \geqslant$ | B | c | h | e От 12 до 14 | 0,5 s | 0^{+2} | $4^{\pm1}$ | $4^{\pm1}$ | $17^{\pm2}$ Св. 14 до 17 | | | | $6^{\pm1}$ | $19^{\pm2}$ Св. 17 до 20 | | | | $8^{\pm1}$ | $21^{\pm2}$ Св. 20 до 23 | | | | $10^{\pm1}$ | $23^{\pm2}$ Св. 23 до 26 | | | | $12^{\pm1}$ | $26^{\pm3}$ Св. 26 до 30 | | | | $14^{\pm1}$ | $29^{\pm3}$ Св. 30 до 35 | | | | $16^{\pm1}$ | $33^{\pm3}$	Сварка в нижнем положении, швы двусторонние	7.26 7.32
			Тавровые				
9 (Т 10)	32—60	То же			s | $s_1 \geqslant$ | b | c | h | h_1 | e От 32 до 36 | 0,5 s | 0^{+2} | $4^{\pm1}$ | $14^{\pm1,5}$ | $13^{\pm1}$ | $20^{\pm3}$ Св. 36 до 40 | | | | $16^{\pm1,5}$ | | $22^{\pm3}$ Св. 40 до 44 | | | | $18^{\pm1,5}$ | | $24^{\pm3}$ Св. 44 до 48 | | | | $20^{\pm1,5}$ | | $27^{\pm3}$ Св. 48 до 52 | | | | $22^{\pm1,5}$ | | $30^{\pm3}$ Св. 52 до 56 | | | | $24^{\pm1,5}$ | | $35^{\pm3}$ Св. 56 до 60 | | | | $26^{\pm1,5}$ | | $35^{\pm3}$	То же	7.26
			Нахлесточные				
10 (Н3)**	0,9—3	Точечная автоматическая, плавящимся электродом			s | s_1 | b | d | D | $g <$ От 0,9 до 1,6 | 1—4 | 0^{+1} | $9^{\pm2}$ | $18^{\pm2}$ | 2,5 Св. 1,6 до 2,3 | | | $10^{\pm2}$ | | | Св. 2,3 до 3,0 | | | $11^{\pm2}$ | | |	Сварка в нижнем положении, на подкладке, точечный шов односторонний	7.28

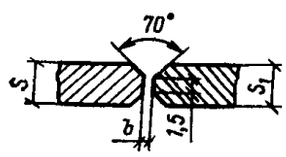
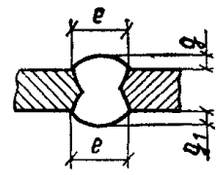
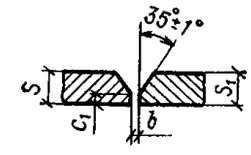
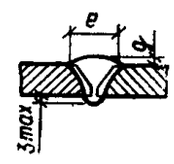
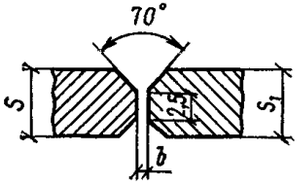
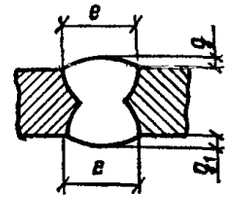
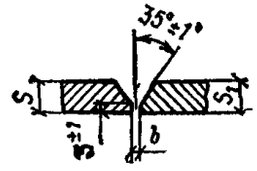
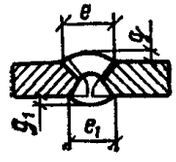
Продолжение табл. 2

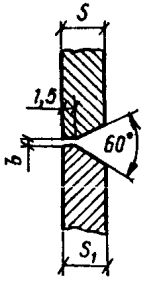
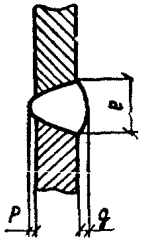
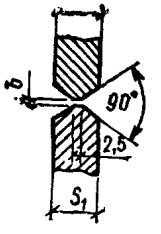
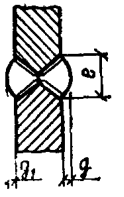
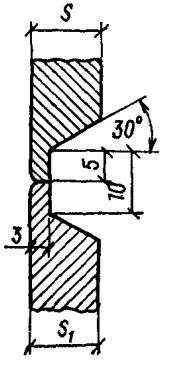
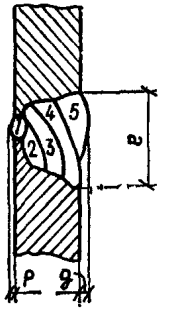
Тип соединений*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений		Основные размеры элементов соединений						Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
			перед сваркой	после сварки	s	$s_1 \geqslant$	b	d	D	$g \leqslant$		
11 (Н1)**		Точечная автоматическая, плавящимся электродом			От 0,8 до 1,4	5	$0^{\pm 1}$	$9^{\pm 2}$	$18^{\pm 2}$	2,5	Сварка в нижнем положении, точечный шов односторонний	7.28
					От 1,4 до 1,8			$10^{\pm 2}$				
					Св. 1,8 до 3,0			$11^{\pm 2}$	$19^{\pm}$	3		
		Стыковые										
12 (С 1)	0,8—2	Неплавящимся электродом с присадочной проволокой			$s=s_1$	b	R	$e^{***} \leqslant$	g		Сварка в нижнем положении за один проход, шов односторонний	8.29 8.30
					От 0,8 до 1,0	$0^{+0,1}$	От s до 1,5 s	7	$0,8^{\pm 0,5}$			
					Св. 1,0 до 1,5	$0^{+0,2}$		10	$1,0^{\pm 0,5}$			
					Св. 1,5 до 2,0				$1,5^{\pm 1,0}$			
13 (С 3)	0,8—2	То же			$s=s_1$	b	R	$e^{***} \leqslant$	g		Сварка в нижнем положении за один проход, шов односторонний	8.30
					От 0,8 до 1,0	$0^{+0,1}$	От s до 2,5 s	7	$0,8^{\pm 0,5}$			
					Св. 1,0 до 1,5	$0^{+0,2}$		10	$1,0^{\pm 0,5}$			
					Св. 1,5 до 2,0				$1,5^{\pm 1,0}$			
14 (С 2)	0,8—2,5	»			$s=s_1$	b	$e^{***} \leqslant$	g		$p \leqslant$	То же	8.30
					От 0,8 до 1,0	$0^{+0,5}$	7	$0,8^{\pm 0,5}$		3		
					Св. 1,0 до 2,5		10					

Продолжение табл. 2

Тип соединений*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений		Основные размеры элементов соединений					Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
			перед сваркой	после сварки							
Нахлесточные											
15	1—1,5	Неплавящимся электродом с присадочной проволокой			$s=s_1$	e	g	p		Сварка в нижнем положении за один проход с полным проплавлением нахлестки на съемной подкладке	8.30
					От 1,0 до 1,3	$6^{\pm 1}$	$1{,}2^{\pm 0{,}5}$	$1{,}2^{+0{,}5}$			
					Св. 1,3 до 1,6	$8^{\pm 2}$	$1{,}6^{+1}$	$1{,}6^{+1}$			
16 (Н 2)	1,5—3	То же			s	$s_1\geqslant$	$B\geqslant$	b	k	Сварка в нижнем положении с двух сторон	8.30
					От 1 до 2	1	5	$\frac{0^{+0{,}5}}{0^{+1{,}0}}$	$s+b$		
					Св. 2 до 4		15				
Стыковые											
17	1,6—3	»			$s=s_1$	b	e***	g	p не более	Сварка в вертикальном положении с одной стороны в один слой, сверху вниз	8.30
					От 1,6 до 2,5	0^{+1}	$6^{\pm 1}$	$0{,}8^{\pm 0{,}5}$	2		
					Св. 2,5 до 3,0		$8^{\pm 2}$	$1{,}2^{\pm 0{,}5}$	3	То же, в нижнем и потолочном положениях	
18	3,5—5	»			$s=s_1$	b	e***	g	p не более	Сварка в вертикальном положении в один слой: снизу вверх	8.30
					От 3,5 до 4,5	0^{+1}	$10^{\pm 3}$	4^{+2}	3		
					Св. 4,5 до 5,0		$15^{\pm 3}$	5^{+2}	4	То же, в нижнем и потолочном положениях	

Продолжение табл. 2

Тип соединений*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений		Основные размеры элементов соединений				Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
			перед сваркой	после сварки						
19	4,5—6,5	Неплавящимся электродом с присадочной проволокой			$s=s_1$	b	$e\leqslant$	$g=g_1\leqslant$	Сварка стыковых соединений в вертикальном положении; сварка ведется снизу вверх одновременно с двух сторон двумя сварщиками без вырубки корня шва	8.31
					От 4,5 до 5,5	0^{+1}	14	4,5		
					Св. 5,5 до 6,5		17	5		
20 (С 17)	6—10	То же			$s=s_1$	b	c (пред. откл. ±1)	e / g	Сварка в вертикальном положении ведется с двух сторон попеременно за один проход. С обратной стороны производится проплавление без присадочной проволоки	8.31
					От 4 до 6	0^{+1}	2	$12^{\pm2}$ / $2^{\pm1}$		
					Св. 6 до 8			$14^{\pm2}$		
		Стыковые								
21	8—15	Неплавящимся электродом с присадочной проволокой (или плавящимся электродом)			$s=s_1$	b	$e\leqslant$	$g=g_1\leqslant$	Сварка стыковых соединений в вертикальном положении; сварка ведется снизу вверх одновременно с двух сторон двумя сварщиками без вырубки корня шва	8.31
					От 8 до 10	0^{+1}	18	6		
					Св. 10 до 13		20	6,5		
					Св. 13 до 15		24	7		
22 (С 21)	12—15	То же			$s=s_1$	B	e	e_1 / $g=g\leqslant$	Сварка в вертикальном положении ведется с двух сторон в один слой. Перед сваркой с обратной стороны — вырубка корня шва	8.31
					От 12 до 14	0^{+2}	$22^{\pm3}$	$14^{\pm2}$ / $3^{\pm1}$		
					Св. 14 до 15		$25^{\pm3}$	$14^{\pm2}$ / $3^{\pm1}$		

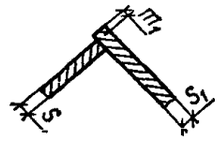
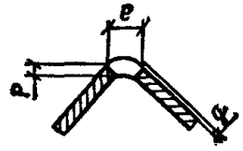
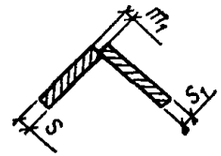
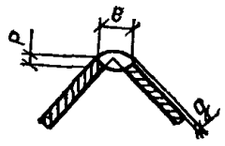
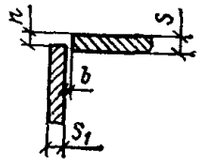
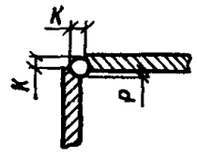
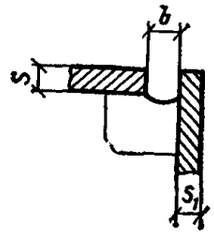
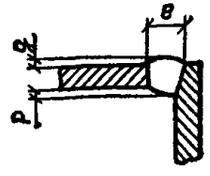
Тип соединения*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений	
			перед сваркой	после сварки
23	3,5—7,5	Неплавящимся электродом с присадочной проволокой		
24	8—15	То же, или плавящимся электродом		
			Стыковые	
25	8—15	Неплавящимся электродом с присадочной проволокой или плавящимся электродом		

Основные размеры элементов соединений					Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
$s = s_1$	b	e	$g <$	$p <$		
3,5	0+1	14	4,5	1,5	Сварка горизонтальными швами на вертикальной плоскости с одной стороны в один или несколько слоев	8.32
6—7,5		17	5,5	2		

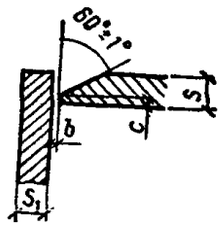
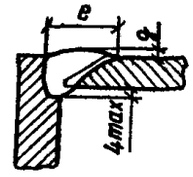
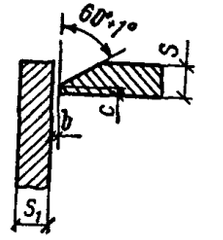
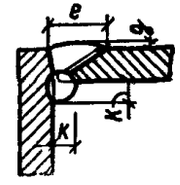
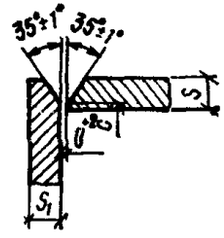
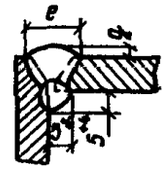
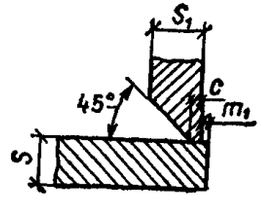
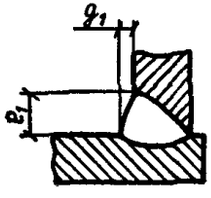
s	s_1	b	$e <$	$g = g_1 <$		
8—9	(1,0—1,2) s	0+2	13	6	То же, с двух сторон в два-три слоя. Вырубка корня шва перед сваркой с обратной стороны	8.32
10—12			15	6,5		
13—15			17	7		

$s = s_1$	b	$e <$	$g <$	$p <$		
8—9	0+2	17	6	2	Сварка труб и закрытых сосудов особого назначения, где требуется высокая плотность и надежность. Сварка ведется с одной стороны в несколько слоев без вырубки с обратной стороны корня шва	8.32
10—12		24	6,5	2,5		
13—15		27	7	3		

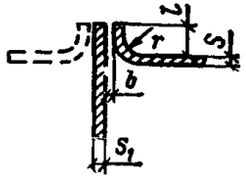
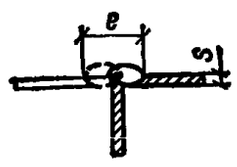
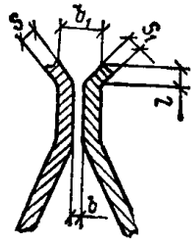
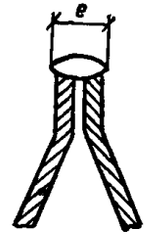
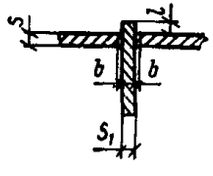
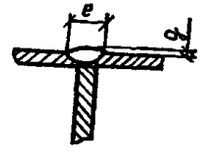
Продолжение табл. 2

Тип соединений*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений		Основные размеры элементов соединений					Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
			перед сваркой	после сварки							
Угловые											
26	1—1,5	Неплавящимся электродом без присадочной проволоки			$s=s_1$	m_1	$e\leqslant$	$g\leqslant$	$p\leqslant$	Сварка углом вперед в нижнем положении. Рекомендуется применение подкладок и прижимов с защитными экранами. Должно быть обеспечено полное проплавление	8.33
					От 1 до 1,5	2,0—3,2	7	2	1		
27	1,6—2,0	То же			$s=s_1$	m_1	$e\leqslant$	$g_1\leqslant$	$p\leqslant$	То же	8.33
					От 1,6 до 2,0	$0^{+0,8}$	6	1	1		
28 (У 4)	2,5—5,0	Неплавящимся электродом с присадочной проволокой			s	$s_1\geqslant$	b	n	k	p не более	»	8.33
					От 1,5 до 3,0	0,75 s	$0^{+0,5}$	От 0,5 s до s	$3+s$	2		
					Св. 3,0 до 5,0		$0^{+1,0}$		$3+s$	3	
Угловые											
29	6—7	То же			s	s_1	b	$e\leqslant$	$g\leqslant$	$p\leqslant$	Сварка углом вперед в нижнем положении с полным проплавлением	8.34
					От 6 до 7	(1—1,2 s)	5	14	2	4	

Продолжение табл. 2

Тип соединений*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений		Основные размеры элементов соединений						Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
			перед сваркой	после сварки	s	$s_1 \geqslant$	b	c	e	g		
30 (У 6)	6—10	Неплавящимся электродом с присадочной проволокой			От 6 до 8	0,5 s	0^{+1}	$2^{\pm1}$	$17^{\pm2}$	$2^{\pm1}$	Сварка углом вперед в нижнем (в два слоя) или вертикальном положении, может потребоваться подогрев. Рекомендуются прижимы с защитными экранами	8.33
					Св. 8 до 10		0^{+2}	$3^{\pm1}$	$20^{\pm2}$			
31 (У 7)	10—12	То же			s	$s_1 \geqslant$	b	k	e	g	Сварка в нижнем (двусторонними швами) или вертикальном положении; может потребоваться подогрев. Рекомендуются прижимы с защитными экранами	8.33
					От 10 до 12	0,5 s	0^{+2}	4^{+4}	$23^{\pm2}$	$2^{\pm1}$		
32 (У 10)	12—14	»			s	$s_1 \geqslant$		c	e	g	Сварка углом вперед в нижнем (в два-три слоя) или вертикальном положении. Может потребоваться подогрев. Рекомендуются прижимы с защитными экранами	8.33
					От 12 до 14	0,7 s		$2^{\pm2}$	$25^{\pm2}$	$2^{\pm1}$		
			Угловые									
33	8—12	Неплавящимся электродом с присадочной проволокой			s	$s_1 \geqslant$	c	m_1	e_1	g_1	Сварка углом назад в нижнем (в три слоя) или в вертикальном положении; может потребоваться подогрев	8.33
					От 8 до 12	0,7 s	2	2	17	$5^{\pm2}$		

Продолжение табл. 2

Тип соединений*	Толщина соединяемых элементов, мм	Способ сварки	Конструктивные элементы соединений		Основные размеры элементов соединений						Основные условия сварки	Пункты Руководства, содержащие требования по технологии сварки
			перед сваркой	после сварки	$s = s_1$	$l_{спр}$	r	b	$e \leq$	$g \leq$		
			Бортовое									
34	0,8—2	Неплавящимся электродом без присадочной проволоки			От 0,8 до 1,2	2,5—3,0	2—3	$0^{+0,5}$	7	0,8	Должно быть обеспечено полное проплавление. Рекомендуются прижимы с защитными экранами	8.33
					Св. 1,2 до 1,6	3,5—4,5	3—4		10	1		
					Св. 1,6 до 2,0	5—6	4—5			1,5		
35	0,8—2	То же			$s = s_1$	b	$b_1 \leq$	l		$e \leq$	**То же**	**8.33**
					0,8—1,0	0,5—1,0	1,0	$1,0^{+0,5}$		6		
					1,2—1,5		1,5	$1,5^{+0,5}$		8		
					1,6—2,0		2,0	$2,0^{+0,5}$				
			Тавровое		s	s_1	b	l	$e \leq$	$g \leq$		
36	0,8—2	»			0,8—1,0	0,7 s	0,5—1,0	(1,5—2) s	6	0,8	Должно быть обеспечено полное проплавление	8.33
					1,2—1,5				8	1		
					1,6—2,0					1,3		

* В столбце 1 в скобках указано обозначение типа соединения по ГОСТ 14806—80.

** Указано обозначение типа соединения по ГОСТ 14776—79.

*** Размер e швов в стыковых соединениях элементов толщиной 0,8—5,0 мм, приведенный в табл. 2, действителен для конструкций I и II групп. В конструкциях III группы эти размеры должны быть на 30% меньше.

ской и полуавтоматической сварки неплавящимся электродом в качестве электрода или присадочной проволоки следует применять сварочную проволоку по ГОСТ 7871—75. Состояние проволоки и предельные значения ее диаметров в зависимости от способа сварки рекомендуется назначать согласно табл. 3. Нормативный расход сварочной

Таблица 3

Способ сварки	Состояние электродной или присадочной проволоки	Рекомендуемые значения диаметров проволоки, мм
Автоматическая плавящимся электродом	Нагартованная	⩽4,0
Полуавтоматическая плавящимся электродом	То же	⩽2,5
Автоматическая и полуавтоматическая неплавящимся электродом с присадочной проволокой	»	⩽2,5
Ручная неплавящимся электродом с присадочной проволокой	Нагартованная или отожженная	1,6—5,6

проволоки для выполнения соединений конкретного типа и размеров можно определять по методике, приведенной в прил. 5.

2.6. Марки сварочных проволок (для основных марок сплавов) рекомендуется выбирать в соответствии с указаниями, приведенными в табл. 4 — для соединения элементов из однородных алюминиевых

Таблица 4

Марки материалов		Общая характеристика свойств сварных соединений, которые обеспечиваются при данном сочетании материалов
основного свариваемого	электродной или присадочной проволоки	
АД1	СвА5 СвА97 СвА85	Высокая стойкость против образования трещин
АМц	СвАМц	То же
АМг2	СвАМг3	Высокая прочность сварных соединений и высокая стойкость против образования трещин
АД31	СвАК5 СвАК10	Высокая стойкость против образования трещин
1915	Св1557	Высокая прочность сварных соединений

Таблица 5

Марки материалов	
основных свариваемых	электродной или присадочной проволок
АД1 + АМц	СвАМц, СвАД1
АД1 + АМг2	СвАМг3
АМц + АМг2	СвАМг3
АМг2 + 1915	СвАМг3, Св1557
АД31 + АМц	СвАК5
АД31 + АМг2	СвМг3

сплавов и в табл. 5 — для соединения элементов из разнородных алюминиевых сплавов.

2.7. Диаметр сварочной проволоки ориентировочно следует выбирать в зависимости от толщины основного свариваемого материала согласно табл. 6.

Таблица 6

Толщина соединяемых элементов, мм	Диаметр (электродной или присадочной) проволоки, мм, для сварки			
	плавящимся электродом		неплавящимся электродом	
	автоматическая	полуавтоматическая	автоматическая	ручная
До 1,5	—	—	1,0—1,6	1,6—2,0
2,0	—	—	2	2
3,0	—	—	2	2,5—3,0
4,0—7,0	1,6—2,0	1,6—2,0	2—2,5	3—4
⩾8,0	2,0—2,5	2,0—2,5	2—2,5	5,6

При сварке неплавящимся электродом с подачей присадочной проволоки ее следует применять диаметром от 1 до 2,5 мм, однако, предпочтение должно отдаваться проволокам большего диаметра.

Использование в качестве присадочного материала полос или прутков некруглого сечения не рекомендуется.

2.8. Проволоку,, поступающую для автоматической или полуавтоматической сварки, следует тщательно осматривать и при выявлении сгибов или царапин на поверхности проволоки ее не следует применять для сварки ответственных конструкций.

2.9. При сварке неплавящимся электродом следует использовать вольфрамовые электроды по ГОСТ 23949—80.

2.10. В зависимости от назначения конструкций следует применять вольфрамовые электроды для сварки:

несущих конструкций (группа III) — марки ЭВЛ (с присадкой окиси лантана) или марки ЭВИ (с присадкой окиси иттрия);

ограждающих конструкций (группы I и II) и конструкций неответственного назначения или временного использования — марки ЭВЧ (чистый вольфрам), а также марок ЭВЛ и ЭВИ.

2.11. Для сварки алюминиевых сплавов не рекомендуется применять вольфрамовые электроды с присадкой двуокиси тория (марки ЭВТ-15).

2.12. Диаметр вольфрамового электрода данной марки следует выбирать согласно табл. 7 в зависимости от значений переменного тока, при которых он будет работать. Минимально допустимый для выбранного диаметра вольфрамового электрода сварочный ток определяется стабильностью горения дуги и сохранением неизменной сферической формы конца электрода из чистого вольфрама и плоской разогретой поверхности активированного (лантанированного или иттрированного) электрода. Образование сплошной капли расплавленного вольфрама не допускается. В случае образования сплошной капли расплавленного вольфрама оплавленную часть электрода необходимо удалить на шлифовальном круге.

Таблица 7

Диаметр вольфрамового электрода, мм	Области значений сварочного тока*, А		
	Марка вольфрамовых электродов		
	ЭВИ	ЭВЛ	ЭВЧ
1	—	—	20—60
2	—	—	20—60
3	—	—	30—110
4	300—350	200—220	110—150
6	410—480	300—340	140—280
8	520—620	450—500	280—450
10	650—750	600—650	450—650

* Без учета составляющей постоянного тока, величина которой может достигать 10% значения переменного тока.

Нормативы расхода вольфрамовых электродов приведены в прил. 6 (табл. 1 и 2).

2.13. В качестве защитного газа для аргонодуговой сварки алюминия и его сплавов следует применять аргон газообразный по ГОСТ 10157—79 высшего и 1-го сорта, данные о котором приведены в прил. 7. Нормативы расхода аргона приведены в прил. 8.

2.14. Рабочее давление аргона в процессе сварки следует выдерживать равным 0,01—0,03 МПа (0,1—0,3 атм).

3. ОБОРУДОВАНИЕ И КОМПОНОВКА СВАРОЧНЫХ ПОСТОВ

3.1. Для сварки соединений элементов алюминиевых конструкций следует применять специализированное или общего назначения сварочное оборудование, серийно выпускаемое электротехнической промышленностью.

Допускается применение оборудования, изготавливаемого для своих нужд предприятиями отдельных ведомств, технические характеристики которого позволяют соблюдать технологию сварки в соответствии с требованиями настоящего Руководства.

3.2. Для механизированных способов сварки (автоматической и полуавтоматической) рекомендуется использовать специализированное оборудование.

Для ручной сварки неплавящимся электродом, помимо специализированного оборудования, допускается применение оборудования общего назначения.

3.3. При применении для сварки соединений элементов алюминиевых конструкций специализированного или общего назначения сварочного оборудования, как правило, используются серийно выпускаемые источники питания дуги общего назначения (выпрямители, преобразователи, трансформаторы и др.).

3.4. Сварочные посты для аргонодуговой сварки элементов алюминиевых конструкций могут быть выполнены:

постоянными — специально оборудованными в цехах заводов или мастерских;

временными — организуемыми при монтаже строящихся зданий и сооружений.

3.5. Сварка в заводских условиях или на строительно-монтажной площадке должна производиться с помощью комплекта технологически связанного между собой оборудования — сварочного поста (нормокомплекта).

Сварочный пост должен включать:

а) источник питания и для механизированных процессов сварки — автомат или полуавтомат со шкафом управления и приборами регулирования и измерений, а для ручной — сварочную горелку;

б) устройство для возбуждения и стабилизации дуги — устройство поджига дуги или осциллятор (для постов сварки неплавящимся электродом, комплектуемых из оборудования общего назначения);

в) устройство для подавления составляющей постоянного тока (для сварки неплавящимся электродом, комплектуемых из оборудования общего назначения);

г) газовую аппаратуру — редуктор с манометром, ротаметр и др., а также баллон с аргоном.

Перечень сварочного оборудования, которое должно входить в состав сварочных постов приведен в табл. 8.

Таблица 8

Способы сварки	Сварочное оборудование			
	Сварочная аппаратура		Источники питания	
	наименование	технические данные (прил. 2)	наименование	технические данные (прил. 2)
Автоматическая плавящимся электродом	Автоматы тракторного типа, сварочные головки и др.	Табл. 1	Выпрямители Преобразователи, агрегаты и генераторы	Табл. 6 Табл. 8 и 9
Автоматическая импульсно-дуговая плавящимся электродом	То же	То же	Выпрямители импульсного режима работы Генераторы импульсов	Табл. 7 Табл. 10
Автоматическая неплавящимся электродом (с присадочной проволокой или без нее)	Автоматы с подачей присадочной проволоки	Табл. 2	Трансформаторы	Табл. 11
Полуавтоматическая плавящимся электродом	Полуавтоматы	Табл. 3	Выпрямители Преобразователи, агрегаты и генераторы	Табл. 6 Табл. 8 и 9
Полуавтоматическая импульсно-дуговая плавящимся электродом	То же	То же	Выпрямители импульсного режима работы Генераторы импульсов	Табл. 7 Табл. 10

Продолжение табл. 8

Способы сварки	Сварочное оборудование			
	Сварочная аппаратура		Источники питания	
	наименование	технические данные (прил. 2)	наименование	технические данные (прил. 2)
Полуавтоматическая точечная плавящимся электродом	Модернизированные полуавтоматы	Табл. 3	Выпрямители Преобразователи, агрегаты и генераторы	Табл. 6 Табл. 8 и 9
Полуавтоматическая неплавящимся электродом с присадочной проволокой	Полуавтоматы с подачей присадочной проволоки	Табл. 4	Трансформаторы	Табл. 11
Ручная неплавящимся электродом (с присадочным материалом или без него)	Специализированное оборудование (установки)	Табл. 5	То же	То же

Примечание. Перечень и технические характеристики осцилляторов, устройства поджига дуги и газовой аппаратуры приведены в прил. 2, табл. 12—15.

3.6. Сварочные посты для сварки малогабаритных конструкций в заводских условиях следует компоновать из стационарного оборудования специализированного или общего назначения.

Для автоматической сварки крупногабаритных неподвижных в процессе сварки конструкций, должны применяться самоходные сварочные автоматы типа «Трактор». Технические характеристики сварочных автоматов приведены в прил. 2, табл. 1.

3.7. Для полуавтоматической аргонодуговой сварки крупногабаритных неподвижных в процессе сварки конструкций в заводских условиях должно быть обеспечено перемещение аппаратного шкафа полуавтомата, что достигается, например, расположением этого шкафа на конце радиальной консоли или установкой на шкафе управления роликовой подвески для перемещения по направляющим.

3.8. Оборудование сварочного поста для сварки на строительно-монтажной площадке следует размещать в металлических кабинах-контейнерах, которые можно перевозить автотранспортом, а в пределах здания переносить краном по мере передвижения фронта сварочных работ. На время транспортировки или переноски краном силовой кабель должен быть отключен от кабины. Кабины могут содержать оборудование для работы одного сварщика (однопостовые) или нескольких (многопостовые). Они должны обеспечивать защиту от атмосферных осадков, а также сохранность оборудования, устройств, приспособлений, инструмента и материалов сварочного поста.

3.9. Схемы компоновки поста для автоматической или полуавтоматической сварки плавящимся электродом и поста импульсно-дуговой сварки приведены в прил. 3, рис. 1 и 2.

3.10. Для точечной (АДТС) сварки в схему управления серийно выпускаемых полуавтоматов должны быть внесены изменения, обеспечивающие осуществление заданного сварочного цикла. Описание модернизированной электрической схемы полуавтомата типа ПШП-10, взаимодействие ее элементов и циклограмма процесса приведены в прил. 4, рис. 1, 2 и 3.

3.11. Схема поста для сварки неплавящимся электродом приведена в прил. 3, рис. 3.

3.12. Перед началом работы сварщик должен проверить плотность всех соединений газовых коммуникаций сварочного поста и при выявлении неплотностей устранить их.

3.13. После перерыва в работе более 1 сут необходимо перед началом сварки продуть аргоном шланги, горелку, выпуская струю аргона при нормальном для сварки расходе в течение 1—2 мин.

3.14. В процессе сварки должна производиться периодическая очистка от брызг металла внутренней и торцовой поверхности сопел, мундштуков, контактных втулок, цанг и других элементов горелок, загрязнение которых может препятствовать нормальному истечению аргона или движению электродной проволоки.

3.15. Для обеспечения эффективной газовой защиты зоны сварки следует следить за состоянием сопла, не допуская обгорания его кромок, а в случае обгорания следует производить заточку сопла или его замену.

3.16. Перед работой на установках для автоматической или полуавтоматической сварки должны быть тщательно очищены от жировых и других загрязнений механизм подачи, барабан и направляющие электродной проволоки.

4. ПОДГОТОВКА К СБОРКЕ И СВАРКЕ

4.1. Полуфабрикаты из алюминиевых сплавов, а также сварочная проволока должны быть расконсервированы. Жировой слой следует удалить протиранием поверхности листов, плит, профилей и прутков древесными опилками и смыванием горячей водой с поверхности проволоки. Затем поверхности металла следует протереть салфетками, смоченными в одном из следующих растворителей: бензине (ГОСТ 1012—72* и 3134—78*), ацетоне техническом (ГОСТ 2768—79), ацетоновой или авиационной смывке марки РС-1 или РС-2, уайт-спирите (ГОСТ 3134—78*).

4.2. Разметка алюминиевых полуфабрикатов должна производиться при помощи краски или карандашом. Линии отрезки допускается размечать керном или чертилкой.

4.3. Перед гибкой листовых заготовок на гибочных вальцах поверхности валков должны быть очищены от загрязнений.

4.4. Доводка кромок элементов до требуемого радиуса должна производиться на прессе или вручную деревянными молотками.

4.5. Черновая резка заготовок и обработка кромок под сварку может выполняться плазменной дугой. Допускается резка на гильотинных ножницах или пилах.

4.6. Стол гильотинных ножниц перед резкой алюминиевых листовых заготовок должен быть очищен от стружки или других посторонних предметов.

4.7. Кромки элементов после резки на ножницах или пиле, а также после плазменной резки при необходимости должны обрабатываться строжкой или фрезерованием.

4.8. При плазменно-дуговой резке термически упрочненных сплавов, предназначенных для несущих конструкций, зона термического влияния (расположенная рядом с кромкой реза) должна быть удалена строжкой или фрезерованием.

4.9. С поверхностей элементов вблизи свариваемых кромок так же, как и с самих кромок, должен быть удален слой технологической плакировки или другой специальный защитный слой (оксидированный, анодированный и др.). Лакокрасочные покрытия также должны быть удалены. Ширина зоны очистки, считая от кромки элемента или от

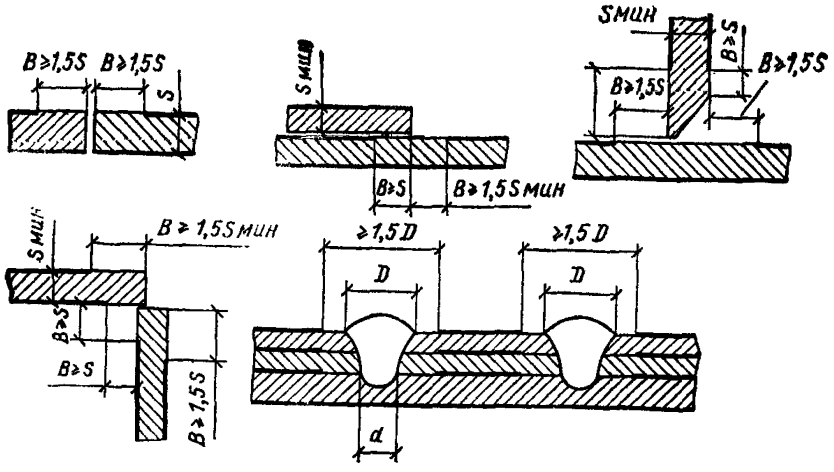


Рис. 1. Зоны (В) зачистки элементов

наружной грани разделки элемента, должна составлять 1,5s (где s — толщина элемента у места сварки), но не менее 10 мм (рис. 1).

Очистке подлежат поверхности только наружной стороны соединения любого типа, кроме нахлесточных соединений. Наружная поверхность нижнего элемента нахлесточного соединения также должна быть очищена симметрично по обе стороны от кромки верхнего элемента. Нижняя поверхность верхнего элемента должна быть очищена на расстоянии от кромки элемента, равном толщине верхнего элемента.

4.10. На всех проплавляемых поверхностях элементов, подлежащих соединению аргонодуговой точечной сваркой, в местах постановки точек должны быть очищены круговые участки диаметром, равным 1,5 наружного диаметра сварной точки (см. рис. 1).

4.11. Толщина пленки окислов, постоянно покрывающей поверхности алюминиевых полуфабрикатов, должна быть перед сваркой сведена к минимуму. Для этой цели надлежит использовать химическую или механическую обработку. Наиболее рациональна химическая обработка поверхности элементов.

4.12. Проволоку электродную и присадочную во всех случаях следует подвергать химической обработке.

Бухта проволоки перед травлением должна быть разделена на мотки массой до 5 кг. Мотки проволоки перед опусканием их в ванну надлежит развязать. На всех этапах химической обработки, согласно п. 4.16, мотки проволоки должны находиться в вертикальном положении и периодически встряхиваться; витки мотка не должны касаться друг друга.

4.13. Крупногабаритные элементы, которые невозможно подвергнуть химической обработке, в местах будущей сварки и вблизи их,

на расстоянии до 25 мм от свариваемых кромок, непосредственно перед сваркой должны быть подвергнуты механической зачистке по предварительно обезжиренной (в зоне шириной до 50 мм от свариваемых кромок) поверхности.

После механической зачистки поверхность указанной выше зоны должна быть повторно обезжирена.

4.14. Механическую зачистку поверхностей вблизи мест сварки и кромок следует выполнять стальными дисковыми щетками из нержавеющей стальной проволоки диаметром 0,1—0,15 мм и длиной ворса не менее 10 мм. Щетки должны быть чистыми и обезжиренными.

4.15. Производить зачистку поверхностей и кромок свариваемых элементов абразивами, шлифовальной шкуркой, а также выполнять пескоструйную или дробеструйную их обработку не допускается.

4.16. Поверхности элементов и сварочной проволоки должны подвергаться следующей химической обработке (после удаления слоя жира и протирания салфетками согласно п. 4.1).

А. ЭЛЕМЕНТЫ ИЗ СПЛАВОВ, ПРЕДУСМОТРЕННЫХ П. 2.1 (КРОМЕ АМцМ) И ПРОВОЛОКА ДЛЯ ИХ СВАРКИ

1. Обезжирить обработкой в течение 5—8 мин в щелочном растворе: тринатрийфосфат Na_3PO_4 — 35—50 г; углекислая сода Na_2CO_3 — 35—50 г; жидкое стекло Na_2SiO_3 — 30 г; вода — 1000 см³ (температура раствора 60—70° С).
2. Промыть в горячей воде (температура воды 50—60° С).
3. Травить в течение 1 мин в 5—4%-ном растворе едкого натра NaOH — (температура раствора 60—70° С).
4. Промыть в теплой воде (температура воды 20—25° С).
5. Осветлить в течение 2—5 мин в 15%-ном водном растворе азотной кислоты HNO_3 (температура раствора 60—70° С).
6. Промыть в горячей воде (температура воды 50—60° С).
7. Промыть в холодной проточной воде.
8. Сушить в течение 10 мин в сушильном шкафу при температуре 100—110° С *.

Б. ЭЛЕМЕНТЫ ИЗ СПЛАВА АМцМ И ПРОВОЛОКА СвАМц

1. Обезжирить обработкой в течение 5—8 мин в щелочном растворе: тринатрийфосфат Na_3PO_4 — 50 г; углекислая сода Na_2CO_3 — 50 г; жидкое стекло Na_2SiO_3 — 30 г; вода — 1000 см³ (температура раствора 60—70° С).

---

* Целесообразно заменять сушку в сушильном шкафу обезвоживанием путем протирания осушаемых поверхностей салфетками, смоченными метиловым спиртом (ГОСТ 2222—78Е). При такой обработке удаляются осадки минеральных солей, растворенных в воде.

2. Промыть в теплой воде (температура воды 30° С).
3. Промыть в холодной проточной воде.
4. Травить в течение 10 мин в растворе: ортофосфорная кислота H_3PO_4 — 250 см³; хромпик калиевый $K_2Cr_2O_7$ — 5 г; вода — 1 000 см³ (температура воды 45° С).
5. Промыть в холодной проточной воде.
6 Сушить на воздухе при нормальной температуре до полного удаления влаги.

Примечания: 1. При появлении на поверхностях химических растворов жира или грязи их необходимо удалять. Концентрация травильного щелочного раствора свежеприготовленной ванны должна составлять 2—5%. При снижении концентрации щелочи до 0,5% раствор подлежит обновлению.

2. При промывании в воде поверхности элементов и проволоки следует протирать чистыми волосяными щетками, заканчивая промывание обтиранием сухой чистой салфеткой (ветошью).

4.17. При недостаточном удалении жира с поверхности сварочной проволоки реакция в щелочном растворе при химической обработке (см. п. 4.16) замедляется, травление не завершается и после этого этапа химической обработки на проволоке остаются загрязнения или участки неразрушенной пленки окиси алюминия, имеющие темный или желтый оттенок. В таких случаях химическую обработку проволоки следует повторить до достижения равномерной серебристо-матовой поверхности.

4.18. Сварочная проволока, подвергшаяся химической обработке, должна быть намотана на катушки, которые надлежит упаковать. Упаковка должна гарантировать защиту сварочной проволоки от загрязнения поверхности и попадания на нее влаги. На рабочие посты сварочные материалы должны подаваться в количествах, не превышающих односменной потребности.

4.19. Не допускается применять для сварки плавящимся электродом проволоку, хранившуюся после химической обработки более 1 сут. Для сварки неплавящимся электродом не разрешается применять сварочную проволоку или присадочные прутки, хранившиеся после химической очистки более 3 сут.

4.20. Если сварочная проволока не использована в течение указанного срока, процесс ее химической обработки, согласно п. 4.16, должен быть повторен без предварительного обезжиривания.

Примечание. Допускается двухкратная повторная химическая обработка поверхности.

4.21. Срок хранения в цехе элементов, подвергшихся химической очистке, не должен превышать 3 сут. Срок хранения элементов после механической зачистки и обезжиривания свариваемых кромок не должен превышать 3 ч.

4.22. Обработанные элементы и проволока должны храниться в сухом и чистом помещении. Упакованные сварочную проволоку и

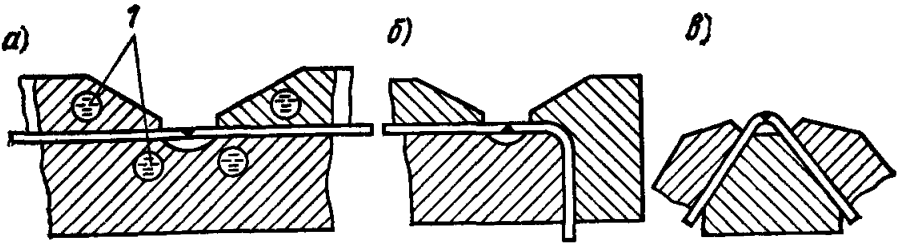


Рис. 2. Конструкции подкладок и прижимных устройств

а — с водяным охлаждением для сварки стыковых соединений; *б* — без искусственного охлаждения для сварки встык; *в* — то же, для угловых соединений; *1* — каналы водяного охлаждения

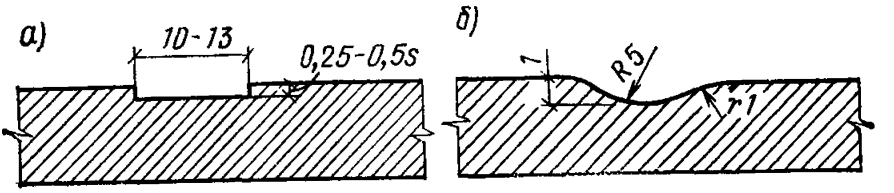


Рис. 3. Ориентировочные размеры и формы канавок в съемных подкладках для сварки стыковых соединений алюминиевых элементов толщиной до 3 мм

а — неплавящимся; *б* — плавящимся электродом.

присадочные материалы надлежит хранить в закрытых шкафах или специальных закрытых ящиках.

4.23. Не допускается прикасаться пальцами к свариваемым кромкам или проволоке после их очистки.

Оператор, занимающийся упаковкой или транспортировкой очищенных сварочной проволоки или присадочных материалов, должен работать в чистых и сухих перчатках (рукавицах).

4.24. Вне зависимости от конструкции соединения в тех случаях, когда это возможно, надлежит производить сборку и сварку их (в особенности стыковых) на подкладках, снабженных канавками в местах соединения свариваемых элементов (рис. 2). Ширина канавки должна быть равной двух-трехкратной толщине свариваемых элементов, а глубина — половине их толщины. Рекомендуемые форма и размеры канавок в подкладках, в зависимости от конфигурации и толщины свариваемых элементов, приведены на рис. 2 и 3.

4.25. Наиболее рациональны удаляемые подкладки, хотя в отдельных случаях, оговариваемых в проекте, допустимы и остающиеся подкладки.

4.26. В качестве материала для удаляемых подкладок должна применяться нержавеющая сталь. Сварку термически упрочненных алюминиевых сплавов, а также сплавов, чувствительных к нагреву при сварке, следует производить на медных подкладках. Подкладки, а также прижимные элементы должны быть снабжены каналами для

водяного охлаждения в процессе сварки (см. рис. 2). Для сварки при больших токах, в особенности плавящимся электродом, применение медных подкладок без искусственного охлаждения недопустимо.

4.27. Размеры поперечного сечения медных подкладок для сварки элементов толщиной $\leqslant 3$ мм должны быть не менее 25×75 мм (где 25 мм — толщина подкладки).

4.28. Для сварки неплавящимся электродом стыковых соединений элементов толщиной $\leqslant 3$ мм канавки в подкладках следует выполнять с прямыми углами без скруглений. Для сварки таких же элементов плавящимся электродом углы канавок в подкладках должны быть скруглены.

5. СБОРКА ЭЛЕМЕНТОВ АЛЮМИНИЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

5.1. В заводских условиях сборку подготовленных, согласно требованиям разд. 4, элементов конструкций рекомендуется производить в сборочно-сварочных кондукторах с зажимами, обеспечивающими быстрое и надежное закрепление элементов. Применять сборочно-сварочные кондукторы следует вне зависимости от способов сварки (см. разд. 1 Руководства) и степени механизации.

5.2. Кондукторы для сборки и сварки должны обеспечивать плотное примыкание кромок свариваемых элементов и точную сборку деталей.

Для сборки элементов толщиной 0,8—2 мм сборочные кондукторы должны снабжаться клавишными прижимами, располагаемыми на расстоянии 6—8 мм от осевой линии стыка. Для предупреждения смещения в процессе сварки кромок свариваемых элементов усилие их прижатия к основанию или к фиксаторам кондуктора должно составлять на 1 см длины соединения 100 Н (10 кгс) при толщине соединяемых элементов до 4 мм включительно и 300 Н (30 кгс) при большей их толщине.

5.3. В сборочно-сварочных кондукторах, рассчитанных на длительную эксплуатацию, например, для крупносерийного или поточного производства, опоры и прижимные элементы должны изготовляться из немагнитных материалов или покрываться такими материалами.

5.4. Сборочно-сварочный кондуктор должен обеспечить свободный доступ к местам сварки, с учетом особенностей используемого способа сварки и габаритов горелки.

5.5. При применении поворотных кондукторов высота их должна быть такой, чтобы при сварке конструкций стоящий рабочий-сварщик находился в удобном для него положении.

5.6. При использовании кондукторов должны обеспечиваться: усадка швов в процессе сварки толстостенных ($s>10$ мм) элементов; возможность вести сварку шва непрерывно (при сварке элементов из термически упрочняемых сплавов это требование обязательно); отсут-

ствие пересечений линии шва фиксаторами и зажимами; хорошая обозримость участков шва, подлежащих сварке. После наложения прихваток или коротких швов зажимы кондуктора, препятствующие усадке толстостенных элементов, нужно освобождать.

5.7. Величины усадки должны быть определены экспериментальным путем при сварке первых опытных конструкций.

5.8. Разбивку конструкций на операционные узлы следует производить с таким расчетом, чтобы их сборку и сварку в кондукторах можно было выполнять отдельно. Затем в общем сборочно-сварочном кондукторе должна быть выполнена общая сборка и сварка конструкции из ранее сваренных и выпрямленных операционных узлов.

5.9. Сборочно-сварочные кондукторы, предназначенные для механизированных процессов сварки, должны обеспечивать горизонтальное расположение стыковых швов и положение угловых швов «в лодочку».

5.10. Для сварки в кондукторах, где не все элементы конструкции зафиксированы или закреплены, либо при сварке без кондукторов соединяемые элементы должны фиксироваться и закрепляться с помощью прихваток. Длину прихваток и расстояние между ними, в зависимости от толщины соединяемых элементов, следует выбирать согласно табл. 9.

Таблица 9

Толщина соединяемых элементов, мм	Длина прихваток, мм	Расстояние между прихватками, мм
2— 4,5	20— 25	100—150
5— 8	30— 35	150—200
10—16	40— 50	200—250
18—20	60— 80	250—300
25—30	70—100	300—400
40—50	80—120	350—450

5.11. Зазоры между свариваемыми встык элементами должны быть по возможности минимальными из приведенных в табл. 2.

5.12. Толщина прихваток должна быть такой, чтобы их можно было при последующей сварке переплавить.

При толщине соединяемых элементов до 3 мм прихватка должна выполняться с полным проплавлением металла на всю толщину.

5.13. Прихватки следует выполнять неплавящимся электродом, вне зависимости от намечаемого способа сварки конструкции.

5.14. Диаметры электрода и присадочной проволоки, применяемых для прихватки, должны быть такими же, как и для сварки; сварочный ток должен быть на 10% больше, чем для сварки.

5.15. Прихватки следует выполнять, располагая их поочередно от середины соединения к краям, при этом крайние прихватки должны размещаться не ближе 20 мм от края.

5.16. Не следует располагать прихватки вблизи отверстий, в местах пересечения стыковых швов или в углах, образованных пересечением трех элементов.

5.17. Прихватки в угловых или нахлесточных соединениях элементов толщиной до 10 мм должны выполняться неплавящимся электродом путем расплавления кромок без присадочного материала. Прихватки угловых, нахлесточных и тавровых соединений элементов толщиной более 10 мм должны выполняться полуавтоматической сваркой неплавящимся электродом.

5.18. Прихватки в стыковых соединениях с многослойными швами надлежит располагать со стороны обратной наплавке первого слоя шва. Перед наплавкой шва со стороны прихваток последние надлежит удалить, а места их расположения зачистить и обезжирить.

5.19. Перед сваркой прихватки следует зачистить от загрязнений и обезжирить. Прихватки с порами, трещинами, либо другими дефектами должны быть удалены и выполнены вновь.

6. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ

6.1. Перед зажиганием дуги следует продуть аргоном шланги, сварочную головку, сварочный пистолет или горелку в течение 5—10 с. Выключение подачи струи аргона по окончании горения дуги следует производить также через определенный промежуток времени (см. пп. 7.3 и 8.22).

Расход аргона при его предварительном и заключительном продувании должен быть таким же, как при сварке заданного типа соединения.

6.2. Сварку стыковых и угловых швов следует выполнять «углом вперед».

6.3. Тавровые и угловые швы в нижнем положении следует, как правило, выполнять «в лодочку». Допускается сварка таких швов в обычном положении.

6.4. Сварку соединений различных типов в одной конструкции нужно выполнять в последовательности: стыковые соединения листов или полос; тавровые соединения листов или полос; стыковые соединения уголков или ребер жесткости; соединения уголков жесткости с плоскими поверхностями.

6.5. Начало и окончание продольных швов в алюминиевых конструкциях должны осуществляться на вспомогательных выводных планках, размеры которых (в пределах 100×100 мм) должны быть уточнены при разработке технологического процесса. Выводные планки в начале и конце шва следует собирать с элементами конструкции на прихватках или закреплять их при помощи сборочно-сварочного кондуктора без наложения прихваток.

После окончания сварки шва выводные планки необходимо удалить и зачистить торцы сварного соединения заподлицо с основным металлом.

6.6. При окончании выполнения шва кратер должен быть выведен на выводную планку или на ранее законченный участок шва и заварен путем заполнения электродным или присадочным металлом при неподвижной горелке.

Вывод шва на основной металл не допускается.

6.7. При наличии в конструкции сварных швов различной протяженности и разного сечения следует соблюдать такую очередность:

сначала накладывать более длинные швы и большего сечения, затем более короткие швы и меньшего сечения;

при сварке двух близко расположенных швов второй шов накладывать после остывания первого.

6.8. При изготовлении конструкций, в которых предусмотрены смешанные способы соединений элементов (сварка и клепка), сначала должны выполняться все сварочные работы. Клепка должна выполняться после окончания сварки всех видов.

6.9. Если для изготовления конструкции предусмотрено применение нескольких видов сварки, в первую очередь должна быть выполнена контактная стыковая, затем дуговая и, наконец, контактная точечная (или роликовая) сварка.

6.10. Допускается выполнение одной конструкции (и даже одного соединения) различными способами аргонодуговой сварки как плавящимся, так и неплавящимся электродом.

6.11. При сварке или прихватке элементов толщиной 10 мм и более (для сварки неплавящимся электродом) и толщиной 16 мм и более (для сварки плавящимся электродом) допускается применять сопутствующий подогрев до температур:

300—350° С — для элементов из алюминия марки АД1М,

200—250° С — для элементов из сплава АМцМ,

и 100° С — для элементов из сплава АМг2М, АД31Т, 1915Т.

6.12. Во всех случаях, где это возможно, нужно заваривать корень шва с обратной стороны соединения, используя для этой цели сварку *неплавящимся электродом. Перед сваркой с обратной стороны* нужно устранить на проплавленных насквозь участках провисающий металл и прострогать (или вырубить) корень шва до зоны надежного сплавления.

6.13. Стыковые соединения элементов толщиной более 10 мм со скосами кромок, а также нахлесточные или угловые соединения элементов толщиной 12 мм и более следует выполнять многослойными швами. Многослойные швы нужно накладывать неширокими протяженными слоями.

6.14. При многослойной (многопроходной) сварке поверхность каждого предыдущего слоя должна быть зачищена стальной дисковой щеткой и обезжирена. Также должна проводиться зачистка поверхности шва в месте случайного обрыва дуги и перед выполнением подварочного шва с обратной стороны соединения.

6.15. После вынужденного обрыва дуги до полного окончания шва, сварку нужно начинать не в месте обрыва дуги, а на расстоянии около трех толщин свариваемых элементов (но не менее 25—40 мм) до места обрыва. Шов следует начинать между двумя прихватками. В местах повторной переплавки шва или прихватки не допускаются местные увеличения усиления шва. Для предупреждения таких усилений переплавка должна осуществляться путем расплавления ранее наложенных участков шва или прихваток.

6.16. Оставшуюся приваренной в металле шва электродную или присадочную проволоку следует удалять механическими способами.

6.17. В процессе сварки конструкции не допускается подвергать ее ударным воздействиям (ударам молотка, пневматического зубила и т. д.).

6.18. При сварке емкостей в первую очередь следует сваривать продольные соединения обечаек, а затем кольцевые соединения.

6.19. При окончании сварки кольцевых швов следует перекрыть начало шва на длину 15—70 мм.

6.20. Для сварки на поворотных устройствах цилиндрических конструкций малых диаметров сварочную головку следует смещать на 15—20° в сторону, противоположную вращению свариваемой конструкции.

7. ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

7.1. Для соединений элементов алюминиевых строительных конструкций следует применять однодуговую сварку плавящимся электродом с использованием постоянного тока обратной полярности.

7.2. Сваркой плавящимся электродом можно выполнять соединения алюминиевых элементов во всех пространственных положениях, однако следует учитывать, что наилучшее качество и наибольшая производительность обеспечиваются при сварке в нижнем положении.

7.3. В процессе сварки электродная проволока, электрическая дуга и ванна расплавленного металла должны быть защищены от окружающей атмосферы струей аргона, поступающей из сопла сварочной горелки.

Подачу аргона в зону сварочной дуги следует производить за 3—5 с до возбуждения дуги, а прекращение — через 5—7 с после окончания сварки или обрыва дуги.

7.4. При сварке плавящимся электродом ось сварочной горелки должна находиться в одной вертикальной плоскости с линией стыка свариваемых кромок.

7.5. Сварку плавящимся электродом следует осуществлять «углом вперед» с наклоном сварочной горелки к изделию в 75—80° (прил. 3, рис. 4).

Зажигание дуги осуществлять касанием поверхности свариваемых кромок торцом электродной проволоки.

7.6. В процессе сварки нельзя допускать коротких замыканий электродной проволоки на поверхность ванны расплавленного металла или свариваемого элемента, так как при этом жидкий металл выплескивается и в шве образуются поры. В таких случаях сварку следует прекратить, поверхность металла зачистить и дефектный участок вырубить. Конец электродной проволоки нужно отрезать (отделить кусачками); последнее следует делать перед каждым зажиганием дуги.

7.7. Должны быть обеспечены хорошие контакты между мундштуком и электродной проволокой и исключены условия, вызывающие внезапное торможение электродной проволоки, например сгибы проволоки, загрязнения ее поверхности или мундштука.

7.8. Сварку плавящимся электродом стыковых соединений элементов без скоса кромок толщиной до 8 мм, собранных без зазора и толщиной до 12 мм, собранных с зазором, следует выполнять на подкладках.

7.9. При полуавтоматической сварке плавящимся электродом нахлесточных соединений алюминиевых элементов толщиной 4 мм и более в вертикальном положении швы должны накладываться снизу вверх; так же следует выполнять вертикальные швы стыковых соединений элементов толщиной 12 мм и более.

7.10. Полуавтоматическая точечная сварка должна выполняться при расположении элементов в плоскости горизонтальной или наклоненной к горизонтали не более 25°. Перед началом точечной сварки опорное сопло свариваемого пистолета должно быть расположено под углом 90° и плотно прижато к поверхности верхнего элемента, а этот элемент — прижат к нижнему с устранением (по возможности) зазоров между ними.

7.11. Точечную сварку надлежит выполнять по следующему циклу (прил. 4, рис. 3): включение контактора и одновременная подача сварочной проволоки с малой скоростью; возбуждение дуги при касании свариваемого элемента проволокой; сварка при увеличенной скорости подачи проволоки; горение слаботочной дуги; прекращение цикла сварки.

РЕЖИМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ

7.12. Режимы автоматической сварки плавящимся электродом назначают в зависимости от толщины свариваемого металла (S), типа соединения (по табл. 2 настоящего Руководства) и положения шва в пространстве.

7.13. В приведенных ниже таблицах, с данными ориентировочных режимов, приняты следующие обозначения основных параметров режима сварки: $d_э$ — диаметр электродной проволоки; $I_{св}$ — сварочный ток; $U_д$ — напряжение дуги; $v_{пр}$ — скорость подачи проволоки; $v_{св}$ — скорость сварки; Q — расход аргона.

7.14. При автоматической импульсно-дуговой сварке плавящимся

Таблица 10

Диаметр электродной проволоки, мм	Оптимальные величины		
	сварочного тока, А	напряжения дуги, В, при сварке на	
		автомате	полуавтомате
0,8	170	—	22—23
1,25	220	—	24—25
1,6	260	24—25	25—26
2	300	24—25	27—28
2,5	330	24—26	27—29
3,15	370	24—26	—
4	400	25—27	—

электродом дополнительным параметром режима является частота импульсов тока — f. При этом приводится среднее значение $I_{св}$ (суммарное действие базового тока и тока импульсов).

7.15. В зависимости от диаметра электродной проволоки выбор оптимальных значений силы сварочного тока и напряжения дуги можно осуществлять пользуясь данными, приведенными в табл. 10.

7.16. Определение расхода аргона с учетом размера внутреннего диаметра сопла горелки (d_c), можно производить, пользуясь графиком (заштрихованная область), рассчитанным для конструкции сопла, изображенной на рис. 4.

Следует учитывать, что для других конструкций сопла горелки характер указанной на рис. 4, *а* зависимости подлежит уточнению.

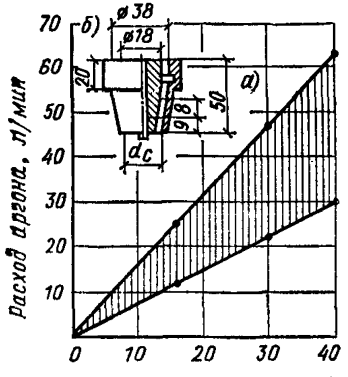


Рис. 4. График зависимости оптимальных расходов аргона от внутреннего диаметра d_c сопла

а — область оптимальных расходов аргона; *б* — конструкция сопла.

7.17. Форму и размеры выходного отверстия сопла горелки рекомендуется выбирать, пользуясь данными табл. 11.

7.18. Расстояние h_c от торца сопла до конца электродной проволоки должно составлять 6—10 мм, а свободный вылет электродной проволоки — 10—16 мин (рис. 4, прил. 3).

7.19. Для каждой конкретной конструкции и определенного сварочного поста режимы должны быть уточнены путем сварки технологических проб.

7.20. Настройку элементов сварочного поста на необходимый режим надлежит производить в два этапа: на первом этапе вы-

брать скорость подачи электродной проволоки, настроив механизм подачи проволоки;

установить устойчивое горение дуги, регулируя источник питания;

на втором этапе произвести пробную сварку образца, по результатам которой выполнить дополнительную регулировку скорости подачи проволоки и напряжения дуги. После дополнительной регулировки можно производить сварку конструкций.

Таблица 11

Форма выходного отверстия сопла сварочной горелки	Размеры, мм, электродной проволоки или электрода и выходного отверстия сопла для сварки			
	плавящимся электродом		неплавящимся электродом	
	диаметр электродной проволоки $d_э$	диаметр выходного отверстия сопла $d_с$	диаметр электрода $d_э$	диаметр выходного отверстия сопла $d_с$
	1—1,6	12—14	До 1	6—8
			1—3	6—12
			3—5	12—16
	2—2,5	16—18	5—8	16—20
			8—10	20—28

Таблица 12

s, мм	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$v_{пр}$, м/ч	$v_{св}$, м/ч	$U_д$, В	Q, л/мин
4	1,2—1,4	110—150	210—230	30—35	16—20	14—16
6	1,4—1,6	230—300	260—300	26—29	21—24	19—21
8	1,6—2,0	310—280	280—330	22—24	23—27	23—26

Таблица 13

s, мм	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	f, 1/с	$v_{св}$, м/ч	Q, л/мин
4	1,4—1,6	130—150	17—19	50	20—25	10—12
5	1,4—1,6	140—170	17—19	50	20—25	10—13
6	1,4—1,6	160—190	18—21	100	20—25	12—14

Таблица 14

s, мм	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	l, 1/с	$v_{св}$, м/ч	Q, л/мин
5	1,4—1,6	120—140	17—19	50	20—25	10—12
6	2	140—160	18—20	50	25—30	12—14
8	2	160—180	22—24	100	25—30	12—14
10	2	220—280	24—26	100	25—30	14—16

7.21. Для автоматической сварки плавящимся электродом стыковых соединений типа 1 в нижнем положении в один слой применять параметры режима по табл. 12.

При автоматической импульсно-дуговой сварке плавящимся электродом соединений типа 1 в один слой на съемной подкладке можно пользоваться параметрами режима, приведенными в табл. 13, а соединений типа 2 при двусторонней сварке — табл. 14.

7.22. При автоматической сварке плавящимся электродом стыковых соединений типа 3 в нижнем положении за 2 прохода (2-й проход с обратной стороны после механической обработки корня шва) параметры режима применять по табл. 15, а при сварке на съемной подкладке — по табл. 16.

7.23. Для автоматической сварки плавящимся электродом стыковых соединений типа 4 на съемной подкладке параметры режима назначать по данным табл. 17.

7.24. Автоматическую сварку плавящимся электродом соединений типа 5 выполнять при следующих режимах (табл. 18).

7.25. Для автоматической сварки плавящимся электродом нахлесточных соединений типа 6 параметры режима назначать по табл. 19.

7.26. Автоматическую сварку плавящимся электродом тавровых соединений типа 7 производить при режимах, указанных в табл. 20, а соединений типов 8 и 9 — в табл. 21.

Таблица 15

s, мм	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$v_{пр}$, м/ч	$v_{св}$, м/ч	$U_д$, В	Q, л/мин
12—14	2	360—380	320—340	17—22	27—28	24—28
16—18	2	380—400	330—370	14—17	28—29	25—30
20—22	2—2,5	400—420	360—410	14—16	29—30	28—35

Таблица 16

s, мм	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$v_{пр}$, м/ч	$v_{св}$, м/ч	Q, л/мин	Число проходов	Порядковый номер
12	2	280—300	~22		~16	28—29	1	1
14	2	280—300	~22		~18		2	1
		240—250	~20		~16			2
15	2	240—280	23—25	260—290	20—25	28—29	2	1
		320—340		300—320				2
16	2	280—300	~22		~18		2	1
		260—290	~20		~16			2
18	2	290—310	~22		~16		3	1
		280—300	~20		~14			2, 3
20	2	360—380	28—30	300—340	16—18	28—35	2	1
		400—430		340—360				2
25	2	300—320	~24		~16		4	1
		290—300	~22		~14			2, 3, 4

Таблица 17

s, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$v_{св}$, м/ч	Число проходов	Порядковый номер прохода
10	270—280	22	16	1	1
12	280—300	22	16	2	1, 2

РЕЖИМЫ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ

7.27. При назначении режимов полуавтоматической точечной сварки плавящимся электродом следует в качестве присущих этому процессу параметров дополнительно учитывать: напряжение холостого хода источника питания дуги U_{xx} и продолжительность цикла сварки одной точки ($t_{св}$).

7.28. Для точечной сварки плавящимся электродом соединений

Таблица 18

s, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$v_{св}$, м/ч	Число проходов	Номер прохода
30	320—340	24	26	8	1
	280—300	24	22		2—8
40	340—380	26	22	12	1
	280—320	24	18		2—12
50	380—420	28	20	16	1
	300—360	26	16		2—16

Таблица 19

s, мм	$I_{св}$ А	$U_д$, В	$v_{св}$, м/ч	Число проходов	Номер прохода
5	220—240	~20	~22	1	1
6	240—250	~20	~20	1	1
8	270—280	~22	~18	1	1
10	270—280	~22	~16	1	1
12	210—300	~22	~16	2	1,2
14	280—300	~22	~18	2	1
	240—260	~20	~16		2
16	280—300	~22	~18	2	1
	260—290	~20	~16		2
18	290—310	~22	~16	3	1
	280—300	~20	~14		2, 3
20	300—320	~24	~16	3	1
	290—310	~22	~14		2, 3

Таблица 20

s, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$v_{св}$, м/ч	Число проходов	Номер прохода
10	270—280	~22	~16	1	1
12	280	~22	~16	2	1, 2
14	280—300	~22	~18	2	1
	240—260	~20	~16		2
16	280—300	~22	~16	2	1
	260—290	~20	~14		2
18	290—310	~22	~16	3	1
	280—300	~20	~14		2, 3
20	300—320	~24	~16	3	1
	290—310	~22	~14		2, 3

Таблица 21

s, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$v_{св}$, м/ч	Число проходов	Номер прохода
20	280—320	~22	~20	3	1
	240—260	~20	~18		2, 3
25	290—340	~24	~20	4	1
	250—270	~22	~18		2—4
30	320—340	~24	~20	4	1
	280—300	~22	~18		2—4
40	340—380	~26	~18	6	1
	280—320	~24	~16		2—6
50	360—400	~26	~18	8	1
	300—340	~24	~16		2—8

Таблица 22

Сочетание толщин, мм, соединяемых элементов (верхняя + нижняя)	Параметры режима*		Продолжительность цикла сварки $t_{св}$, с
	$I_{св}$, А	$v_{пр}$, м/мин	
1+1	220	9	1
1+2	250—230	12,5—10	1—1,25
1+3	260—240	13—11	1—1,25
1,5+1,5	300—260	15—13	1,25—1,5
1,5+3	300	15	1,25—1,5
2+2	300—260	15—13	1,5—1,75
2+3	300	15	1,5—1,75

* Остальные параметры режима неизменны:
$U_{хх}$=24—25 В, диаметр электродной проволоки $d_э$=1,6 мм и расход аргона Q=15 л/мин.

типа 10 и 11 в нижнем положении параметры режима следует назначать, пользуясь данными табл. 22.

7.29. Полуавтоматическую сварку плавящимся электродом стыковых соединений типа I за один проход следует выполнять при режимах, приведенных в табл. 23.

Таблица 23

s, мм	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$v_{пр}$, м/ч	Q, л/мин
4	1,2—1,4	120—160	25	150—170	10—12
6	1,4—1,6	220—260	25	200—220	12—14

7.30. Для полуавтоматической сварки плавящимся электродом стыковых соединений типа 2 в нижнем положении в 2 слоя (по одному с лицевой и обратной стороны) параметры режима (при $d_э$= =1,6 мм и $d_с$=13 мм) следует выбирать, пользуясь табл. 24.

7.31. Для полуавтоматической сварки плавящимся электродом стыковых соединений типа 3 и 5 применять параметры режима по табл. 25.

7.32. Полуавтоматическую импульсно-дуговую сварку плавящимся электродом нахлесточных соединений типа 6 и тавровых соединений типов 7 и 8 следует производить при режимах, приведенных в табл. 26.

Таблица 24

s, мм	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$v_{пр}$, см/мин	$Q_э$ л/мин	t*, ч/м	Количество слоев на сторону	
						лицевую	обратную
4	105—135	21—23	11—12,5	13,5—15,5	0,035	1	—
5	130—160	23—25	9,7—11,3	13,5—16	0,05	1	1
6	155—180	24—26	8,5—10,2	13,5—16,5	0,06	1	1
7	175—205	25—28	7,7—9,3	14—17	0,07	1	1
8	190—230	26—29	7,0—8,5	14,5—18	0,075	1	1
9	205—255	27—29	6,5—8,0	15—19	0,08	1	1
10	215—285	27—30	6,0—7,4	15,5—20,5	0,085	1	1
11	225—315	28—30	5,7—7,0	16—22	0,087	1	1
12	230—345	28—30	5,6—6,6	17,5—24,5	0,09	1	1

* t — общая продолжительность сварки 1 м соединения.

Таблица 25

Тип соединения по табл. 2	s, мм	$d_э$, мм	$I_{св}$, А	$U_д$ В	$v_{пр}$, м/ч	Q, л/мин	Число проходов
3	10	2	300—320	28—29	260—290	12—14	3
	15	2	300—320	28—29	260—290	12—14	3
	20	2	300—320	28—29	260—290	12—14	4
5	30	2	300—320	28—29	260—290	14—16	10
	36	2	300—320	28—29	260—290	14—16	12

Таблица 26

Тип соединения по табл. 2	Положение шва в пространстве	s, мм	$d_э$ мм	$v_{пр}$, м/ч	$I_{сп}$, А	$U_д$, В	f, 1/с	$v_{св}$, м/ч	Q, л/мин
6	Нижнее	4	1,6	245	120—150	20—30	50	25—30	9—10
	То же	6	2	230	180—210	21—22	100	25—30	10—12
	»	8	2	240	200—250	22—23	100	25—30	12—15
	Вертикальное и потолочное	4	1,6	245	120—150	20—21	50	25—30	10—12
	То же	6	2	270	150—180	21—22	100	25—30	12—14
7 и 8	»	8	2	230	180—250	21—22	100	20—25	12—14
	»	10	2	240	200—260	22—24	100	20—25	14—16
	»	14—25	2	300	240—300	24—26	100	10—20	16—18

8. ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

8.1. Сварка неплавящимся электродом может производиться ручным и механизированным (автоматическая и полуавтоматическая) способами с использованием присадочной проволоки или без нее.

8.2. В качестве неплавящегося электрода следует применять вольфрамовые электроды (ГОСТ 23949—80), марки которых должны назначаться с учетом указаний п. 2.10 настоящего Руководства.

8.3. В процессе сварки электрод, конец присадочной проволоки (если она используется) и ванна расплавленного металла должны быть надежно защищены струей аргона.

8.4. Для механизированных способов сварки неплавящимся электродом следует использовать автоматы и полуавтоматы, приведенные в прил. 2, табл. 2 и 4. Для ручной сварки, как правило, должно применяться специализированное оборудование (прил. 2, табл. 5).

Дугу надлежит питать переменным током.

8.5. Ручной сваркой неплавящимся электродом можно выполнять соединения элементов из алюминиевых сплавов во всех пространственных положениях.

Однако следует учитывать, что для выполнения швов в вертикальном и особенно потолочном положениях необходима специальная тренировка сварщиков.

8.6. При ручной сварке неплавящимся электродом ось сварочной горелки должна быть расположена к поверхности свариваемых элементов под углом 60—80°, а при автоматической — 80—90°.

Угол между осью горелки и присадочной проволокой должен составлять 80—90° (прил. 3, рис. 5).

При сварке в труднодоступных местах угол наклона горелки к изделию может быть изменен, а при сварке элементов с отбортовкой кромок он может составлять 30—45°.

8.7. Расстояние от торца сопла горелки до оплавленного конца электрода должно быть примерно равно диаметру электрода. При сварке угловых (нахлесточных или тавровых) соединений либо в глубокой разделке эта величина должна составлять 4—8 мм, но при этом необходимо обеспечить более эффективную газовую защиту выступающего из сопла конца электрода путем увеличения расхода аргона (может понадобиться также и увеличение внутреннего диаметра сопла).

8.8. При ручной сварке неплавящимся электродом с целью облегчения процесса возбуждения дуги производят разогрев конца электрода, что достигается касанием электрода на угольный (графитовый) стержень или достаточно массивную медную пластину, уложенные на рабочем столе сварщика или на соединяемых элементах вблизи места сварки.

Должен быть обеспечен хороший контакт медной пластины со свариваемым элементом, чтобы предупредить местные подплавления и

включения меди в алюминий. При замыкании вольфрамового электрода на графит или медь его конец быстро разогревается и при его отрыве легко возбуждается дуга. При ручной сварке конец вольфрамового электрода надо быстро перенести к месту сварки, приблизить к кромкам соединяемых элементов и, не касаясь кромок, возбудить дугу. Для этого сопло горелки должно быть расположено на возможно близком расстоянии от поверхности свариваемых элементов; при диаметре сопла 8—18 мм это расстояние не должно быть больше диаметра сопла.

8.9. При механизированных способах сварки неплавящимся электродом дугу следует возбуждать с помощью специальных устройств поджига дуги (прил. 2, табл. 13) или осциллятора, а при необходимости — графитовым или угольным стержнем.

8.10. В месте начала сварного шва необходимо разогреть кромки свариваемых элементов. Разогрев следует производить дугой, медленно перемещая ее вдоль кромок на небольшом участке плавными возвратно-поступательными движениями. Разогрев нужно осуществлять без подачи присадочного металла.

8.11. Введение присадочной проволоки нужно начинать лишь после образования ванны жидкого металла и при сварке тонких элементов ($s<3$ мм) осуществлять впереди дуги (прил. 3, рис. 4).

8.12. Подача присадочной проволоки в ванну не должна производиться непрерывно. Присадочную проволоку следует вводить в ванну (на расстоянии 2—4 мм от торца вольфрамового электрода) плавными возвратно-поступательными движениями, добавляя присадочный металл по каплям. При этом нужно следить за тем, чтобы разогретый конец присадочной проволоки не вводился в столб дуги и не выходил за пределы действия защитной струи аргона.

Погружая проволоку в сварочную ванну, нужно одновременно слегка отводить от ванны конец электрода. Подача проволоки и отвод конца вольфрамового электрода должны производиться весьма плавно, без резких движений, могущих нарушить спокойное истечение защитной струи аргона.

8.13. Начав ручную сварку, ее требуется вести с максимально допустимой скоростью, стремясь не допускать обрыва дуги.

8.14. Перемещение горелки с электродом и присадочной проволоки (или прутка) вдоль кромок соединения не должно сопровождаться поперечными колебаниями. Длина дуги должна поддерживаться по возможности постоянной (за исключением кратковременных моментов плавного отвода конца электрода при вводе в ванну присадочного материала).

8.15. Ручную сварку тонких элементов (толщиной до 3 мм) надлежит выполнять углом вперед; при толщине соединяемых элементов более 3 мм сварку нужно выполнять углом назад.

8.16. При сварке толстых элементов наряду с увеличением тока при данной скорости сварки необходимо удлинять дугу. При токе

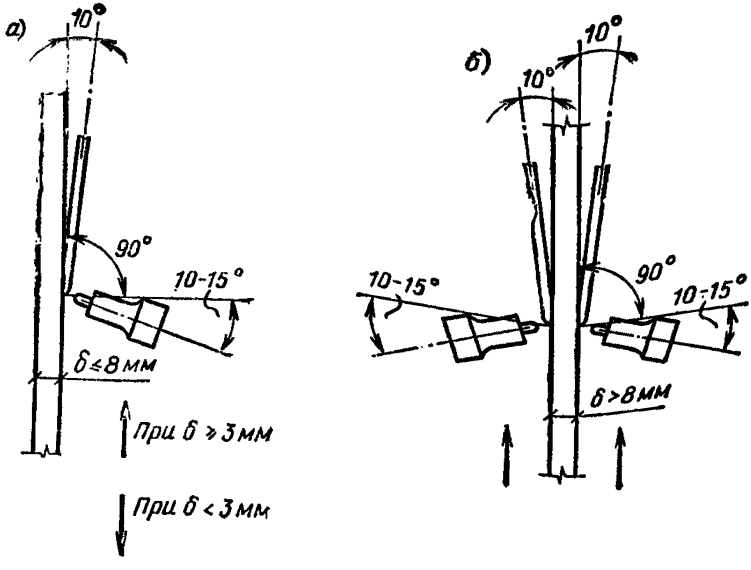


Рис. 5. Расположение горелки и присадочного прутка при сварке в вертикальном положении

а — сварка выполняется одним сварщиком; *б* — сварка одновременно двумя сварщиками (стрелками показано направление сварки).

300 А длина дуги должна составлять 3—5 мм; более короткая (в указанных пределах) при сварке стыковых соединений; более длинная — при сварке угловых (нахлесточных или тавровых) соединений. При бо́льших токах длина дуги должна быть увеличена. Правильную длину дуги определяют опытным путем с учетом диаметра электрода, тока и скорости сварки. Недостаточная длина дуги характеризуется бурным кипением ванны и интенсивным плаванием электрода.

8.17. При выполнении швов на криволинейных поверхностях ось электрода располагать под углом 70—80° к касательной к поверхности элементов в месте сварки.

8.18. При сварке тавровых и угловых соединений элементов одинаковой толщины ось вольфрамового электрода должна совпадать с биссектрисой угла между стенкой и полкой. При различной толщине этих элементов ось электрода должна быть отклонена от биссектрисы угла в сторону элемента меньшей толщины.

8.19. Сварку вертикальных элементов толщиной до 3 мм следует выполнять сверху-вниз. При толщине вертикальных элементов от 3 мм и более сварка должна выполняться снизу вверх (рис. 5,а).

8.20. Сварку вертикальных элементов толщиной от 8 мм и более рекомендуется выполнять снизу вверх одновременно двумя сварщиками с двух сторон при питании дуг раздельно от двух постов (расположение горелки и присадочного прутка показано на рис. 5,б).

8.21. Нельзя допускать касания горячим вольфрамовым электродом расплавленной ванны металла. Если такое касание происходит, сварка должна быть прервана, поверхность металла следует зачистить стальной щеткой, а при сварке термически упрочняемых сплавов загрязненный участок шва должен быть удален механической обработкой (строжкой, фрезеровкой). Загрязненный торец вольфрамового электрода следует зашлифовать и прожечь путем зажигания дуги на вспомогательном элементе.

8.22. При перерыве процесса сварки защитную струю аргона следует выключать лишь после охлаждения электрода до потемнения его торца (через 5—10 с). При этом конец электрода приобретает чистый серебристый оттенок. Наличие на конце электрода темно-синих и фиолетовых оттенков свидетельствует об окислении вольфрама при преждевременном выключении защитной струи аргона.

8.23. Сварку стыковых соединений элементов выполнять с полным проваром при равномерном проплавлении. Проплавление тавровых соединений элементов толщиной до 1 мм должно быть также полным. Показателем такого проплавления является наличие проплава на обратной стороне соединения. Высота проплава не должна превышать 3 мм.

8.24. Стыковые соединения элементов толщиной до 5 мм включительно можно выполнять «на весу», применяя односторонние (одно- или двухпроходные) стыковые швы и обеспечивая полное проплавление кромок. Высота проплава должна соответствовать требованиям табл. 2 Руководства.

8.25. В месте полного окончания шва следует плавно увеличивать длину дуги до ее разрыва, тщательно заделывая конечный кратер. В тех случаях, когда это возможно, целесообразно выводить конечный кратер на выводные планки. Заделка кратера должна выполняться при прекращении перемещения горелки путем интенсивной подачи присадочной проволоки в ванну.

РЕЖИМЫ СВАРКИ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

8.26. К основным параметрам режима сварки неплавящимся электродом соединений алюминиевых элементов относятся: сварочный ток $I_{св}$, диаметр электрода $d_э$, скорость сварки $v_{св}$ и расход аргона Q. На условия сварки также влияет форма и внутренний диаметр сопла $d_с$ горелки и расстояние от торца сопла до поверхности свариваемого элемента $h_с$.

8.27. Наиболее важным параметром режима является сварочный ток. При токе больше максимально допустимого (см. табл. 7) на электроде образуются чрезмерно большие шарики расплавленного вольфрама, которые вибрируют и иногда отрываются; в этих случаях в сварных швах образуются нежелательные включения вольфрама. В пределах допустимых величин тока чем выше ток, тем устойчивее горение дуги.

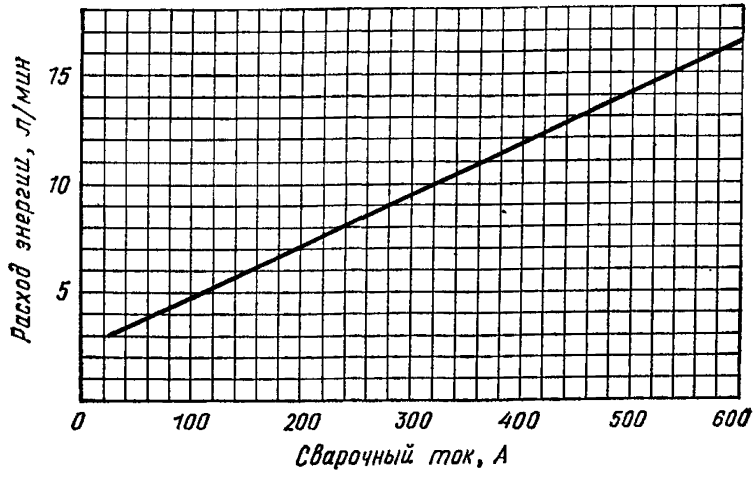


Рис. 6. Зависимость расхода аргона от величины сварочного тока



Рис. 7. Графики режимов механизированной сварки соединений типа 12 при толщине элементов
а — 1,2 мм; *б* — 1,5 мм.



Рис. 8. Графики механизированной сварки соединений типа 15 при толщине металла:
а — 1,2 мм; *б* — 1,5 мм.

8.28. Расход аргона для сварки стыковых швов в заводских условиях, в зависимости от сварочного тока, ориентировочно следует назначать согласно рис. 6.

Для сварки углом назад и вне помещения расход аргона должен быть увеличен.

С увеличением скорости поперечного потока воздуха или расстояния от сопла до поверхности свариваемых элементов следует резко увеличить расход аргона.

Если скорость поперечной струи воздуха при сквозняках ощущается влажной рукой, место сварки нужно защищать щитками или экранами.

Для наиболее эффективной газовой защиты должны быть выполнены следующие требования:

сопло должно заканчиваться цилиндрической частью, длина которой должна быть равна диаметру выходного отверстия сопла;

внутри сопла должны быть отражательные или выходные каналы;

внутренние кромки сопла не должны иметь закруглений. Для обычно применяемых режимов сварки диаметр выходного отверстия сопла

Таблица 27

Тип соединения (по табл. 2)	Способ сварки	Положение в пространстве	Сварочный ток, А, при толщине металла, мм										Скорость сварки, м/ч
			0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,5	
12	Ручной	Нижнее	40—45	45—55	50—65	—	65—85	—	—	—	—	—	5—6,5
13	Механизированный	»	65	85	120	—	135	—	—	—	—	—	11—11,5
14	»	»	—	100	120	140	—	180	—	—	—	—	11
	Ручной	»	—	45—65	55—80	60—110	—	70—120	—	—	—	—	4—5
15	Механизированный	»	См. рис. 8										
16	Ручной	»	—	—	—	85	—	110	120	170	—	—	6—8
		»	—	—	—	—	—	100—130	—	120—150	130—160	180—200	3—4
17 и 18	»	Вертикальное	—	—	—	—	70—80	80—90	90—100	100—110	110—115	120—135	—
		Потолочное	—	—	—	—	—	100—120	—	120—140	130—155	160—190	3—4
19—22	»	Вертикальное	См. п. 8. 31										

должен составлять 12—18 мм; для сварки тонких ($s<3$ мм) элементов следует применять сопла диаметром около 8 мм.

8.29. Механизированная сварка соединений типа 12 в нижнем положении при толщине элементов 1,2 и 1,5 мм должна выполняться с соблюдением режимов, приведенных на графиках рис. 7, *а* и *б* соответственно.

8.30. Режимы ручной или механизированной сварки неплавящимся электродом соединений типа 12—18 можно назначать, пользуясь данными, приведенными в табл. 27, а также на рис. 8.

8.31. Ручную сварку неплавящимся электродом соединений типов 19—22 в вертикальном положении надлежит выполнять при следующих значениях сварочного тока.

Толщина металла, мм	4,5	6	7	8
Сварочный ток, А	80—100	110—130	125—150	145—175
Толщина металла, мм	10	12	14	15
Сварочный ток, А	180—215	220—260	260—300	280—320

Сварка соединений типов 19 и 21 осуществляется двумя сварщиками при одновременном выполнении швов с двух сторон. Скорость сварки 2,5—3,3 м/ч.

Таблица 28

Тип соединения (по табл. 2)	s, мм	$a_э$, мм	$I_{св}$, А	$d_{пр}$, мм	Q, л/мин	Количество слоев
23	3	2,5	130—160	3,15	9	1
	5	3,0	170—200	4,5	11	
	6	3,5	190—230	5,0	13	2
	7	4,0	205—260	5,6	14	2
	8	4,5	220—270	6,3	15	2
24 и 25	8	4	220—280	5,0	14	2
	10	5	240—295	6,3	18	3
	12	5	250—310	6,3	18	3
	15	6	260—335	6,3	20	3

Таблица 29

Тип соединения (по табл 2)	Количество свариваемых деталей или № слоя шва	Положение в пространстве	Сварочный ток, А, при толщине металла, мин										Скорость сварки, м/ч
			0,8	1	1,5	2	3	4	5	8	10	12	
26, 27	Две детали	Нижнее	—	70—80	90—100	90—120	140—160	200—220	240—260	—	—	—	5—7
28	То же	»	—	—	—	—	90—130	130—160	160—190	—	—	—	5—8,5
29	»	»	См. п. 8. 34										
30—32	»	»	—	—	—	—	—	—	—	290—330	350—400	380—440	1,3—2
33	»	Вертикальное	—	—	—	—	—	—	—	210—260	265—315	290—340	—
	1-й слой	Нижнее	—	—	—	—	—	—	—	290—330	260—280	260—280	—
	2-й »	»	—	—	—	—	—	—	—	—	200—240	220—240	—
	3-й »	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	220—240	—
34	Две детали	»	40—45	45—55	60—80	—	—	—	—	—	—	—	5—6,5
	Три детали	»	60—70	70—80	90—120	—	—	—	—	—	—	—	—
35	Две детали	»	25—30	50—60	70—80	90—100	—	—	—	—	—	—	5—7
36	То же	»	40—60	70—80	90—100	100—120	—	—	—	—	—	—	—
	Три детали	»	60—90	100—120	135—150	150—180	—	—	—	—	—	—	—

Сварку соединений типов 20 и 22 производят, выполняя швы попеременно с каждой стороны.

8.32. При выборе режимов сварки неплавящимся электродом горизонтальных швов на вертикальной плоскости соединений типа 23, 24 и 25 следует пользоваться данными табл. 28 (где $d_{пр}$ — диаметр присадочной проволоки).

8.33. Режимы ручной сварки неплавящимся электродом соединений типа 26—28 и 30—36 следует назначать, пользуясь данными табл. 29.

8.34. Ручную сварку соединений типа 29 в нижнем положении элементов толщиной 6—7 мм со скоростью 4 м/ч можно выполнять при токе 270—340 А.

9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

9.1. Контроль качества сварных соединений алюминиевых конструкций должен включать три этапа:

входной контроль, операционный контроль, приемочный контроль.

9.2. Входной контроль должен охватывать:

контроль качества свариваемых и сварочных материалов, условий их подготовки к сварке и хранения;

контроль состояния сварочного и вспомогательного оборудования и инструментов;

контроль квалификации сварщиков.

9.3. Операционный контроль должен включать систематическую проверку качества операций по подготовке элементов и их кромок к сварке, сборке соединяемых элементов, собственно сварочных и последующих операций (если таковые предусмотрены проектом).

9.4. Объем и методы приемочного контроля сварных соединений алюминиевых конструкций определяются их группой согласно СНиП II-24-74 и устанавливаются проектной организацией в зависимости от степени ответственности, марок сплавов и условий эксплуатации.

9.5. Качество свариваемых материалов и элементов следует считать удовлетворительным и они могут быть допущены к сварке, если:

марка сплава и его состояние соответствуют предусмотренным проектом;

толщины и другие размеры элементов, а также конструктивные элементы запроектированных типов соединения соответствуют приведенным в проекте и не выходят за пределы допусков, регламентированных настоящим Руководством (см. табл. 2), отсутствуют дефекты соединяемых элементов: трещины, расслоения, рваные, смятые или зазубренные кромки;

поверхности и кромки элементов, подлежащих сварке, очищены в соответствии с требованиями разд. 4 Руководства.

9.6. Алюминиевые сплавы, поступившие без сертификатов, а также импортные алюминиевые сплавы могут быть допущены к сварке

по технологии, приведенной в настоящем Руководстве, если результаты механических испытаний и данные химического анализа находятся в пределах норм, установленных стандартами и техническими условиями для марок сплавов, предусмотренных проектом.

9.7. Контроль качества сварочных материалов заключается в проверке соответствия: марки и диаметра сварочной проволоки, типа, марки и размеров вольфрамового электрода, а также марки защитного газа, указанным в проекте и требованиях настоящего Руководства.

9.8. Контролем состояния сварочного оборудования, инструмента и приспособлений устанавливается соответствие их паспортным данным и возможность выполнения с их помощью заданной технологии сварки.

9.9. Контроль квалификации сварщиков должен заключаться в проверке их удостоверений на право производства работ по аргонодуговой сварке соединений элементов из алюминиевых сплавов.

При перерыве в работе по сварке соединений элементов из алюминиевых сплавов свыше 6 мес сварщик может быть допущен к производству сварочных работ только после теоретической и практической переподготовки по аргонодуговой сварке соединений конкретной конструкции, при соответствующем положении швов в пространстве.

9.10. Операционный контроль качества сварных соединений должен производиться на всех этапах их выполнения и включать проверку:

качества подготовки кромок алюминиевых элементов и их поверхности к сварке;

точности сборки алюминиевых элементов;

правильности выбора и соблюдения режима сварки;

качества сварных соединений в процессе их выполнения.

9.11. Качество подготовки алюминиевых элементов к сварке, а также качество их сборки рекомендуется проверять периодически, но не реже двух раз в смену, путем осмотра и соответствующих обмеров. Осмотру и обмеру при каждой проверке должно быть подвергнуто не менее трех подготовленных к сварке соединений. Если при проверке окажется, что качество подготовки хотя бы одного элемента или точность сборки хотя бы одного соединения не отвечают требованиям настоящего Руководства, все подготовленные к сварке в эту смену элементы подлежат осмотру, обмеру и при необходимости исправлению или замене.

9.12. Правильность выбора режима сварки должна контролироваться путем осмотра и обмера, а также механических испытаний на прочность пробных образцов сварных соединений, изготовленных при выбранном режиме (если такие испытания предусмотрены проектом или техническими требованиями на изделие). Пробные образцы следует изготовлять в количестве трех штук до начала сварки деловых соединений. Элементы образцов сварных соединений по материалу, форме, размерам должны точно повторять элементы деловых соединений. Условия сборки и сварки пробных образцов (оборудование,

приспособления, сварочные материалы, положение в пространстве, внешняя среда и т. п.) должны соответствовать условиям сборки и сварки деловых соединений.

9.13. При сварке на выбранном режиме конструктивные элементы соединений должны иметь вид и размеры, приведенные в табл. 2 настоящего Руководства.

По внешнему виду швы сварных соединений должны удовлетворять следующим требованиям:

а) поверхность швов должна быть гладкой или равномерно чешуйчатой, свободной от наплывов, сужений или перерывов;

б) недопустимы прожоги и резкие переходы от металла швов к основному металлу;

в) в конструкциях, рассчитанных на эксплуатацию под действием циклических нагрузок, угловые швы (в нахлесточных, тавровых или угловых соединениях) должны иметь плавный переход к основному металлу;

глубина подрезов основного металла на границе сварных швов не должна превышать допустимых размеров;

должны отсутствовать незавареиные кратеры.

9.14. При осмотре односторонних швов сварных соединений, выполненных «на весу» с глубоким проплавлением, необходимо дополнительно контролировать:

чистоту обработки поверхности после удаления проплавления;

качество сварных соединений со стороны проплавления.

9. 15. Если хотя бы один из трех образцов, изготовленных при выбранном режиме сварки, в результате внешнего осмотра не будет удовлетворять требованиям, приведенным в п. 9.13, или иметь недопустимые дефекты, режим сварки должен быть уточнен. При новом режиме должны быть сварены заново три пробных образца для повторного их исследования. При удовлетворительных результатах внешнего осмотра пробных образцов из них при необходимости (см. п. 9.12) следует вырезать образцы для механических испытаний.

9.16. Механические испытания образцов стыковых соединений, вырезанных из пробных, также как и их вырезка, должны выполняться согласно ГОСТ 6996—66*.

Форма, размеры и технические требования к проведению испытаний опытных образцов соединений, отличающихся от стыковых, должны быть приведены в Технических условиях на изделие (конструкцию) или указаны в чертежах.

9.17. При правильно выбранном режиме сварки образцы стыковых соединений, испытанные на растяжение, должны выдерживать контрольную нагрузку $P_к$, определяемую по формуле $P_к \geqslant \beta F \sigma_в$, где β — принимается согласно прил. 1, F — площадь поперечного сечения элемента, по оси которого действует контрольная нагрузка, $\sigma_в$ — временное сопротивление алюминиевого сплава разрыву. В образцах стыковых

соединений элементов с различной площадью поперечного сечения $\sigma_в$ следует принимать для меньшего сечения.

9.18. Контроль качества сварных соединений в процессе их выполнения рекомендуется осуществлять не реже двух раз в смену путем осмотра и обмера швов и соединений.

Для осмотра и обмера должны быть выбраны три соединения, худшие по внешнему виду, из числа выполненных. Выбранные соединения должны быть очищены от загрязнений и брызг. При несоответствии хотя бы одного из образцов требованиям п. 9.13 настоящего Руководства работы по сварке должны быть прерваны, а дефектные швы в соединении исправлены.

Сварочные работы, прерванные вследствие обнаружения дефектов в сварных соединениях, могут быть продолжены только после выявления и устранения причин возникновения дефектов в соединениях.

9.19. Для внешнего осмотра сварных соединений следует использовать лупу с 5-кратным увеличением, а дефектные места просматривать с помощью лупы 10-кратного увеличения.

9.20. Контроль размеров сварного шва и установление величин дефектов надлежит производить с помощью специальных шаблонов и измерительного инструмента, обеспечивающего точность измерения до $\pm 0{,}1$ мм.

9.21. Качество сварных соединений при приемочном контроле должно определяться по результатам их осмотра и обмера, а при необходимости — по результатам рентгеновского или радиографического исследования и механических испытаний на прочность контрольных образцов, вырезанных из соединений (в соответствии с техническими требованиями на изделие).

Правила вырезки образцов из сварных соединений, методы их испытаний и правила приемки установлены ГОСТ 6996—66*.

Сведения об основных дефектах, которые могут быть обнаружены в сварных соединениях элементов алюминиевых конструкций, а также о возможных причинах образования таких дефектов и способах их устранения приведены в прил. 9 настоящего Руководства.

9.22. Для радиографического исследования соединений алюминиевых элементов надлежит использовать радиоактивный тулий-170. Применять радиоактивный кобальт-60 для этих целей не рекомендуется.

10. ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

10.1. Исправление обнаруженных дефектов швов или их отдельных участков (сверх допустимых) следует производить до выполнения последующих операций и контроля.

10.2. Превышение проплава, неплавные сопряжения и превышение усиления швов должны быть устранены механической обработкой (фрезерованием).

10.3. Недопустимые подрезы или занижение сечения швов должны быть исправлены наплавкой металла на дефектные участки.

10.4. Поверхностные дефекты (поры, включения, незаваренные кратеры и др.) устраняются частичным удалением металла механической обработкой (фрезерованием, вырубкой) до полного удаления дефектов с последующей подваркой этих участков.

В конструкциях I и II групп при толщине свариваемого металла более 2 мм поверхностные дефекты глубиной до 0,5 мм допускается устранять зачисткой шабером без последующей подварки (если это не противоречит техническим требованиям на изделие).

10.5. Внутренние дефекты (поры, включения, непровары и др.) устраняют механической обработкой с полным удалением металла дефектных участков с последующим выполнением швов требуемого сечения. При необходимости предварительно производят разделку кромок.

10.6. Перед подваркой участков, на которых удален металл с дефектами, поверхность этих участков надлежит обезжирить и зачистить. Режим должен быть таким же, как при сварке соответствующих соединений.

10.7. Трещины в швах и околошовной зоне должны быть тщательно исследованы для определения их расположения и характера. Если трещина располагается в основном металле или переходит из основного металла в металл шва, либо при наличии слоистых трещин в основном металле, производить их исправление с применением подварки не допускается без ведома ответственного технического руководства. Должны быть установлены причины появления таких трещин и приняты решения о допуске и методах ремонта либо о браковании узлов или конструкции с соединениями, включающими описанные трещины.

10.8. Фактическая длина и форма трещин, обнаруженных при внешнем осмотре, должны быть в необходимых случаях уточнены с использованием радиографических методов.

10,9. На концах обнаруженных (и уточненных) трещин должны быть просверлены отверстия диаметром 2 мм и затем участок с трещиной между отверстиями должен быть удален фрезерованием с разделкой до доброкачественного металла.

10.10. Форма разделки трещин определяется применяемыми для подварки способом и технологией сварки.

10.11. Разделанные под подварку участки шва должны быть заварены при максимально возможном форсированном режиме.

10,12. Сквозные трещины в сварных швах следует заваривать с двух сторон. При этом разделка трещины под первый шов должна выполняться на глубину, соответствующую $^1/_3$ толщины свариваемого металла. Оставшуюся часть трещины нужно разделать с противоположной стороны лишь после сварки первого шва.

10.13. Швы на участках трещин должны накладываться в направлении, обратном направлению их образования — от конца к началу.

10.14. Для исправления разветвленных трещин большой протяженности следует применять следующий порядок наложения швов. В первую очередь должны быть заварены боковые ответвления трещин, затем участки магистральной трещины, примыкающие к концентраторам напряжений, после этого должна быть заварена основная часть магистральной трещины и, наконец, участки трещин, выходящие к корню шва.

10.15. К исправлению дефектных мест швов подваркой должны допускаться сварщики не ниже 3-го разряда — для швов в соединениях конструкции I группы, не ниже 5-го разряда — для исправления швов в соединениях конструкции II и III групп.

10.16. Исправленные швы и участки швов должны быть подвергнуты повторному контролю в объеме и порядке, предусмотренном настоящим Руководством.

10.17. Если при повторном контроле сварных соединений вновь обнаружены недопустимые дефекты, то возможность и порядок устранения этих дефектов должны быть установлены главным сварщиком или главным технологом завода (мастерских), или главным инженером СМУ и согласованы с проектной организацией.

11. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

11.1. При проведении работ по аргонодуговой сварке элементов алюминиевых строительных конструкций необходимо руководствоваться требованиями: ГОСТ 12.3.003—75 «Работы электросварочные. Общие требования безопасности»; главы СНиП по технике безопасности в строительстве; «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий» СН 245-71 Госстроя СССР, «Санитарных правил при сварке, наплавке и резке металлов» Минздрава СССР, а также действующих правил техники безопасности Госгортехнадзора СССР и Госэнергонадзора Минэнерго СССР.

11.2. Администрация завода (мастерских), а также руководство СМУ или треста, организующие и проводящие работы по аргонодуговой сварке конструкций из алюминиевых сплавов, обязаны разработать местные инструкции по технике безопасности для сварщиков или внести необходимые дополнения в действующие инструкции, согласовать и утвердить их в установленном порядке, выдать их на руки рабочим и обеспечить контроль за их выполнением.

11.3. Перед допуском к работам по аргонодуговой сварке соединений элементов алюминиевых строительных конструкций необходимо проводить проверку надежности знаний сварщиками требований техники безопасности.

11.4. Рабочее место каждого сварщика в цехе или на участке должно быть размещено в специальных кабинах или ограждено специальными щитами (экранами).

11.5. Сварщики и их подручные должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений для электросварщиков.

МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОРАЖЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

11.6. Операторы и рабочие, допущенные к аргонодуговой сварке, должны быть проинструктированы об опасности поражения электрическим током, о способах защиты и мерах по оказанию первой помощи пострадавшим от поражения электрическим током. Инструктаж по технике безопасности должен завершаться оформлением соответствующего документа.

11.7. Сварочное оборудование должно быть размещено согласно требованиям «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Госэнергонадзором и согласованных с ВЦСПС.

11.8. Подключение и отключение от сети автоматов и источников питания дуги и наблюдение за их исправным состоянием в процессе эксплуатации должны производиться специально выделенными электромонтерами, имеющими квалификацию в соответствии с указанными в п. 11.7 Правилами.

11.9. Корпусы сварочных трансформаторов, генераторов, стационарных и переносных пультов управления и другого электрооборудования, а также сварочные столы и плиты должны быть надежно заземлены.

11.10. Провода от электросварочных аппаратов к распределительному щиту и от щита к рабочему месту сварщика должны быть надежно защищены от случайного прикосновения голыми руками.

11.11. При включенном рубильнике запрещается прикасаться голыми руками к токоведущим частям агрегата (установки).

11.12. Подключать к электросети и отключать от электросети электросварочные агрегаты, осциллляторы и т. п., а также наблюдать за состоянием их исправности в процессе эксплуатации должны специально выделенные дежурные электромонтеры.

11.13. Монтаж сварочного и специального электрооборудования, его ремонт и наблюдение за ним должны проводить электромонтеры, строго соблюдая правила устройства и безопасности электротехнических сооружений сильных токов низкого и высокого напряжений.

11.14. Исправлять сварочную цепь разрешается лишь при выключенном рубильнике.

11.15. Однопостовые сварочные агрегаты должны быть оборудованы вольтметром или сигнальными лампами, указывающими на наличие или на отсутствие напряжения в сварочной цепи.

11.16. Передвижные сварочные установки на время передвижения должны быть отключены от электрической сети.

11.17. После окончания работы или при временной отлучке от **рабочего места сварщик** должен выключать рубильник.

11.18. Расположенные на сварочном оборудовании маховички, **рукоятки и кнопки**, к которым в процессе сварки рабочий прикасается, должны быть изготовлены из неэлектропроводного материала. Кроме того, рабочий пост должен быть обеспечен резиновым ковриком.

11.19. Длина провода для присоединения к электрической сети передвижных сварочных агрегатов не должна превышать 10 м.

11.20. Провода от осциллятора к трансформатору должны быть снабжены специальной изоляцией, рассчитанной на сопротивление токам высокой частоты.

11.21. При работе внутри металлических сосудов сварщик должен работать с подручным и быть обеспечен:

резиновым ковриком или другой изолирующей подкладкой для предохранения от соприкосновения со свариваемой конструкцией;

шлемом, защищающим затылочную часть головы;

искусственным освещением от переносной электрической лампы, рассчитанной на питание от источника тока напряжением 12 В с защитной сеткой, колпачком и исправным шланговым проводом;

галошами и сухой спецодеждой.

11.22. При поражении электрическим током пострадавший должен получить первую помощь до прихода врача:

а) не касаясь пострадавшего, нужно выключить ток первичной цепи;

б) если пострадавший не подает признаков жизни, приступить к искусственному дыханию, облегчив ему доступ свежего воздуха.

МЕРЫ ПРЕДОХРАНЕНИЯ ОТ ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ

11.23. При агронодуговой сварке следует применять системы вентиляции, обеспечивающие в сборочно-сварочных цехах и на участках метеорологические условия (температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха), а также содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, соответствующее нормам, предусматриваемым СН 245-71 Госстроя СССР.

11.24. Для удаления вредных выделений (окислы алюминия, окись азота, озон и др.), образующихся в рабочей зоне сварки плавящимся электродом, следует обеспечивать воздухообмен в количестве от 7,6 до 28 м³ на 1 кг расходуемой сварочной проволоки, в зависимости от интенсивности работы.

При сварке неплавящимся электродом можно ограничиться нижним пределом указанного количества воздухообмена.

11.25. Сварку в закрытых помещениях (на постоянных сварочных постах) изделий размером до 1 м следует производить в отдельных кабинах с использованием металлических рабочих столов. Столы долж-

вы быть оборудованы местными отсосами, например односторонней панелью равномерного всасывания, устанавливаемой со стороны, противоположной расположению сварщика при работе; нижнебоковым отсосом газов и пыли и др. Вытяжные вентиляторы рекомендуется устанавливать за пределами помещения.

11.26. При отсутствии или недостатке вентиляции, а также при работах на временных сварочных постах следует применять респираторы или обеспечивать подачу чистого воздуха под маску (шлем) сварщика.

11.27. При работах в замкнутых пространствах (резервуары, трубы, отсеки листовых конструкций и др.) необходимо применять местный отсос с воздухоотборной воронкой, закрепляемой на конце гибкого рукава для удаления вредных веществ от зоны сварки или подавать чистый воздух под маску сварщика.

11.28. Для обезжиривания металла и сварочных материалов запрещается применять трихлорэтилен, дихлорэтан и другие хлорированные углеводороды во избежание соединения их паров с озоном и образования удушливого газа (фосгена).

МЕРЫ ПРЕДОХРАНЕНИЯ ОТ ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ

11.29. Каждый рабочий, выполняющий сварку открытой электрической дугой, должен иметь маску (предпочтительно) или щиток с защитными стеклами-светофильтрами марки ЭС различной прозрачности в соответствии с величиной сварочного тока:

Э-1 при токах от 30 до 75А;

Э-2 при токах от 75 до 200А;

Э-3 при токах свыше 200 до 400А;

Э-4 при токах свыше 400А.

11.30. Подручные, сборщики и подсобные рабочие, работающие одновременно со сварщиками, должны быть, в зависимости от условий работы снабжены щитками или масками для электросварщиков или очками шоферского типа со стеклами-светофильтрами одной из марок: В-1, В-2, В-3.

11.31. Щитки и маски должны удовлетворять требованиям ГОСТ 12.4.035—78.

11.32. Сварщики обязаны работать в спецодежде и в рукавицах.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАЛЛОНОВ С АРГОНОМ

11.33. Баллоны с аргоном должны устанавливаться на расстоянии не менее 1 м от отопительных радиаторов. При наличии у отопительных приборов экрана, предохраняющего баллон от местного нагрева, расстояние от баллона до экрана должно быть не менее 1 м.

11.34. Баллоны надлежит предохранять от толчков и ударов.

11.35. Ручную транспортировку баллонов следует производить с навернутыми на вентили колпаками на специальных тележках или носилках с деревянными или эластичными гнездами. В гнездах носилок баллоны должны быть закреплены хомутами.

11.36. Переноска баллонов на плечах запрещается. На небольшие расстояния баллон можно перемещать перекатыванием при небольшом наклоне.

11.37. На рабочем месте баллоны должны быть укреплены в вертикальном положении и хомутом или цепью к специальной стойке.

11.38. Хранить запасные баллоны у рабочего места не допускается.

11.39. Если баллон находится под давлением, то запрещается:

подтягивать соединение в вентиле;

стоять против редуктора или выходного отверстия вентиля при его открывании.

МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

11.40. При выполнении сварочных работ следует руководствоваться «Правилами пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ», утвержденными ГУПО МВД СССР 4 ноября 1977 г. по согласованию с отделом технического нормирования и стандартизации Госстроя СССР (№ 1-711 от 24 февраля 1977 г.).

11.41. Для предотвращения пожаров следует не допускать в радиусе до 5 м от места сварки наличия легковоспламеняющихся предметов и материалов (древесные стружки, пакля, мусор и др.), а также исключать возможность падения искр на сварочное оборудование, провода, баллоны с газом и т. д.

11.42. Следует тщательно следить за сохранностью изоляции сварочных проводов и отсутствием искрения при их перемещениях. При использовании составных проводов должна быть обеспечена хорошая проводимость тока в их соединениях.

11.43. Сварочные посты необходимо обеспечивать исправными пенными огнетушителями.

11.44. О начале работ по аргонодуговой сварке на строительной площадке следует заблаговременно сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

11.45. Следует особо тщательно соблюдать противопожарные мероприятия при сварке плавящимся электродом и многоярусном производстве работ на строительно-монтажной площадке.

11.46. При ведении сварочных работ в пожароопасной зоне следует требовать организации специального пожарного поста.

11.47. Сварщик, выполняющий аргонодуговую сварку, является персонально ответственным за соблюдение требований техники безопасности и мер пожарной безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Относительная прочность стыковых соединений элементов алюминиевых сплавов

Марка сплава	$\beta = \sigma_в^*/\sigma_в$	Марка сплава	$\beta = \sigma_в^*/\sigma_в$
АД1М	0,95	АД31Т	0,65
АМцМ	0,95	АД31Т1	0,65
АМг2М	0,9	АД31Т5	0,65
АМг2 1/2 Н	0,55	1915	0,8
		1915Т	0,8

Примечание. $\sigma_в$ — предел прочности основного металла в исходном состоянии; $\sigma_в^*$ — предел прочности сварного соединения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Типы и технические возможности оборудования, аппаратуры и приборов для аргонодуговой сварки алюминкевых сплавов

Таблица 1

Типы и технические возможности автоматов для аргонодуговой сварки плавящимся электродом

Тип оборудования	Номинальный сварочный ток, А	Диаметр электродной проволоки, мм	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Конструктивная особенность	Завод-изготовитель
АДСП-1	400	1—3	100—1000	12—100	Сварочный трактор	З-д «Электрик», г. Ленинград
АДСП-2*	400	1—3	100—800	12—80	То же	
АДПГ-500	500	0,8—2,5	90—960	15—70	»	
АДГ-500	500	1,2—2	120—720	12—120	Сварочная головка	
АДГ-503	500	1,2—2	100—1000	12—120	То же	
АРК-1	500	1—2,5	10—560	—	»	Выпускаются для ведомственных нужд
АРК-2**	500	1—2,5	10—800	9,7—87	»	
АГВ-2	300	1—2,5	85—850	—	»	
АРД-400-2	400	1—3	78—1400	—	»	

* Сняты с производства.

** Автомат АРК-2 представляет собой радиально-консольную установку для сварки цилиндрических конструкций диаметром от 700 до 3000 мм и длиной до 2500 мм. Автомат может использоваться для сварки плавящимся и неплавящимся электродом.

Таблица 3

Типы и технические возможности автоматов для аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом с подачей присадочной проволоки

Тип	Номинальный сварочный ток, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм	Скорость подачи присадочной проволоки, м/ч	Завод-изготовитель
АДНГ-300	300	2—6	1,2—2,5	18—264	З-д «Электрик», г. Ленинград
АДНГ-300-2*	300	2—6	1,6—2	30—240	То же
УПС-501	500	—	1—3	5—70	»
АДСВ-2**	300	1—5	1—2,5	10,8—105	Выпускается для ведомственных нужд
АДСВ-5	300	1—4	1—2	10—100	
АДСВ-6**	315	1—5	0,8—2	—	
АСГВ-4	315	1—5	0,8—2	8—120	То же
АСП-1-НП	125	3—6	—	100—1000	»
АСП-3Ш	315	3—6	—	100—1000	»
АСП-5-НП	500	3—6	—	100—1000	»
АГВ-2	300	1—5	1—2,5	10—80	—

* Автомат снабжен системой слежения.
** В настоящее время с производства сняты.

Таблица 3

Типы и технические возможности полуавтоматов для аргонодуговой сварки плавящимся электродом

Тип	Пределы регулирования или номинальный сварочный ток, А	Диаметр электродной проволоки, мм	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Завод-изготовитель
ПДА-180-2	180	1—1,2	180—720	З-д «Электрик», г. Ленинград
ПДА-300-2	300	1,6—2	—	То же
ПДГ-305	50—315	0,8—1,4	120—1200	»
ПДГ-307	50—315	0,8—1,4	160—960	»
ПДГ-502	100—500	1,2—2	120—1200	»
ПДГ-503	100—500	1,2—2	120—1200	»
ПДГИ-101 *	40—160	1—2	118,8—1188	»
ПДГИ-302 *	40—315	1,6—2	118,8—1188	»
ПДГИ-303 *	315	1,2—2	72—960	»
ПДПГ-500	60—500	0,8—2	120—1080	»
«Спутник»	50—200	0,8—1	200—600	Выпускается для ведомственных нужд
ПГТ-2	150—500	1,2—1,6	500—3180	То же
ПРМ-2 **	420	1—2	100—720	»
ПРМ-4 **	50—500	0,8—2	100—800	»
ПШП-10 ***	350	1—2,5	160—650	»
ПШП-11	300	1,6—2,5	102—702	»
А-547	40—250	0,8—1,2	148—450	»

Продолжение табл. 3

Тип	Пределы регулирования или номинальный сварочный ток, А	Диаметр электродной проволоки, мм	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Завод-изготовитель
А-537	100—500	1,6—2	81—598	Выпускается для бытовых нужд
А-825	80—300	1—1,2	120—620	Завод порционных автоматов, г. Киев
А-1197С	100—500	1,6—2	118—785	Завод ЭСС, г. Каховка

* Для импульсно-дуговой сварки.
** С ранцевым механизмом подачи.
*** При сварке точками рекомендуется применять после модернизации (см. прил. 3).

Таблица 4

Техническая характеристика ранцевого шлангового полуавтомата типа ПШВ-1 для аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом с подачей сварочной проволоки

Параметры	Единица измерения	Показатели
Максимальный сварочный ток	А	400
Диаметр вольфрамового электрода	мм	1—6
Диаметр присадочной проволоки	»	1—2
Скорость подачи присадочной проволоки	м/ч	5—50
Охлаждение сварочной горелки	—	Водяное
Габаритные размеры (длина×ширина×высота):		
сварочной горелки	мм	270×170×45
ранца	»	380×280×140
шкафа управления	»	685×440×252
Масса:		
сварочной горелки	кг	0,8
ранца с проволокой	»	3
шкафа управления	»	25

Таблица 5

Типы и технические возможности оборудования для ручной аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом

Тип оборудования	Пределы регулирования сварочного тока, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Расход защитного газа, л/ч	Завод-изготовитель
УДАР-300-1	50—300	2—6	—	З-д «Электрик», г. Ленинград
УДАР-500	60—500	2—10	—	
УДГ-101	20—80	0,4—2	120	То же
УДГ-301	15—315	0,8—6	300—600	»
УДГ-501	40—500	2—10	240—600	»
ПРС-3М	20—375	2—5	400—1200	Выпускаются для ведомственных нужд
ПРС-1М	45—500	3,4—5	1200	
ПРС-2	45—500	3,4—5	1200	То же

Примечания: 1. Установки типа УДАР сняты с производства, заменены установками типа УДГ.

2. Для ведомственных нужд кроме перечисленных выпускаются установки типа ТИР-300Д и ПАРС-1, рассчитанные на сварочный ток соответственно 300 и 250 А, и др.

Таблица 6

Типы и технические возможности сварочных выпрямителей

Марка выпрямителя	Пределы регулирования сварочного тока, А		Пределы регулирования напряжения, В		Завод-изготовитель
	Внешняя характеристика				
	жесткая или пологопадающая	крутопадающая	жесткая или пологопадающая	крутопадающая	
ВДГ-301	40—300	—	15—32	—	Электромашиностроительный завод г. Симферополь
ВДГ-302	50—315	—	16—40	—	
ВДГ-502	100—500	—	18—40	—	Тбилисский з-д ЭСО

Продолжение табл. 6

Марка выпрямителя	Пределы регулирования сварочного тока, А		Пределы регулирования напряжения, В		Завод-изготовитель
	Внешняя характеристика				
	жесткая или пологопадающая	крутопадающая	жесткая или пологопадающая	крутопадающая	
ВДГ-601	100—700	—	18—36	—	З-д ЭСО, г. Вильнюс
ВДГ-1001	300—1000	—	24—66	—	З-д «Электрик», г. Ленинград
ВДУ-305	50—315	20—315	16—38	21—32,6	Электромашиностроительный з-д, г. Коканд
ВДУ-504	100—500	60—500	18—50	22—46	З-д «Электрик», г. Ленинград
ВДУ-1001	600—1000	300—1000	24—66	26—52	То же
ВДУ-1201	300—1250	300—1250	24—66	26—60	»
ВС-300	30—300	—	20—40	—	Выпускается для ведомственных нужд
ВС-500	50—500	—	20—45	—	
ВС-600	60—600	—	30—40	—	Электромашиностроительный завод, г. Симферополь
ВСЖ-303	50—315	—	10—46	—	Выпускается для ведомственных нужд
АП-6	1,5—100	—	25—40	—	То же
ИПП-120П	40—120	—	$\frac{14—19}{19—24}$	—	»
ИПП-500П	80—500	—	$\frac{17—25}{25—50}$	—	»

Таблица 7

Типы и технические возможности выпрямителей импульсного режима для сварки плавящимся электродом

Тип	Пределы регулирования			Рабочее напряжение, В	Завод-изготовитель
	сварочного тока, А	тока дежурной дуги, А	длительности импульса, с		
ВДГИ-301	40—325 / 275—1000	20—200	0,05—1	—	Выпускается для ведомственных нужд
ВДГИ-102	180 / 100—600	20—100	0,05—1	—	То же
ВСП-160	40—180	—	0,04—0,5	35	»
ИПИД-300-М	50—300	2—9	0,08—0,44	—	»
ИП-1М	— / 0—300	10—40	0,05—1	—	»
ИП-2М	200	10—50	0,2—3	—	»
ИП-3	30—400	—	0,1—2,5	—	»

Под чертой указан ток импульса.

Таблица 8

Типы и технические возможности сварочных преобразователей и агрегатов постоянного тока

Марка преобразователя или агрегата	Пределы регулирования сварочного тока, А		Номинальное рабочее напряжение, В	Завод-изготовитель
	Характеристика			
	жесткая или пологопадающая	крутопадающая		
ПСГ-500-I *	60—500	—	40	З-д ЭСО, г. Вильнюс
ПСГ-500-II *	60—500	—	40	Тбилисский з-д ЭСО
ПСУ-500-2	60—500	120—500	40	То же
ПСУ-300	50—300	75—300	30	»
ГД-304	80—300	15—350	30	З-д ЭСО, г. Вильнюс

* Сняты с производства.

Таблица 9

Типы и техническая характеристика многопостовых источников тока

Тип оборудования	Номинальный сварочный ток, А	Число постов	Номинальный ток одного поста, А	Номинальное рабочее напряжение, В	Потребляемая мощность, кВА	Масса, кг
Выпрямители						
ВДУМ-4-401	—	4	400	45	100	—
ВКСМ-1000-1	1000	6	300	60	76,5	550
ВММ-1001	1000	7	315	60	74	420
ВДМ-1601	1600	9	315	60	96	750
ВДМ-3001	3000	18	300	60	230	1750
ВДГМ-1600-1	1600	9	300	40	—	700
ВДГМ-1602-1	1600	6	400	50	—	1000
ВДСМ-1602-2	1600	4	630	60	—	1000
Генераторы						
ГСГМ-500	500	2	250	30	15	—
ГСМ-500	500	2	300	55	27,5	680
ГСМ-1000	1000	6	300	60	60	—
ГС-1000	1000	6	300	60	60	—

Таблица 10

Техническая характеристика генераторов импульсов

Тип	Пределы регулирования амплитуды импульса тока, А	Частота импульсов, Гц	Длительность или пределы регулирования импульсов, мкс	Напряжение холостого хода, В	Число ступеней регулирования параметров импульса		Номинальная потребляемая мощность, кВА
					по силе тока	по длительности	
ИИП-1	480—850	50	1,5—2	84, 96, 105, 117	4	3	5
ИИП-2	50—1500	50	0,8; 1,2; 1,5; 2	96, 100, 124, 138	4	4	5
ГИ-ИДС-1	400—1200	50; 100	—	—	—	—	11,3; 15,2
ГИ-ИДС-2	400—1200	100	1—2,5	—	4	1*	—
ГИД-1	450—1200	50 и 100	1,8—3,5	48	3*	3*	42,2

* С плавным регулированием.

Таблица 11

Типы и технические возможности сварочных трансформаторов

Тип трансформатора	Пределы регулирования сварочного тока, А	Номинальное рабочее напряжение, В	Завод-изготовитель
ТД-102	60—160	26,4	Завод ЭСО, г. Сальяны
ТД-300	70—365	32	Электромашиностроительный завод, г. Коканд
ТД-306	90—300	30	Завод ЭСО, г. Сальяны
ТД-307	55—140 140—350	32,6	Электромашиностроительный завод, г. Коканд
ТД-401	65—180 180—460	36	Завод «Искра», р-н Новоуткинск, Свердловской обл.

Продолжение табл. 11

Тип трансформатора	Пределы регулирования сварочного тока, А	Номинальное рабочее напряжение, В	Завод-изготовитель
ТД-500	100—560	40	То же
ТД-502	100—560	40	Завод Ташэлектромаш, г. Ташкент
ТД-503	75—230 230—580	32,6	То же
ТД-504	90—530	50	»
ТСП-2	90—330	30	»
СТН-450	80—800	30	З-д ЭСО, г. Вильнюс
ТДФ-1001	400—1200	44	То же
ТРМК-1001-1	400—1200	50	З-д ЭСО, г. Каховка

Примечание. Возможно также использование трансформаторов более раннего выпуска, таких как СТЭ-24, СТЭ-34, СТШ-300, СТШ-500 и др.

Таблица 12

Техническая характеристика осцилляторов

Тип	Напряжение, В		Частота, кГц	Колебательный контур		Потребляемая мощность, Р • А
	первичное	вторичное		емкость конденсатора, мкф	индуктивность, мГн	
М-3	40—65	2500	250	0,0025	0,17	150
ОСПЗ-1	65	2500	250—300	0,0025	—	200
ОСПЗ-2М-1 *	220	6000	440	0,25	—	20
ОСЦВ-2	220	2300	260	4700—5000 (пф)	—	80
ОС-1 *	65	2500	250	0,0025	0,16	130

* Сняты с производства.

Таблица 13

Техническая характеристика устройства поджига дуги для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

Показатели	Марка поджигающего устройства		
	Об 1948-УЧ	Об 1948-01УЧ	Об 1948-02УЧ
Максимальный сварочный ток при последовательном включении, А	80	250	500
Амплитуда поджигающего импульса, В	8000	4000	4000
Длительность поджигающего импульса, мкс	15	15	15
Частота поджигающих импульсов, Гц	100	100	100
Потребляемый ток, А (не более)	0,8	0,8	0,8

Таблица 14

Техническая характеристика горелок-электрододержателей для ручной аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом

Марка горелки	Максимальный сварочный ток, А	Диаметр электрода, мм	Охлаждение	Длина кабель-шланга, мм	Габариты, мм	Масса, кг	
						без кабель-шланга	с кабель-шлангом
РГА-150 *	150	0,8—3	Водяное	—	260×30×85	0,3	1,65
РГА-400 *	400	4—6	То же	—	270×34×105	0,43	2,9
ЭЗР-5-2	80	1 и 1,5	Естественное	3000	210×18×70	0,18	0,95
ЭЗР-3	160	1,5; 2; 3	То же	—	250×30×133	0,78	2,95
ЭЗР-4	500	4—6	Водяное	—	235×120×140	0,7	3,1
МГ-3	300	1—1,5	Естественное	3000	—	0,45	—
МГВ-1	400	2—6	Водяное	3000	—	0,55	—
ГРАД-200	250	2—4	То же	2000	—	0,2	—
ГРАД-400	400	3—7	»	2000	—	0,4	—

* Сняты с производства.

Таблица 15

Газоизмерительная и газорегулирующая аппаратура

Наименование	Тип	Основные показатели	Завод-изготовитель
Редуктор с дозирующим устройством расхода газа	АР-10 АР-40 АР-150	— — —	Барнаульский аппаратурно-механический з-д
Ротаметр *	РС-3 РС-5	3—15 л/мин —	—
Манометр *	МА-1103	До 4 атм	З-д «Теплоконтроль», г. Казань
Редуктор кислородный *	РК-53БМ	При 15 атм максимальный расход 60—80 м³	Барнаульский аппаратурно-механический з-д
Редуктор ацетиленовый *	РД-2АМ	При 0,5 атм максимальный расход 1,6 м³	То же

* Приборы следует использовать при отсутствии редуктора с дозирующим устройством.

Схемы компоновки постов, элементов сварочных горелок и зон сварки (рис. 1—5)

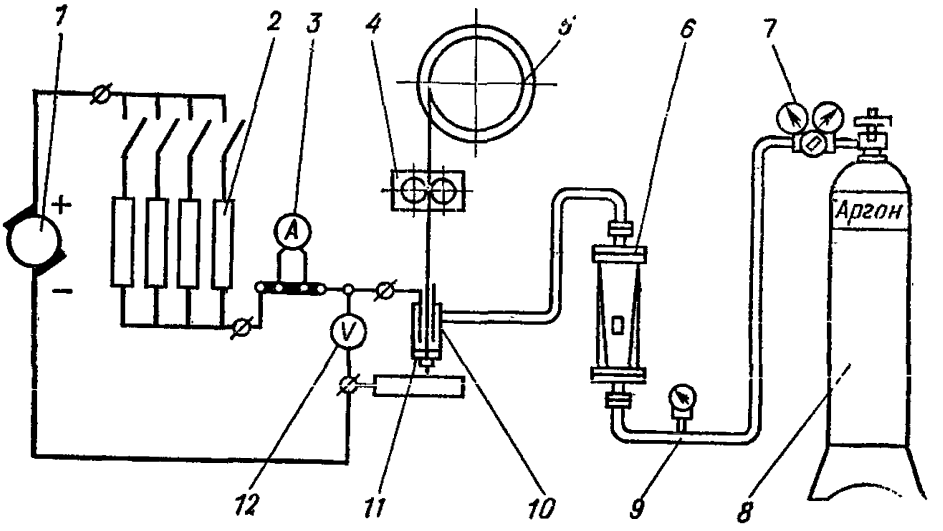


Рис. 1. Схема поста автоматической или полуавтоматической сварки плавящимся электродом

1 — преобразователь; *2* — балластный реостат; *3* — амперметр постоянного тока; *4* — подающий механизм; *5* — катушка с проволокой; *6* — ротаметр; *7* — редуктор; *8* — баллон с аргоном; *9* — манометр низкого давления; *10* — горелка; *11* — токоведущая втулка; *12* — вольтметр постоянного тока

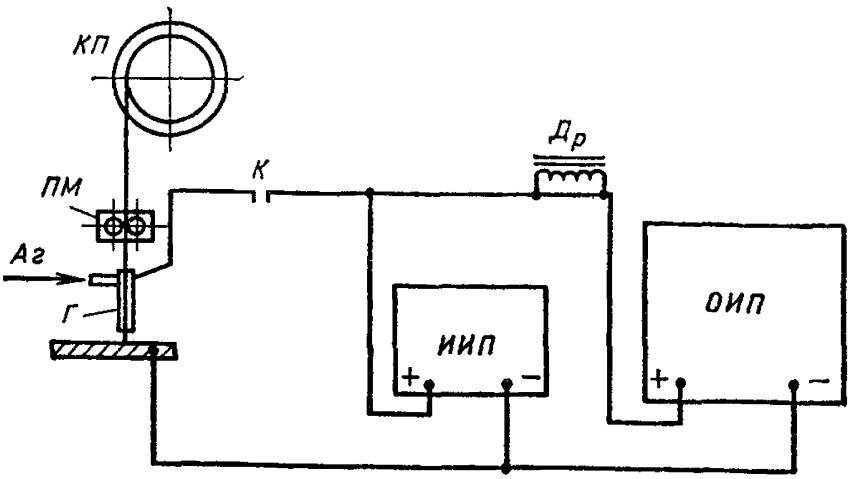


Рис. 2. Схема электрических цепей поста импульсно-дуговой автоматической и полуавтоматической сварки плавящимся электродом

Г — горелка; *ПМ* — подающий механизм; *КП* — катушка проволоки; *К* — контактор; *Др* — дроссель; *ОИП* — основной источник питания; *ИИП* — импульсный источник питания

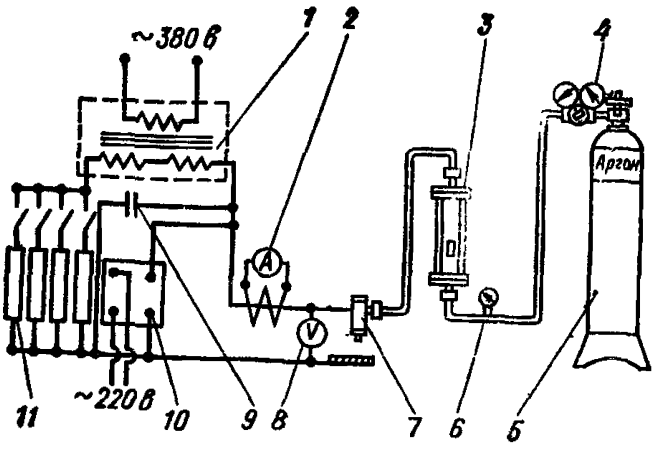


Рис. 3. Схема поста сварки неплавящимся электродом

1 — сварочный трансформатор; *2* — амперметр переменного тока; *3* — ротаметр; *4* — редуктор; *5* — баллон с аргоном; *6* — манометр низкого давления; *7* — горелка; *8* — вольтметр переменного тока; *9* — контактор; *10* — осциллятор; *11* — балластный реостат

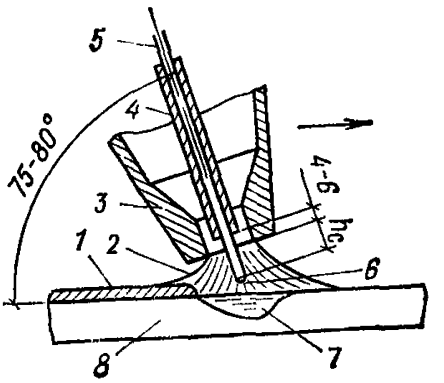


Рис. 4. Схема сварочной горелки и зоны сварки плавящимся электродом

1 — сварной шов; *2* — защитная струя аргона; *3* — сопло горелки; *4* — мундштук; *5* — электродная проволока; *6* — электрическая дуга; *7* — расплавленный металл; *8* — элемент конструкции (стрелка указывает направление перемещения сварочной головки).

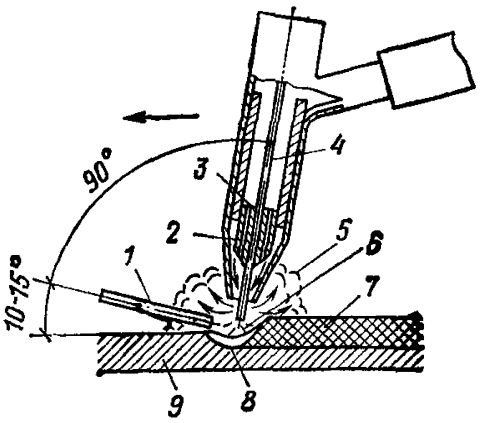


Рис. 5. Схема сварочной горелки и зоны сварки неплавящимся электродом

1 — присадочная проволока; *2* — газовый канал; *3* — мундштук; *4* — вольфрамовый электрод; *5* — защитная струя аргона; *6* — электрическая дуга; *7* — сварной шов; *8* — сварочная ванна; *9* — элемент конструкции

Указания по модернизации полуавтомата типа ПШП-10 с целью использования для точечной аргонодуговой сварки

1. Сопло для выхода защитного газа на сварочном пистолете следует заменить электроизолированным от электродной проволоки медным или стальным опорным соплом с прорезями. Эскиз модернизированного сопла для полуавтомата типа ПШП-10 представлен на рис. 1.

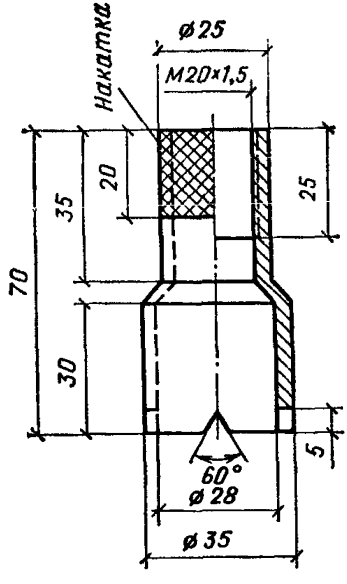


Рис. 1. Опорное сопло

2. Кассету с электродной проволокой следует укрепить на сварочном пистолете, как это выполнено на полуавтомате типа ПДА-180-2.

3. В схему управления полуавтомата должны быть внесены изменения, позволяющие осуществить цикл автоматической точечной сварки (рис. 2). Эти изменения приведены в модернизированной электрической схеме полуавтомата типа ПШП-10 (рис. 3). Элементы модернизированной схемы взаимодействуют в следующей последовательности.

После установки тумблера *В1* и пакетного выключателя *ВВ* в положение «включено» загорается сигнальная лампа, указывая на наличие напряжения в шкафу. При этом запитывается промежуточное реле *Р2-3,* которое первой парой нормально открытых контактов н.о.к. готовит цепь питания реле *Р5-3,* второй парой н.о.к. готовит цепь включения якоря двигателя подачи проволоки *ЯДПП,* а третьей парой н.о.к. включает реле *Р4-1,* которое своей парой н.о.к. готовит цепь питания реле *Р1-3,* и обмотки сварочного контактора *КС.*

При первом нажатии на кнопку «Пуск», находящуюся на ручке пистолета, срабатывает микровыключатель *К1,* запитывается электромагнитный клапан *ЭМК* и начинается продувка газовой сети аргоном.

При втором нажатии на кнопку «Пуск» срабатывает микровыключатель *К2,* запитывается реле *Р1-3,* которое первой парой н.о.к. замыкает цепь питания *ЯДПП,* второй парой н.о.к. замыкает цепь питания обмотки возбуждения двигателя подачи проволоки *ОВДПП,* а парой нормально закрытых контактов (н.з.к.) разрывает цепь шунтирования *ЯДПП.* После включения двигателя подачи проволоки начинается движение электродной проволоки вниз с малой скоростью,

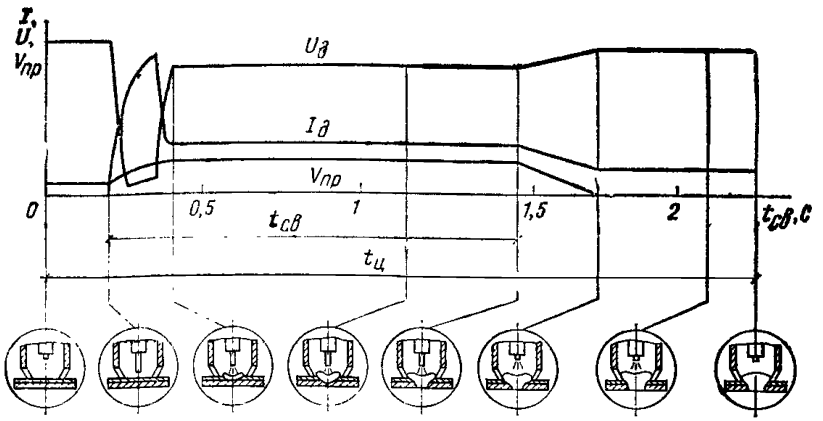


Рис. 2. Циклограмма процесса АДТС плавящимся электродом и этапы образования сварного соединения

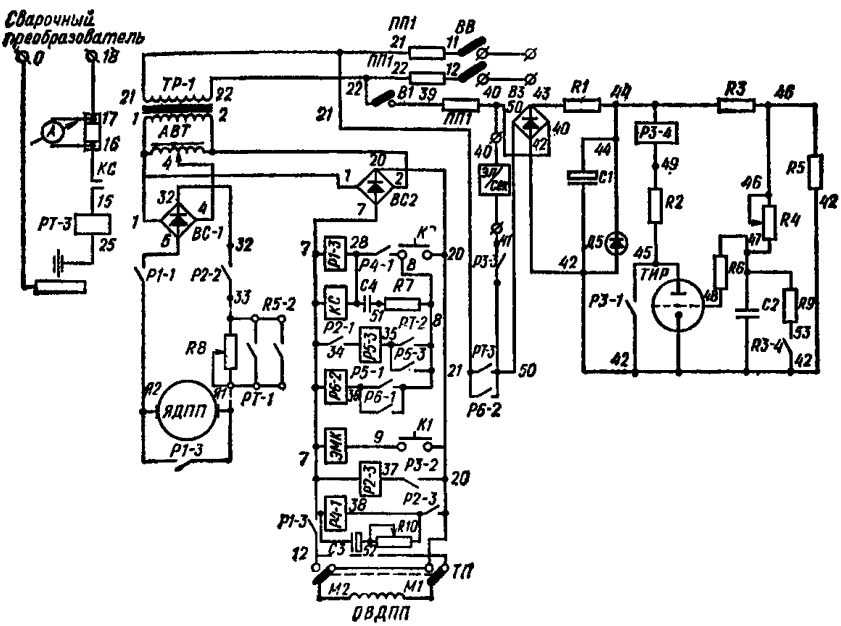


Рис. 3. Модернизированная электрическая схема полуавтомата ПШП-10

$I_д$ — ток дуги; $U_д$ — напряжение дуги; $v_{пр}$ — скорость подачи проволоки; $t_{св}$ — продолжительность сварки; $t_ц$ — продолжительность цикла

определяемой положением движка ползункового реостата *Р8*, включенного в цепь питания *ЯДПП*.

При касании движущейся проволокой изделия сварочная цепь замыкается, срабатывает токовое реле *РТ-3*, которое первой парой н.о.к. шунтирует реостат *Р8*, что приводит к увеличению скорости подачи

проволоки до рабочей, определяемой положением рукоятки автотрансформатора *АВТ;* второй парой н.о.к. реле *РТ-3* включает цепь питания реле *Р5-3,* а третьей парой н.о.к. включает цепь питания реле времени, собранного на базе тиратрона *Тир* с холодным катодом.

Реле *Р5-3,* в свою очередь, первой парой н.о.к. включает цепь питания реле *Р6-2,* второй парой н.о.к. блокирует цепь шунтирования реостата *Р8,* а третьей парой н.о.к. самоблокируется. Реле *Р6-2* первой парой н.о.к. производит самоблокировку, а второй парой н.о.к. блокирует цепь питания реле времени.

С момента включения реле времени третьей группой контактов токового реле начинается отсчет продолжительности сварки электросекундомером эл/сек; длительность сварки определяется временем зарядки конденсатора *С2* до потенциала зажигания тиратрона *Тир,* причем это время можно регулировать переменным резистором *R4* в интервале 0,2—5 с. Зажигание тиратрона приводит к подаче питания реле *Р3-4.*

Реле *Р3-4* после срабатывания первой парой своих н.о.к. производит самоблокировку, второй парой н. о. к. шунтирует конденсатор *С2* через резистор *R9,* первой парой н.з.к. разрывает цепь питания реле *Р2-3,* а второй парой н.з.к. отключает электросекундомер.

При отключении реле *Р2-3* разрывается цепь питания ЯДПП и подача проволоки прекращается; реле *Р4-1* и *Р5-3* обесточиваются.

Размыкание контактов реле *Р4-1* происходит с задержкой в 1—1,5 с, определяемой емкостью конденсатора *С3* и сопротивлением переменного резистора *R10.* В течение этого времени происходит процесс плавного гашения дуги. После размыкания контактов реле *Р4-1* контактор *КС* разрывает сварочную цепь и процесс сварки заканчивается. После этого примерно в течение 5 с производится последующая продувка газовой сети аргоном, а затем кнопка «Пуск» отпускается. Происходит отключение реле *Р6-2* и возвращение схемы в первоначальное состояние.

Данные элементов, дополнительно включенных в электрическую схему полуавтомата ПШП-10, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Дополнительные элементы, включенные в схему полуавтомата ПШП-10

Условное обозначение элемента	Наименование тип и характеристика элемента
Р2-3	Реле *РКМ-1*; паспорт РСЧ.500.929
Р3-4	Реле *РКН*; паспорт РСЧ. 510.008
Р4-1	Реле *РКМ-1*; паспорт РСЧ.500.929
Р5-3	То же
Р6-2	»
РТ-3	Реле токовое, нестандартное, на базе *МКУ-48*; обмотка 4 витка сечением 16 мм²

Продолжение табл. 1

Условное обозначение элемента	Наименование, тип и характеристика элемента
R 1	Резистор 1 ПЭВ-10-0,3 кОм —10%, ГОСТ 6513-75
R 2	Резистор МЛТ-1-15 кОм ±10% -А, ГОСТ 7113—77Е
R 3, R 9	Резистор МЛТ-0,5-20 кОм ±10%—А, ГОСТ 7113—77Е
R 4	Резистор 1 СП-П-1-А-1,0 мОм ±10%, ГОСТ 5574—73 *
R 5, R 6	Резистор МЛТ-0,5 39 кОм ±10%—А., ГОСТ 7113—77Е
R 7	Резистор МЛТ-0,5-100 Ом ±10%—А, ГОСТ 7113 -77Е
R 8	Реостат ползунковый, нестандартный, на базе *РП 6*; сопротивление 0—70 см
R 10	Резистор ППЗ-10-4,7 Ом ±10% ОЖО.468.503.ТУ
С1	Конденсатор К50-3-450-20 ОЖО.464.042.ТУ
С2	Конденсатор МБГО-1-300-4, О-П ОЖО.462.023.ТУ
С3	Конденсатор ЭГЦ-б-30-500-М ОЖО.464.001.ТУ
С4	Конденсатор МБГО-2-160-2, О-П ОЖО.462.023.ТУ
ТИР	Тиратрон МТХ-90
Эл/сек	Электросекундомер ПВ-53л
Д5	Кремниевый стабилитрон 2С95ОА УЖЗ 362.015.ТУ
В3	Выпрямительный блок на четырех кремниевых диодах типа Д226Б ЩБЗ.362.002.ТУ1
В1	Тумблер

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Методика расчета расхода сварочной проволоки при аргонодуговой сварке

Ориентировочный расход сварочной проволоки устанавливается расчетным путем.

Для этого надлежит:

1. Определить площадь сечения шва $F_ш$, состоящего из наплавленного металла. Величину $F_ш$ следует определить как сумму площадей элементарных геометрических фигур, на которые можно расчленить сечение шва.

$$F_ш = \Sigma F_i. \qquad (1)$$

2. Определить массу наплавленного в шве металла $G_н$

$$G_н = F_ш \gamma l, \qquad (2)$$

где γ — плотность наплавленного металла, кг/м³.

Для проволоки из алюминиевых сплавов

$$\gamma = 2{,}8 \cdot 10^3, \text{ кг/м}^3,$$

l — длина сварного шва, м.

3. Определить расход сварочной проволоки $G_{пр}$ по формуле

$$G_{пр} = G_1 a, \tag{3}$$

где a — коэффициент использования металла сварочной проволоки, учитывающий потери на разбрызгивание, испарение, окисление и потери, обусловленные особенностями способа сварки. Значения коэффициента a для:

аргонодуговой сварки плавящимся электродом — 1, 2;

аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом — 1, 04.

4. Для сварки конструкций с короткими швами (длиной менее нормативной) расход проволоки должен быть определен по формуле

$$G_{пр} = 1{,}1\, G'_{пр}. \tag{4}$$

5. Для сварки конструкций с прихватками нормативный расход проволоки должен быть определен по формуле

$$G_{пр} = 1{,}15\, G'_{пр}, \tag{5}$$

6. Для многослойной сварки нормативный расход проволоки на 1 м шва устанавливается следующим образом:

а) после определения $F_ш$ (см. формулу 1 в п. 1 настоящего приложения) надлежит рассчитать вес наплавленного металла, приходящийся на один слой:

$$G'_н = \frac{G_н}{n}, \tag{6}$$

где n — количество слоев;

б) расход сварочной проволоки $G'_{пр}$ на 1 слой шва определяется по формуле

$$G'_{пр} = G'_н a, \tag{7}$$

в) расход сварочной проволоки $G_{пр}$ на 1 м шва определяется по формуле

$$G_{пр} = G_{пр}\, n.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Методика расчетного определения ориентировочного расхода вольфрамовых электродов

Ориентировочный расход вольфрамовых электродов устанавливается расчетным путем. Для этого надлежит определить из табл. 1 потери вольфрамового электрода на плавление и испарение при горении дуги G_1 и из табл. 2 — суммарные потери $G_2 = \frac{\Sigma\alpha}{100} G_1$, не связанные с горением дуги.

Общий ориентировочный расход вольфрамовых электродов определяется из выражения

$$G = G_1 + G_2 = G_1 + \frac{\Sigma\alpha}{100} G_1 = \left(1 + \frac{\Sigma\alpha}{100}\right) G_1.$$

Пример.

Общий ориентировочный расход вольфрамового электрода диаметром 3 мм на 100 м шва, выполняемого автоматической аргонодуговой сваркой,

$$G_{пр} = \left(1 + \frac{5 + 10 + 15 + 15}{100}\right) 0{,}25 = 1{,}45 \cdot 0{,}25 = 0{,}365\ Н \cong 36\ г.$$

Потери вольфрама, не связанные с горением дуги, приведены в табл. 2.

Таблица 1

Ориентировочные нормы расхода G_1 вольфрамовых электродов при горении дуги

Диаметр вольфрамового электрода, мм	Номинальный ток, А	Расход вольфрама на 100 м шва, Н (гН)
1	40	0,04 (4)
2	60	0,09 (9)
3	100	0,25 (25)
4	150	0,65 (65)
5	200	0,75 (75)
6	300	0,9 (90)
8	500	1,05 (105)
10	600	1,2 (120)

Таблица 2

Расход вольфрама G_2 на потери непроизводительные и при вспомогательных операциях (% расхода согласно табл. 1)

Вид потерь вольфрама	Потери α на 100 м шва, %, при сварке	
	автоматической	ручной
Разбрызгивание при замыкании	3—5	6—8

Продолжение табл. 2

Вид потерь вольфрама	Потери α на 100 м шва, %, при сварке	
	автоматической	ручной
Заточка	8—10	9—14
Поломки электродов при транспортировке и резке	12—15	12—15
Образование коротких огарков, поломки электродов в процессе сварки	15	30

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Защитный газ для аргонодуговой сварки. Основные правила приемки

Аргон газообразный высшего и 1-го сорта должен отвечать требованиям ГОСТ 10157—79 и поставляться с сертификатом завода-изготовителя. При отсутствии сертификата допускается производить технологическую пробу для решения вопроса о допуске в производство.

Аргон в состоянии поставки содержится в стальных баллонах (ГОСТ 949—73*) емкостью 40 л под давлением 15 МПа (150 кгс/см^2) или 20 МПа (200 кгс/см^2) и вместимостью при 20° С соответственно около 6 м^3 и 8 м^3 газа.

При номинальном давлении 15 МПа или 20 МПа при 20° С давление газа в баллоне в интервале от минус 50 до плюс 50° С должно соответствовать указанному в табл. 1. Каждый баллон, наполненный газообразным аргоном, должен сопровождаться документом, удостоверяющим качество аргона. Документ должен содержать:

а) наименование предприятия-изготовителя;

б) наименование продукта, его сорт;

в) дату изготовления продукта;

г) номер баллона;

д) результаты проведенных анализов и подтверждение о соответствии продукта требованиям настоящего стандарта;

е) обозначение стандарта;

ж) вид водорода, используемого для очистки сырого аргона.

Сопроводительный документ на баллон закладывается в маховичок вентиля и закрывается колпаком.

Таблица 1

Давление в баллоне в зависимости от температуры газа, МПа (кгс/см²)

Температура газа, °С	Давление газа в баллоне	Допускаемое отклонение	Давление газа в баллоне	Допускаемое отклонение
	15 МПа (150 кгс/см²) при 20°С		20 МПа (200 кгс/см²) при 20°С	
—50	9,4 (94)		12,5 (125)	
—40	10,2 (102)		13,6 (136)	
—35	10,6 (106)		14,2 (142)	
—30	11,1 (111)		14,8 (148)	
—25	11,5 (115)		15,4 (154)	
—20	11,9 (119)	±0,5	16,0 (160)	±1
—15	12,3 (123)	(±5)	16,4 (164)	(±10)
—10	12,7 (127)		17,0 (170)	
—5	13,1 (131)		17,5 (175)	
0	13,5 (135)		18,1 (181)	
+5	13,8 (138)		18,5 (185)	
+10	14,2 (142)		19,0 (190)	
+15	14,6 (146)		19,5 (195)	
+20	15,0 (150)		20,0 (200)	
+25	15,3 (153)		20,5 (205)	
+30	15,6 (156)	±0,5	21,0 (210)	±1
+35	16,0 (160)	(±5)	21,5 (215)	(±10)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Нормативы расхода аргона

1. Нормативы на расход аргона следует ориентировочно устанавливать по величине сварочного тока и способу сварки (см. таблицу). Эти нормативы действительны для средних скоростей сварки в соот-

ветствии с режимами, приведенными в настоящем Руководстве. При других режимах необходимо провести корректировку расхода газа.

2. Нормативы действительны при соблюдении допусков на разделку кромок, зазоров и размеров швов, приведенных в табл. 2 настоящего Руководства.

3. Расход аргона на прихватку следует принимать в количестве 0,2 от общего расхода аргона на сварку.

4. Расходы на промывку газовых коммуникаций перед началом работы, на неиспользуемый остаток в баллоне (при давлении 3—4 ати), на сварку контрольных образцов, подварку дефектов сварных швов и другие непроизводительные расходы должны приниматься в объеме 15% общего расхода аргона на сварку.

5. Указанные в таблице нормативы расхода аргона действительны для прямолинейных швов длиной более 50 мм. Для более коротких швов или криволинейных швов с радиусом кривизны менее 20 мм данные, приведенные в таблице, должны быть умножены на коэффициент $K=1{,}2$.

6. Для многослойной сварки расчет расхода аргона должен быть увеличен в m раз, где m — число слоев.

Таблица 1

Нормативы расхода аргона

Сварочный ток, А	Расход аргона (при сварке встык и внахлестку) л/мин	
	плавящимся электродом	вольфрамовым электродом
20—80	—	4—6
80—120	—	7—8
120—200	—	9—11
200—250	13—15	12—15
250—350	15—18	16—18
350—500	18—20	18—22

Примечание. Для сварки тавровых и угловых соединений расход аргона уменьшается на 15—20%.

Основные дефекты сварных соединений, причины их образования и способы устранения

Наименование и краткая характеристика дефектов	Возможные причины образования дефектов	Способы устранения дефектов
Подрез — углубления на основном металле вдоль границ шва	Неправильная технология сварки, завышен сварочный ток	Наплавка валиков шва в местах подрезов
Превышение усиления или неплавное сопряжение сварного шва	*Неудовлетворительная технология* сварки; недостаточная квалификация сварщика	При превышении допустимых размеров — механическая обработка дефектных участков швов
Занижение размеров сечения сварного шва	Неправильная технология сварки; недостаточная подача сварочной проволоки	Зачистка дефектных участков шва; доведение сечения швов до требуемых размеров подваркой
Смещение кромок — несовпадение кромок свариваемых элементов по высоте	Недоброкачественная сборка элементов; плохое закрепление кромок при сварке	—
Поверхностные поры	Загрязненная поверхность свариваемых кромок или сварочной проволоки, повышенная влажность аргона	Зачистка шабером или механическая обработка поверхностного слоя дефектных участков шва с подваркой или без нее
Внутренние поры, раковины, вольфрамовые или неметаллические включения	То же, касание электродом ванны расплавленного металла; неправильная технология сварки	При превышении допустимых дефектов — удаление участков шва механической обработкой с последующей заваркой

Продолжение прил. 9

Наименование и краткая характеристика дефектов	Возможные причины образования дефектов	Способы устранения дефектов
Непровар — неполное расплавление кромок или поверхностей ранее выполненных валиков	Недоброкачественная подготовка или сборка кромок элементов; неправильная технология сварки	Удаление металла дефектных участков швов механической обработкой с последующей заваркой
Превышение проплава	Неправильная технология сварки, недоброкачественная сборка	То же
Трещины — разрыв в сварном шве или в прилегающих к нему зонах	Склонность алюминиевого сплава к трещинообразованию; нерациональная конструкция сварного соединения; неправильная технология сварки	Засверловка отверстий в концах трещин, удаление металла дефектных участков шва. Заварка трещин при строгом соблюдении требований Руководства

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Основные положения 3
2. Материалы 5
3. Оборудование и компоновка сварочных постов 29
4. Подготовка к сборке и сварке 33
5. Сборка элементов алюминиевых конструкций 38
6. Общие требования к технологии сварки 40
7. Технология сварки плавящимся электродом 42
Режимы автоматической сварки 43
Режимы полуавтоматической сварки 47
8. Технология сварки неплавящимся электродом 52
Режимы сварки неплавящимся электродом 55
9. Контроль качества 60
10. Исправление дефектов сварных соединений 63
11. Требования техники безопасности 65
Меры предупреждения поражений электрическим током . 66
Меры предохранения от вредных выделений 67
Меры предохранения от излучения электрической дуги . 68
Меры безопасности при эксплуатации баллонов с аргоном . 68
Меры пожарной безопасности 69
Приложение 1. Относительная прочность стыковых соединений элементов алюминиевых сплавов 70
Приложение 2. Типы и технические возможности оборудования, аппаратуры и приборов для аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов 70
Приложение 3. Схемы компоновки постов, элементов сварочных горелок и зон сварки 82
Приложение 4. Указания по модернизации полуавтомата типа ПШП-10 с целью использования для точечной аргонодуговой сварки 84
Приложение 5. Методика расчета расхода сварочной проволоки при аргонодуговой сварке 87
Приложение 6. Методика расчетного определения ориентировочного расхода вольфрамовых электродов 88
Приложение 7. Защитный газ для аргонодуговой сварки. Основные правила приемки 90
Приложение 8. Нормативы расхода аргона 91
Приложение 9. Основные дефекты сварных соединений, причины их образования и способы устранения 93

ЦНИИСК им. Кучеренко
Госстроя СССР

РУКОВОДСТВО
ПО АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКЕ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ
АЛЮМИНИЕВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Редакция инструктивно-нормативной литературы

Зав. редакцией Л. Г. Бальян
Редактор О. Г. Дриньяк
Мл. редактор Л. И. Месяцева
Технический редактор Ю. Л. Циханкова
Корректор Н. А. Журавлева

Сдано в набор 30.01.84. Подписано в печать 29.06.84. Т-12772. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 5,04. Усл. кр.-отт. 5,25. Уч-изд. л. 5,79. Тираж 18 000 экз. Изд. № XII—138. Заказ 342. Цена 30 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

1-я типография Профиздат, 109044, Москва, Крутицкий вал, 18.

gost.e-ecolog.ru