

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ**

БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра строительных конструкций

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению контрольной работы "Разработка
технологии сборки и сварки металлической конструкции
и её элементов" по дисциплине "Сварочные работы
в строительстве и основы технологии металлов".**

**Для студентов специальности- 29.03 заочной формы
обучения.**

БРЕСТ 1994

УДК 693.814.25:621.791

В методических указаниях изложена общая схема сборки и сварки металлических конструкций и их элементов. Приведены данные по выбору вида сварки, типа сварного соединения, вида сборочно-сварочного оборудования, режима сварки. Изложены методики оценки свариваемости сталей и определения исходных размеров элементов конструкций. Даны указания по выполнению сварных швов и прихваток, а также по операционному контролю.

Составители: В.И. Драган, к.т.н., профессор,
С.М. Ляликов, к.т.н., доцент.

Рецензент: И.Я. Найчук - к.т.н., директор Брестского НТЦ
Госстроя Республики Беларусь в г. Бресте.

© Брестский политехнический институт 1994

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1.Порядок выполнения контрольной работы	4
2.Выбор общей схемы сборки-сварки	8
3.Выбор вида сварки	9
4.Выбор типа сварного соединения	9
5.Оценка свариваемости сталей	9
6.Определение исходных размеров элементов конструкций	15
7.Выбор режима сварки	18
8.Выбор сварочного оборудования	25
9.Выбор сварочных материалов	25
10.Выбор сборочно-сварочной оснастки	25
11.Выполнение сварных швов и прихваток	30
12.Пооперационный контроль	33
Литература	33
Приложение	36

ВВЕДЕНИЕ

При изготовлении строительных металлических конструкций на заводах металлических конструкций и на стройплощадках широко используется сварка. Она выполняется на основе технологических указаний, которые заносятся в специальный документ - карту технологического процесса сварки.

Задачей контрольной работы является разработка технологической карты (табл. I) на сборку и сварку строительного элемента (отправочной марки), имеющего стержень - балки, колонны, стойки. Старной стержень может быть двутаврового, корабчатого и другого сечения. Составляющие стержень детали - стенка и полки - соединяются между собой протяженными угловыми швами.

Исходные данные для выполнения работы студенты берут из индивидуальной задачи.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.

1. Ознакомиться с вариантом задания.
2. Вычертить чертеж сварной металлической конструкции отправочной марки, указать габаритные размеры, сварные детали и узлы, подписать швы (рис. I.).
3. Выбрать общую схему сборки - сварки.
4. Выбрать вид сварки для выполнения сварных швов металлической конструкции.
5. Выбрать типы сварных соединений деталей и узлов, на чертеже МК нанести соответствующее условное обозначение каждого шва (рис. I и Приложение).
6. Определить химический состав стали [1, 4].
7. Оценить свариваемость стали.
8. Определить исходные размеры элементов конструкции.
9. Выбрать режим сварки.
10. Выбрать сварочное оборудование.
11. Выбрать сварочные материалы.
12. Выбрать сборочно-сварочную оснастку.
13. Описать технологические рекомендации выполнения швов по сечению и длине.
14. Списать мероприятия по операционному контролю.

Полученные данные занести в технологическую карту (табл. I).

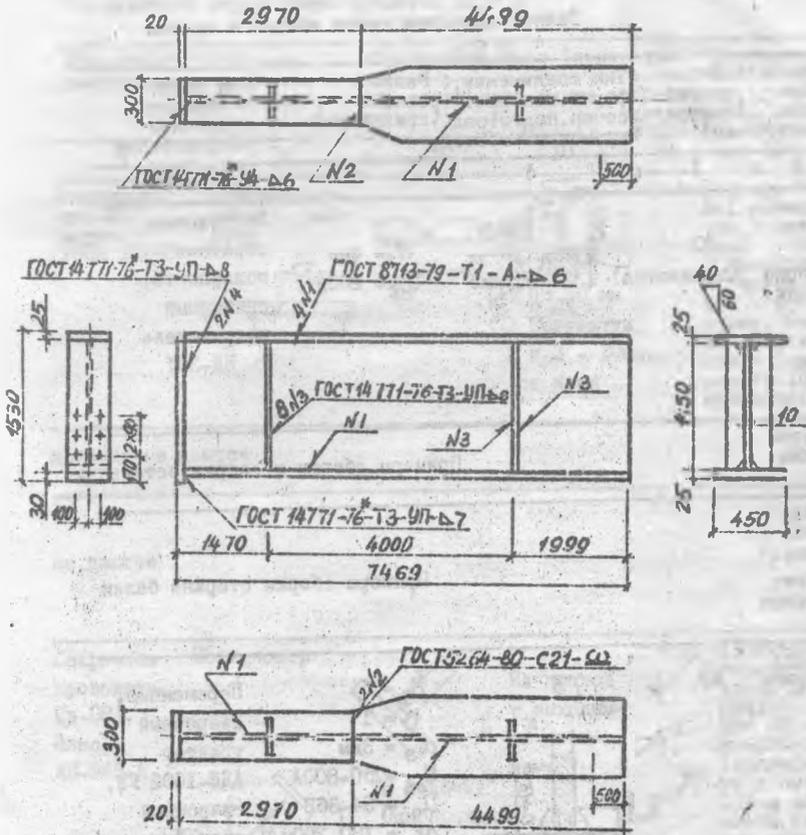
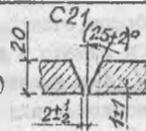


Рис. I. Пример оформления чертежа отправочной марки.

Технологическая карта сборки и сварки

№ : Сталы	: Вид	: Тип соединения	: Режим	: Род тока,
пп: сборки-	: сварки	: форма попереч.	: сварки	: полярность,
: сварки,	: (прихват-	: семен. подготовл.	: (прихватки)	: сварочное
: операции:	: ки)	: кромок и св.соед.		: оборудование

I :	2 :	3 :	4 :	5 :	6 :
-----	-----	-----	-----	-----	-----

I	Сборка-сварка полки	РЗ		$d_3 = 4\text{мм}$ $U_{св} = 200\text{А}$	Постоянный, обратная полярность, сварочный выпрямитель ВД-301
---	---------------------	----	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

2. Сварка полки

Примеры сборки и сварки остальных

II	Сборка сварка стержня				
	1. Сборка стержня				Примеры сборки стержня балки

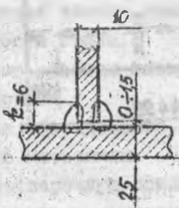
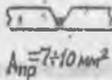
2. Сварка стержня	АФ	ТЗ		$k_f = 6$ $n = I$ $d_3 = 3\text{мм}$ $U_{св} = 750-800\text{А}$ $U_{св} = 34-36\text{В}$ $U_{св} = 180-200\text{м/ч}$ $U_{св} = 40-45\text{ м/ч}$	Переменный, сварочный трактор АДТ-1002 УЗ, сварочный трансформатор ТДЖ-1002-УЗ
-------------------	----	----	------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------

Таблица 1.

отправочной марки балки пролетом 15,0 м

Сварочные материалы :	Сборочно-сварочная оснастка :	Выполнение швов (прихваток) :			Послеоперационный контроль :
7 :	8 :	9 :	10 :	11 :	12 :
Электрод: тип-Э42, марка-УОНИ 13/45	Стеллаж для сборки, прижимы: 			1. Зазор больше 2+1 мм недопустим (замер щупом) 2. Расположение и размер прихваток - согласно схеме. Прихватки очистить от шлака (наружный осмотр 100% прихваток)	
			3 прихватки, 2 и 3 - 10мм от края		

деталей не даются

не даются

Сварочная проволока Св-08А, брус АН-348-А	Позиционер		На проход с выходными планками		1) Отклонение параметр режима: $U_1 = 800A + 50A$; $U_{ст} = 40 + 5 м/ч$; $V_{ст} = 180 + 10 м/ч$; (проверка 2 раз в смену) 2) Швы должны иметь гладкую или мелкошершавую поверхность без трещин и незаваренных кратеров. Размеры и форма шва Т должна соответствовать ГОСТу. Поры, непровары, подтеки согласно требованиям СНиП. Ш-18-75.
		"В лодочку" Однопроходная сварка			

2. ВЫБОР ОБЩЕЙ СХЕМЫ СБОРКИ - СВАРКИ.

Общая схема сборки-сварки отправочной марки может состоять из следующих этапов и операций сборки-сварки:

I. Этап сборки-сварки деталей:

1. Операция сборки деталей.
2. Операция сварки деталей.

II. Этап сборки-сварки узлов:

1. Операция сборки узлов.
2. Операция сварки узлов.

III. Этап оксидательной сборки-сварки отправочной марки:

1. Операция общей сборки отправочной марки.
2. Операция общей сварки отправочной марки.

Выбор количества и последовательности этапов сборки-сварки зависит от:

1. Характера производства.
2. Геометрической формы конструкции и ее габаритов.

В таблице 2 представлены наиболее распространенные общие схемы сборки-сварки отправочной марки, образующей стержень, в зависимости от характера производства.

Таблица 2.

Этапы, операции сборки-сварки и их последовательность в зависимости от характера производства.

Характер производства; количество изделий, шт.	Этап, операции		
	Сборка-сварка : деталей	Сборка-сварка : узлов	Общая сборка-сварка : отправочной марки
Единичное	I. Сборка деталей	-	I. Общая сборка
I-3	2. Сварка деталей	-	2. Общая сварка
Серийное			
малая серия	I. Сборка деталей	I. Сборка узлов	I. Общая сборка
4-10			сборка
средняя серия	2. Сварка деталей	2. Сварка узлов	2. Общая сварка
II-20			сварка
большая серия			
20			

3. ВЫБОР ВИДА СВАРКИ.

При изготовлении металлических конструкций со стержнем широкое применение нашли следующие виды сварки:

Для сварки элементов:

- а) автоматическая дуговая сварка под флюсом (АФ);
- б) механизированная дуговая сварка в углекислом газе (УГ);
- в) ручная дуговая сварка (РЭ).

Для прихватки элементов:

- а) механизированная дуговая сварка в углекислом газе (УГ);
- б) ручная дуговая сварка (РЭ).

Таблица 3

Виды сварки отправочной марки (нижнее положение шва).

Операция	Характер производства	Длина шва, мм	Вид сварки
Сборка (прихватка)	Единичный	-	РЭ
	Серийный	-	УП
Сварка	Единичный	Без ограничения	РЭ
	Серийный	Менее 1000	УП
		Более 1000	АФ

4. ВЫБОР ТИПА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ.

При разработке технологической карты необходимо сделать выбор типа сварного соединения отправочной марки. В табл. 4, 5, 6 представлены типы сварных соединений, наиболее широко применяемые в конструкциях, имеющих стержень.

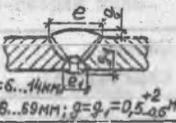
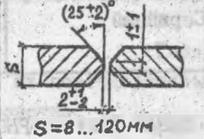
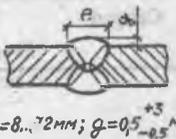
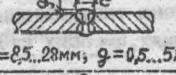
5. ОБЛИГА СВАРИВАЕМОСТИ СТАЛИ.

Под свариваемостью понимают свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Предварительную оценку свариваемости можно дать по химическому составу стали. Чувствительность сварного соединения к образованию холодных трещин оценивают по эквивалентному содержанию углерода свариваемого металла.

Таблица 4

Основные типы стыковых соединений ручной, автоматической и механизированной сварки для строительных конструкций

Характер сварного шва и форма подготовленных кромок	Условн. обознач. сварного соединен.	Способ сварки	Конструктивные элементы	
			подготовленных кромок сварив. деталей	шва сварного соединения
I	2	3	4	5
I. Соединения ручной сварки по ГОСТ 5264-80				
Двусторонний шов без скоса кромок	C7	—		
Двусторонний шов с скосами двух кромок	C21	—		
Двусторонний шов с симметричными скосами двух кромок	C25	—		
II. Соединения автоматической и механизированной сварки под флюсом по ГОСТ 8713-79				
Двусторонний шов без скоса кромок	C7	АФ МФ		
Двусторонний шов со скосом двух кромок	C21	АФ МФ		
Двусторонний шов с двумя симметричными скосами двух кромок	C25	АФ МФ		

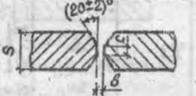
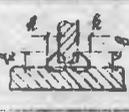
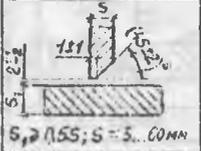
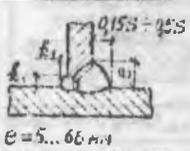
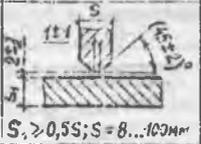
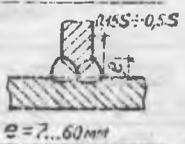
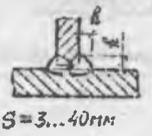
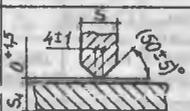
I	2	3	4	5
Ш. Швы механизированной сварки в углекислом газе по ГОСТ 14771-78*				
Двусторонний шов без скоса кромок	С7	УП	 <p> $s = 3 \dots 12 \text{ мм}; b = 0 \text{ мм}$ </p>	 <p> $e = 8 \dots 14 \text{ мм}; g = 2 \pm 1,5 \text{ мм}$ </p>
Двусторонний шов со скосом двух кромок	С2I	УП	 <p> $s = 3 \dots 60 \text{ мм};$ $b = 2 \text{ }^{+1}_{-2} \text{ мм};$ $c = 2 \text{ }^{+1}_{-2} \text{ мм}$ </p>	 <p> $e = 4 \dots 52 \text{ мм}; e_1 = 6 \dots 12 \text{ мм};$ $g = 2 \text{ }^{+1}_{-2} \text{ мм}; g_1 = 2 \text{ }^{+1}_{-1} \text{ мм}$ </p>
Двусторонний шов с двумя симметричными скосами двух кромок	С25	УП	 <p> $s = 6 \dots 120 \text{ мм};$ $b = 2 \text{ }^{+1}_{-2} \text{ мм};$ $c = 2 \text{ }^{+1}_{-2} \text{ мм}$ </p>	 <p> $e = 4 \dots 58 \text{ мм};$ $g = 2 \text{ }^{+1}_{-2} \text{ мм}$ </p>

Таблица 5

Основные типы тавровых соединений ручной, автоматической и механизированной сварки для строительных конструкций

Характер сварного шва и форма подготовленных кромок	Условн. обозн. сварного соединен	Способ сварки	Конструктивные элементы	
			подготовленных кромок свариваемых деталей.	шва сварного соединения
I	2	3	4	5
I. Швы ручной сварки по ГОСТ 5264-80				
Односторонний шов без скоса кромок	T1	--	 $S = 2 \dots 40 \text{ мм}; S_1 \geq 2 \text{ мм}; \beta = 0^\circ$	
Двусторонний шов без скоса кромок	T3	-	 $S = 2 \dots 40 \text{ мм}; S_1 \geq 2 \text{ мм}; \beta = 0^\circ$	
Двусторонний шов со скосом одной кромки	T7	-	 $S \geq 0,5S; S = 5 \dots 60 \text{ мм}; \alpha = 45^\circ$	 $\alpha = 45^\circ; S = 5 \dots 60 \text{ мм}$
Двусторонний шов с двумя симметричными скосами одной кромки	T8	-	 $S \geq 0,5S; S = 8 \dots 100 \text{ мм}; \alpha = 45^\circ$	 $\alpha = 45^\circ; S = 8 \dots 100 \text{ мм}$
II. Швы автоматической сварки по ГОСТ 8713-79				
Односторонний шов без скоса кромок	T1	АФ	 $S \geq 0,5S; \beta = 0^\circ$	 $S = 3 \dots 40 \text{ мм}$
Двусторонний шов без скоса кромок	T3	АФ	 $S \geq 0,5S; \beta = 0^\circ$	 $S = 3 \dots 40 \text{ мм}$

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
Двусторонний шов с двумя скосами одной кромки	Т8	АФ	 $S_1 \geq 0,5S; S = 16 \dots 40 \text{ мм}$	 $g = 2 \dots 4 \text{ мм}; e = 18 \dots 60 \text{ мм}$

Ш. Швы механизированной сварки в углекислом газе по ГОСТ 14771-76*

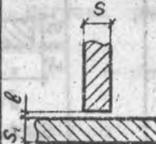
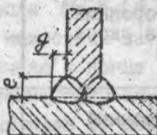
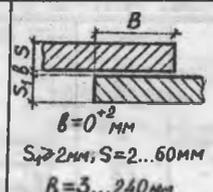
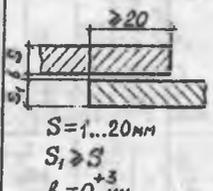
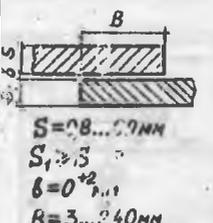
Односторонний шов без скоса кромок	Т1	УП		
Двусторонний шов без скоса кромок	Т3		$S_1 \geq 0,8S$ $S = 0,8 \dots 40 \text{ мм}$ $\beta = 0^{+2} \text{ мм}$	
Двусторонний шов с двумя симметричными скосами одной кромки	Т8	УП	 $S_1 \geq 0,5S$ $S = 6 \dots 80 \text{ мм}$ $\beta = 2^{+1}_{-2} \text{ мм}$ $c = 2^{+1}_{-2} \text{ мм}$	 $e = 6 \dots 53 \text{ мм}$ $g = (0,08S + 0,25S) \pm 2 \text{ мм}$

Таблица 6

Основные типы нахлесточных соединений ручной, автоматической и механизированной сварки для строительных конструкций.

Характер сварного шва и форма подготовленных кромок	Условн. обознач. сварного соедин.	Способ сварки	Конструктивные элементы	
			подготовлен. кромки свариваем. деталей	шва сварного соединения
I	2	3	4	5
I. Соединения ручной сварки по ГОСТ 5264-80				
Односторонний шов без скоса кромок	H1	-	 <p>$\beta = 0^{+2} \text{ мм}$ $S_2 \geq 2 \text{ мм}; S = 2 \dots 60 \text{ мм}$ $B = 3 \dots 240 \text{ мм}$</p>	
Двусторонний шов без скоса кромок	H2			
II. Соединения автоматической и механизированной сварки под флюсом по ГОСТ 8713-79				
Односторонний шов без скоса кромок	H1	АФ	 <p>$S = 1 \dots 20 \text{ мм}$ $S_1 \geq S$ $\beta = 0^{+3} \text{ мм}$</p>	
Двусторонний шов без скоса кромок	H2	МФ		
III. Соединения механизированной сварки в углекислом газе по ГОСТ 14771-76*				
Односторонний шов без скоса кромок	H1	УП	 <p>$S = 0.8 \dots 0.9 \text{ мм}$ $S_1 \geq 3$ $\beta = 0^{+2} \text{ мм}$ $B = 3 \dots 240 \text{ мм}$</p>	
Двусторонний шов без скоса кромок	H2			

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V + Mo}{5} + \frac{Ni + Cu}{15},$$

где символами C, Mn, Cr, V, Mo, Ni, Cu обозначено содержание соответствующих элементов в стали, %.

Стали, у которых $C_3 \leq 0,45\%$, считаются не склонными к образованию холодных трещин. При $C_3 > 0,45\%$ свариваемость сталей ухудшается и они склонны к образованию холодных трещин. Для получения качественного сварного соединения требуются специальные меры, например предварительный подогрев, отжиг после сварки или другие виды термической обработки. Температуру $T, ^\circ C$ предварительного нагрева рассчитывают по формуле

$$T = 350 \sqrt{C_{об} - 0,25},$$

где $C_{об} = C_3 (1 + 0,005S)$,
 S — толщина элемента.

Чувствительность сварного соединения к образованию горячих трещин можно оценить по формуле

$$HCS = \frac{C[3 + P + Si/25 + Ni/100] \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V}.$$

Горячие трещины в сварном соединении не образуются если $HCS < 4$.

В случае образования горячих трещин при сварке жестких заготовок, в наиболее опасных зонах появления трещин в начале и конце шва рекомендуется накладывать связи путем приварки технологических планок, а также сварка концевых участков прямолинейных швов от центра к краю. При сварке жестких заготовок наоборот устраняют закрепления, увеличивают сечение швов, сборку производят с надргом, приводящим к сжатию свариваемых кромок. Положительные результаты дает подогрев до $300 - 400^\circ C$, но его эффективность становится незаметной при дуговой сварке толстолистового металла (30 мм и более). Рекомендуется также сварку вести при малых скоростях.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ РАЗМЕРОВ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ.

Усадка швов и сварочные деформации могут привести к существенному уменьшению обших габаритных размеров конструкций. В связи с этим при заготовке и обработке деталей необходимо предусматривать припуск на линейные размеры элементов конструкций против обозначенных на чертеже.

РАСЧЕТ ПРОДОЛЬНОЙ УСАДКИ.

Продольно-продольные конструкции от сварки удлиняются ввиду

вычисляется по формуле

$$\Delta_{np} = F_{yc} \ell / EA, \quad (1)$$

где ℓ - длина конструкции; $E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа - модуль упругости стали; A - площадь поперечного сечения конструкции.

Усадочная сила для одностороннего шва $F_{yc} = q_n \cdot B, (H)$ (2)

Здесь $q_n = Q_v \cdot A_{w,1}$ - погонная энергия сварки, выраженная в Дж/мм. $A_{w,1}$ - площадь поперечного сечения наплавленного металла один проход металла шва. При многопроходной сварке

$$A_{w,1} = A_w / n,$$

n - число проходов.

Q_v - коэффициент, определяемый по табл. 7.

Таблица 7

Значения Q_v для различных видов сварки

Вид сварки	Сварочные материалы	Q_v , Дж/мм ³
Ручная электродуговая	Электроды УОНИ-13/45	65
Механизированная в CO ₂	Проволока Св - 08 Г2С	38
Автоматическая и механизированная под флюсом	Проволока Св - 08 А	65

$B=170$ - для одностороннего шва.

В многопроходных сварных соединениях добавочная усадочная сила от каждого прохода составляет $\sim 0,15 F_{yc}$, вычисленной по формуле (2). Аналогично принимается и для швов, расположенных рядом. Расчетная сила F_{yc} в этих случаях будет равна сумме F_{yc} от всех проходов или швов.

Усадочная сила в тазовых соединениях при односторонней сварке двусторонних продольных швов

$$F_{yc2} = (1,3 \dots 1,44) F_{yc},$$

где F_{yc} - значение усадочной силы для одностороннего шва, вычисленное по формуле (2).

РАСЧЕТ ПОПЕРЕЧНОЙ УСАДКИ.

Поперечные швы в конструкциях, приваривание различных конструктивных элементов и ребра жесткости на полках и стенках, сваривающие стыки полок и стенок вызывает продольное укорочение сварной конструкции в направлении ее длины.

Поперечная усадка при односторонней сварке соединений

$$\Delta_{поп} = A \frac{\alpha}{\sigma_y} \cdot \frac{q_n}{S}, \quad (3)$$

где A - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние глубины проплавления на $\Delta_{пол}$. При электродуговой сварке встык с полным проплавлением $A \approx 1,0 \dots 1,2$. В случае неполного проплавления листов, например при припарке к ним других элементов нахлестку или в тавр угловыми швами - по табл. 8.

$\alpha = 0,12 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ - коэффициент линейного расширения;

c_{γ} - объемная теплоемкость, равная для сталей $(4,9 \dots 5,2) \cdot 10^{-3} \text{ Дж/мм}^2 \cdot \text{C}$;
 S - толщина элемента.

$q_n = Q_{\gamma} \cdot A_{\gamma}$ - погонная энергия сварки, вводимая в пластину, для которой находят поперечную усадку. Для нахлесточных и тавровых соединений погонную энергию сварки q_{nn} , вводимую в лист толщиной S_n , к которому приваривают другой лист толщиной S_p , можно определить по формуле: $q_{nn} \approx 2 q_n S_n / (2S_n + S_p)$.

Таблица 8.

Формулы для определения коэффициента A

Вид сварки	$q_n, \frac{\text{Дж}}{\text{мм}}$	$q_0 = \frac{q_n}{S}, \frac{\text{Дж}}{\text{мм}^2}$	A
Под флюсом (переменный ток)	5460 ÷ 5380	< 464 ≥ 464	$0,06 + 2,02 \cdot 10^{-3} q_0$ I
	1050 ÷ 2230	< 314 ≥ 314	$0,15 + 2,72 \cdot 10^{-3} q_0$ I
В среде CO ₂ и под флюсом (постоянный ток)	1400 ÷ 1460	< 84 84 ÷ 193 > 193	$0,15 + 2,72 \cdot 10^{-3} q_0$ $-0,12 + 5,93 \cdot 10^{-3} q_0$ I
	1100 ÷ 1140	< 38 38 ÷ 168 > 168	$0,15 + 2,72 \cdot 10^{-3} q_0$ $0,02 + 5,83 \cdot 10^{-3} q_0$ I
	960 ÷ 900 и менее	< 12,5 12,5 ÷ 150 > 150	$0,15 + 2,72 \cdot 10^{-3} q_0$ $0,12 + 5,83 \cdot 10^{-3} q_0$ I

Примечание: При промежуточных значениях q_n коэффициент A определяется линейной интерполяцией.

При сварке многослойных поперечных стыковых швов приращение поперечной усадки от каждого слоя вычисляется по формуле

$$\Delta_n \approx 0,7 \Delta_{\text{пол}1},$$

где $\Delta_{\text{пол}1}$ - поперечная усадка от первого слоя, вычисленная по формуле (3).

Суммарная поперечная усадка от многослойного поперечного шва

$$\Delta_{\text{пол}} = \Delta_{\text{пол}1} (0,3 + 0,7n), \quad (4)$$

где n - число слоев в сварном шве.

Если известна величина $\Delta_{\text{пол}}$ стенки или полки при приварке к ним ребра жесткости или другого элемента, то можно определить продольное укорочение стержня по формулам:

от поперечной усадки стенки

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta_{\text{пол}} A_w / A, \quad (5)$$

от поперечной усадки полки

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta_{\text{пол}} A_f / A, \quad (6)$$

где A_w, A_f, A - площади поперечных сечений стенки, полки и всего сечения.

Суммарное продольное укорочение стержня находится сложением укорочений от отдельных швов, полученных по формулам (5), (6).

7. ВЫБОР РЕЖИМА СВАРКИ.

Для выполнения сварных швов и прихваток необходимо в технологической карте представить режимы сварки. Под режимом сварки понимают совокупность параметров процесса сварки, обеспечивающих получение швов заданных размеров, формы и качества.

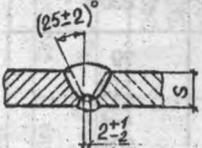
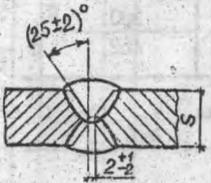
Основными параметрами режима ручной дуговой сварки являются диаметр электрода и сварочный ток (табл. 9).

Параметры режима механизированной сварки: диаметр электрода, скорость ее подачи, величина сварочного тока и напряжения, вылет электрода (табл. 10).

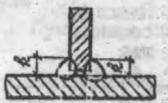
Режим автоматической сварки под флюсом характеризуют следующие параметры: род и полярность тока, величина сварочного тока и напряжения на дуге, диаметр электродной проволоки и скорость ее подачи, скорость сварки (табл. 11).

Таблица 9

Режимы ручной электродуговой сварки (n , d_s , $J_{св}$)

Шов	Условное обозначение по ГОСТ	Толщина или катет шва S , t , мм	Число проходов n	Площадь сечения шва $A_{ш}$, мм ²
1	2	3	4	5
	C7	6	2	32,2
	C2I	6	1	36,0
		8	2	52,0
		10	2	72,0
		12	3	95,0
	C25	14	2	79,0
		16	3	96,0
		18	3	115,0
		20	4	135,0
		22	4	158,0
		24	5	182,0
		26	5	207
		28	6	235
30	7	264		

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	
	Т1	4	1	12	
	Т3	6	1	24	
		8	1	40	
		Н1	10	2	63
		Н2	12	2	83
			14	3	113
			16	4	147
	ТВ	18	5	186	
		20	6	230	
		10	2	79	
		12	3	113	
		14	4	154	
		16	5	201	
		18	7	254	
20	8	314			
22	10	380			
24	12	452			
Выбор диаметра электрода d_3 , мм					
Однопроходная сварка	Многопроходная сварка				
3 - 4	3 - 4 - для первого прохода 5 - 6 - для последующих проходов				

Примечание: 1. Величина сварочного тока, А $I_{св} = 50 \cdot d_3$.
2. Прихватки выполняются электродами $d_3 = 4$ мм.

Режимы механизированной электродуговой сварки в CO_2
($n, d, I_{сб}, U_d, v_{пр}, \xi, Q$)

Таблица 10

Тип шва	Толщина металла, катет шва, мм	Режим сварки				Скорость подачи проволоки $v_{пр}, м/ч$	Площадь сечения шва ⁴ $A_w, мм^2$
		Число проходов п.	Диаметр эл. проволоки $d, мм$	Сварочный ток $I_{сб}, А$	напряжение на дуге $U_d, В$		
1	2	3	4	5	6	7	8
С7	5 - 6	2	1.4	160-18	22-24	340-380	40.0-42.0
			1.6	280-300	28-30	340-380	
			2.0			300-320	
	8-10		1.4	220-240	26-28	400-450	54-62.5
1.6	320-360	30-32	320-360				
2.0			320-360				
С21	10-16	2-3	1.4	280-300	30-32	520-560	53.9-129.0
			1.6	360-380	30-32	360-400	
			2.0			340-360	
	18-24	4-5	1.4	300-320	32-34	600-650	157.0-280.0
1.6	380-420	34-36	420-450				
2.0			360-380				
С25	18-22	4	1.4	300-320	32-34	600-650	103.0-136.0
			1.6	380-420	34-36	420-450	
			2.0			360-380	
	24-26	4-6	1.4	300-320	32-34	600-650	169.0-192.0
1.6	380-420	34-36	420-450				
2.0			360-380				

Продолж. табл. 10

1	2	3	4	5	6	7	8
С25	26-30	4-6	1.4	300-320	32-34	600-650	192.0-246.0
			1.6	380-420	34-36	420-450	
2.0	360-380						
32-36	6-8	6-8	1.4	300-320	32-34	600-650	273.0-318.0
			1.6	380-420	34-36	420-450	
2.0	360-380						
Т4 Т3	6-8	1	1.4	300-320	32-34	600-650	24.2-47.0
			1.6	380-420	34-36	420-450	43.4-94.0
2.0	360-380						
Н1 Н2	10-12	2	1.4	300-320	32-34	600-650	54.0-85.0
			1.6	380-420	34-36	420-450	108.0-170.0
2.0	360-380						
14-16	3-4	3-4	1.4	300-320	32-34	600-650	113.0-148.0
			1.6	380-420	34-36	420-450	226.0-296.0
2.0	360-380						

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. При сварке проволокой диаметром 1,4 мм вылет электрода для диаметра 1,6 мм вылет электрода для диаметра 2,0 мм вылет электрода

$l_3 = 10-15$ мм;
 $l_3 = 15-20$ мм;
 $l_3 = 20-25$ мм.

- Расход углекислого газа $Q = 1000 - 2000$ л/ч.
- Прихваточные швы выполняются диаметром проволоки $d_0 = 1,4$ мм за один проход для соответствующей толщины (катета).
- Площади сечения швов для Т1 и Н1 даны над чертой, под чертой - для Т3 и Н2.

Таблица 11

Режим автоматической сварки под флюсом

Тип апп.	Толщина металла S, катет шва k, мм	Режим сварки						Площадь сечения шва $A_{ш}$, мм ²
		число проходов n	диаметр сварочной проводаки, мм	Напряжение дуги, В	Сварочный ток, А	Скорость подачи проводаки, м/ч	Скорость сварки м/ч	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
07	10-12	2	3	23-30	380-420	70-75	55-60	75,0-84,0
	14-16	2	3	28-30	400-450	75-85	50-55	94,0-104,0
	18-20	2	4	30-32	600-650	80-85	29-32	121,0-138,0
021	16-18	2	4	32-34	700-750	95-110	28-30	167,0-194,0
	20-22	2	5	36-38	850-900	100-110	18-20	230,0-279,0
025	24-26	2	4	39-40	880-930	150-160	18-20	254,0-292,0
	26-30	4	4	38-40	900-950	130-140	18-23	342,0-395,0
	30-32	4	4	40-42	950-1000	150-160	16-18	395,0-466,0
	36-40	4	4	42-44	1000-1100	180-190	16-18	500,0-574,0

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Т1*	4	I	3	34-36	600-650	120-140	55-60	8,0 / 16,0
Т2*	6	I	3	34-36	650-700	160-170	45-50	12,5/25,0
Т3*	8	I	3	34-36	750-800	180-200	40-45	18,1/36 ?
Т4*	5	I	4	36-38	850-900	170-130	35-37	31,8/63,3
Т5*	10	I	4	38-40	900-950	130-140	32-35	50,0/100,0
Т6*	12	I	4	40-42	950-1000	140-150	30-32	72,0/144,0
Т7*	14	2	4	42-44	1000-1100	170-180	26-28	98,0/196,0
Т8**	3	I	3	28-30	425-475	120	55	12,5/25,0
Т9**	7	I	3	28-30	500-550	208	48	24,5/49,0
Т10**	8	I	4	36-36	850-900	120-130	35-37	31,8/63,6
Т11**	10	I	4	38-40	900-950	130-140	32-35	50,0/100,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

* — При сварке в лодочку.

** — При горизонтальном положении стенки.

Площади сечения шва приведены в числителе для Т1 и Т11,
в знаменателе — для Т8, Т2 и Т3.

8. ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Для выполнения дуговой сварки и прихваток на заводах МК используются следующие основные виды сварочного оборудования:

1. Источники питания дуги - трансформаторы для сварки на переменном токе и выпрямители - для сварки на постоянном токе.
2. Аппараты для выполнения сварки - шланговые полуавтоматы для сварки в среде CO_2 и сварочные автоматы (сварочные тракторы и головки) для сварки под слоем флюса.

Некоторые типы сварочного оборудования приведены в табл.12.

9. ВЫБОР СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Сварочные материалы - это электроды покрытые, проволока сварочная, флюсы, защитные газы и др. - относятся к расходным в процессе сварки и прихватки материалам. Выбор вида и марки сварочного материала зависит от :

1. Марки свариваемой стали.
2. Вида сварки.
3. Условий эксплуатации конструкций, т.е. группы конструкций.
4. Климатического района, в котором эксплуатируется конструкция,

Выбор сварочных материалов необходимо производить в соответствии со СНиП II-22-81^X. Стальные конструкции. Нормы проектирования. В таблице 13 приведены материалы, применяемые для сварки соответствующих сталей.

10. ВЫБОР СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЙ ОСНАСТКИ.

Применяют следующие виды сборочного оборудования:

1. Сборочные кондукторы, имеющие жесткое основание в виде рамы или плиты, на которой размещены установочные и зажимные элементы (рис.2).

2. Сборочные стенды, где неподвижное основание с установочными и зажимными элементами дополнительно оснащено передвижными устройствами (рис.3).

3. Универсальные-сборочные приспособления, имеющие основание в виде плиты с Т-образными пазами для размещения и закрепления набора установочных и зажимных элементов в соответствии с конфигурацией собираемого изделия.

4. Переносные приспособления (стяжки, струбцины, распорки и др.) (рис. 4).

Таблица 12

Сварочное оборудование.

Вид сварки	Источники питания		Аппараты для сварки	
	Наименование: тип	Ток, А	Наименование тип	Основные ха- рактеристики
Ручная дуговая	Сварочный трансформатор ТДМ-401 У2	70-460	-	-
	ТСД-500-1	200-600	-	-
	Сварочный выпрямитель ВД 301	45-300	-	-
	ВС 500	50-500	-	-
Механизированная дуговая в углекислом газе	Сварочный выпрямитель ВДУ-504-1	100-500	Сварочный полуавтомат ПДП-502-4	$d_2 = 1,6 \text{ мм}$ $v_{np} = 200 \pm 1000$ м/ч
	Сварочный преобразователь ПГС - 500-1	100-500	Сварочный полуавтомат А 537	$d_2 = 1,6 \pm 2 \text{ мм}$ $v_{np} = 80 \pm 520$ м/ч
Автоматическая дуговая под флюсом	Трансформатор сварочный ТДМ-1002-У3	300-1200	Сварочный автомат АДБ-1002 У3	$d_2 = 3 \pm 5 \text{ мм}$ $I_{св}$ до 1000А, $v_{np} = 60 \pm 360 \text{ м/ч}$ $v_{сг} = 15 \pm 120 \text{ м/ч}$
	Сварочный выпрямитель ВДУ - 1001	300-1000	Сварочный автомат АДС-1000-5У3	$d_2 = 2 \pm 5 \text{ мм}$ $I_{св}$ до 1000А, $v_{np} = 60 \pm 360 \text{ м/ч}$ $v_{сг} = 10 \pm 100 \text{ м/ч}$

- Примечания: 1. Технические характеристики сварочного оборудования должны соответствовать значениям параметров режима сварки.
2. Механизированную сварку в углекислом газе необходимо выполнять на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).
3. Автоматическую дуговую сварку под флюсом для конструктивной группы I предпочтительно выполнять на постоянном токе обратной полярности.

Таблица 13

Материалы для сварки, соответствующие маркам стали

Группы конструкций в климатических р-ах	Марки стали	Материалы для сварки				
		под флюсом		в углекис. газе (по ГОСТ 8050-76) или в его смеси с аргоном (по ГОСТ 10157-79)	поскрытыми электродами по ГОСТ 9467-75	
		Марки				
		флюсов по ГОСТ 9087-81	сварочный проволоки по ГОСТ 2246-70		тип электродов	Марка электродов
2, 3 и 4 во всех р-ах, кроме I ₁ , I ₂ , II и I ₃	I8сп, I6сп, I8кп, I8Гсп, I6Гсп, ВСтЗсп, ВСтЗсп, ВСтЗкп, ВСтЗГсп, 20, ВСт1пс	АН-348-А, АН-60	Св-08А, Св-08ГА		Э42, Э46	УОНИ-6, АНО-3
	09Г2С, 09Г2, 10Г2С1, 14Г2, 15ХНД, 10ХНД, 10ХСНД	АН-47, АН-43	Св-10НМА, Св-08ХМ, Св-10Г2, Св-08ГА, Св-10ГА	Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ	Э45, Э50	АНО-3, УОНИ-3
	16Г2АФпс, 16Г2АФ, 16Г2СФ, 16Г2АФпс, 14Г2АФ	АН-17М, АН-348-А	Св-10НМА, Св-08ХМ	Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА	Э50, Э60	УОНИ-3, УОНИ-13/65
I во всех р-ах; 2, 3 и 4 в р-ах I ₁ , I ₂ , II и I ₃	I8сп, I6Гсп, I6Гсп, ВСтЗсп, ВСтЗсп, ВСтЗкп, 20, ВСт1пс	АН-348-А	Св-08А, Св-08ГА		Э42А, Э46А	УОНИ-13/45, АНО-8
	09Г2С, 09Г2, 10Г2С1, 14Г2, 15ХНД, 10ХНД, 10ХСНД	АН-47, АН-43, АН-348-А	Св-10НМА, Св-08ХМ	Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ	Э45А, Э50А	АНО-8, УОНИ-13/45
	16Г2АФпс, 16Г2АФ, 16Г2АФпс, 14Г2АФ	АН-348-А, АН-17М, АН-47		Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА	Э50А, Э60	УОНИ-13/65

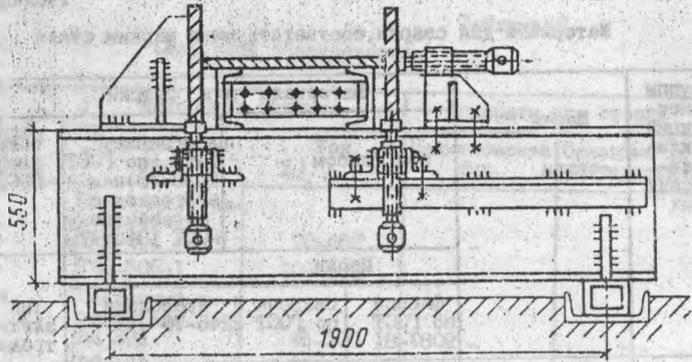


Рис. 2. Кондуктор с винтовыми прижимами для сборки сварных двутавров.

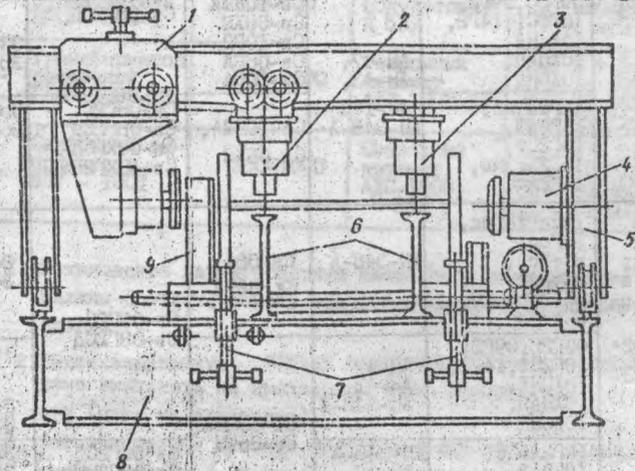


Рис. 3. Установка с передвижным порталом для сборки балок: 1, 2-передвижные пневматические прижимы; 3, 4-неподвижные пневматические прижимы; 5-передвижной портал; 6-продольные балки; 7-вертикальные регулировочные винты; 8-рама; 9-стойка-фиксатор.

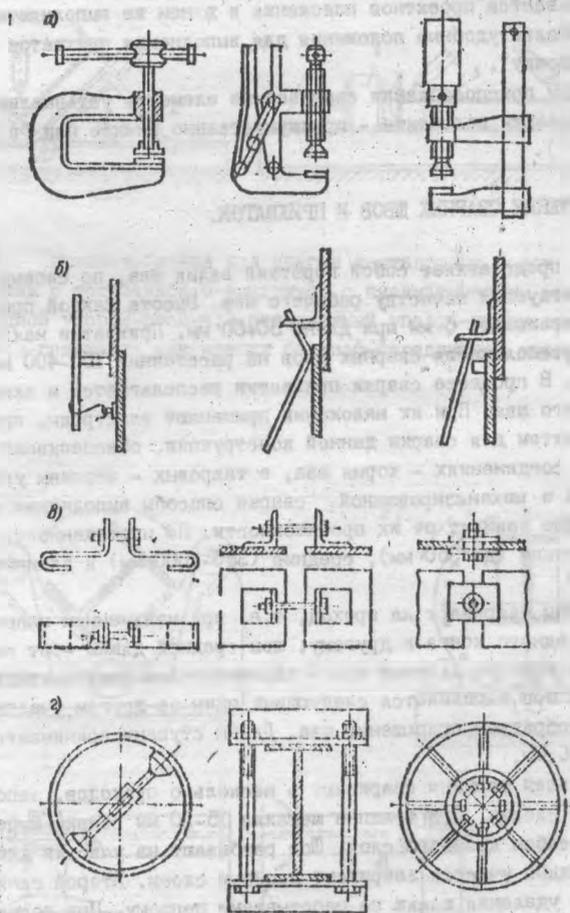


Рис. 4. Универсальные приспособления для сборки;
а-струбины; б-прямые устройства;
в-стяжные приспособления; г-винтовые рас-
порки, хомуты (замки).

При помощи сборочных приспособлений собираемым под сварку элементам обеспечивается проектное положение и в нем же выполняются прихватки. Наиболее удобные положения для выполнения прихваток - нижнее и "в лодочку".

В сварочном приспособлении свариваемые элементы устанавливают в удобное для сварки положение - преимущественно нижнее или "в лодочку" (рис. 5, 6).

11. ВЫПОЛНЕНИЕ СВАРНЫХ ШВОВ И ПРИХВАТОК.

Прихватка представляет собой короткий валик шва, по своему качеству соответствующий качеству рабочего шва. Высота каждой прихватки не должна превышать 6 мм при длине 50±60 мм. Прихватки накладывают в местах расположения сварных швов на расстоянии 150-400 мм одна от другой. В процессе сварки прихватки располагаются и входят в состав рабочего шва. При их наложении применяют электроды, предусмотренные проектом для сварки данной конструкции, обеспечивают провар в стыковых соединениях - корня шва, в тавровых - вершины угла шва.

При ручной и механизированной сварке способы выполнения сварных швов по длине зависят от их протяженности. По протяженности швы делятся на короткие (до 350 мм), средние (350-1000 мм) и длинные (свыше 1000 мм).

Короткие швы сваривают на проход, т.е. при неизменном направлении сварки, от одного конца к другому; швы средней длины - от середины соединения к концам; длинные швы - обратноступенчатой сваркой, при которой сварной шов выполняется следующими один за другим участками в направлении, обратном приращению шва. Длина ступени принимается в пределах 100-350 мм.

Металл большей толщины сваривают в несколько проходов, заполняя разделку кромок слоями. При толщине металла 15-20 мм сварку выполняют секциями способом двойного слоя. Шов разбивают на участки длиной 250-300 мм и каждый участок сваривают двойным слоем. Второй слой накладывают после удаления шлака по неостывшему первому. При толщине металла 20-25 мм и более применяют сварку каскадом или сварку горкой. Каскадный способ заключается в следующем. Весь шов разбивают на участки и сварку ведут непрерывно. Закончив сварку слоя на первом участке, сваривают первый слой на втором участке и продолжают сварку на первом участке, накладывая второй слой по неостывшему первому слою и т.д. Сварка горкой является разновидностью сварки каскадом, обычно выполняется двумя сварщиками одновременно и ведется от середины шла к краям. Способы сварки швов представлены на рис. 7.

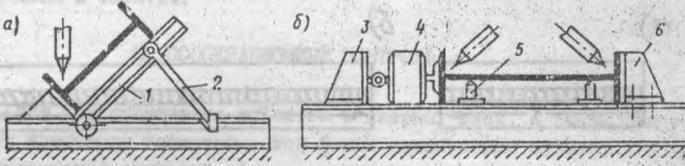


Рис. 5. Приспособления для сварки двутавровых балок; а-стеллаж с подставкой; б-кондуктор с пневматическим прижимом; 1-откидной упор; 2-стойка; 3-неподвижный упор; 4-пневматический прижим; 5-подставка для стенки балки; 6-передвижной упор.

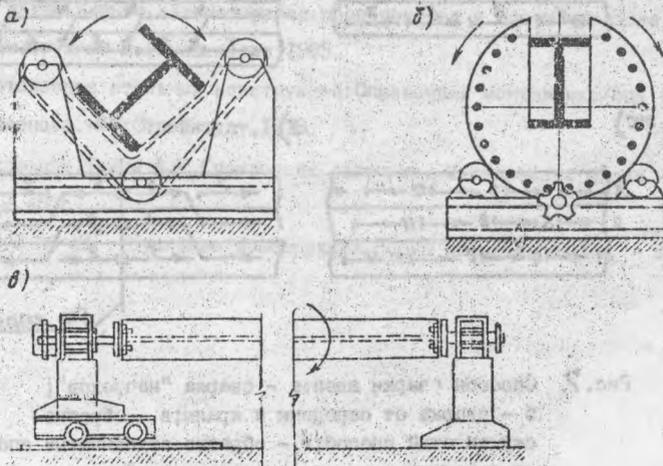
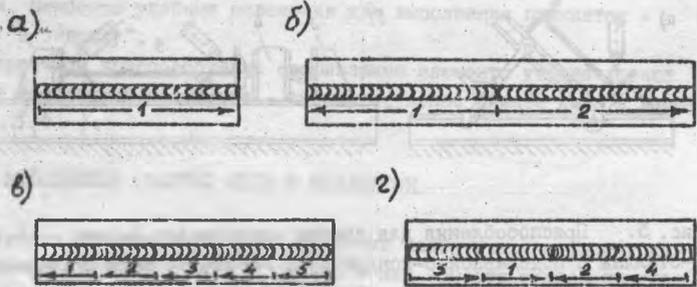


Рис. 6. Схемы кантователей для сварки балок: а-цепной; б-цевочный; в-центральной.

Однопроходные швы



Многопроходные швы

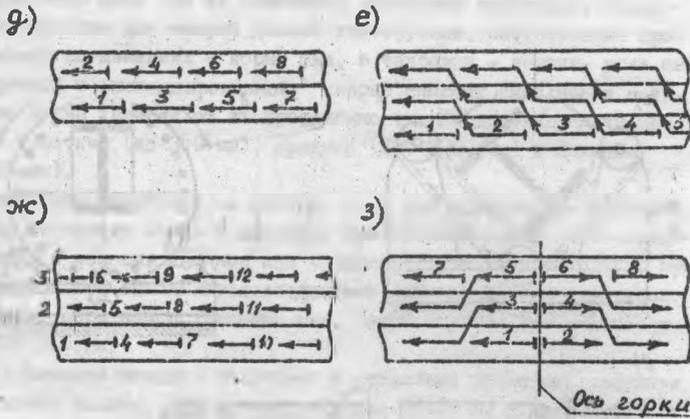


Рис. 7. Способы сварки швов: а - сварка "напроход"; б - сварка от середины к краям; в - обратно-ступенчатый способ; г - обратно-ступенчатый способ от середины к краям; д - сварка двойным слоем; е, з - сварка каскадом и горкой; ж - сварки секциями.

Последовательность выполнения швов в свариваемых элементах приведена в табл.14.

12. ПООПЕРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ.

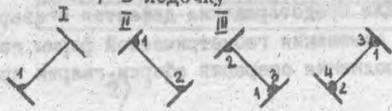
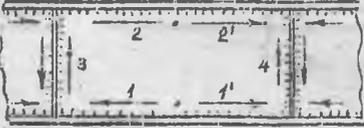
Для предотвращения дефектов в сварных швах, а также для уменьшения изменения геометрической формы свариваемых элементов в процессе выполнения операций сборки-сварки проводят пооперационный контроль.

В таблице 15 приведены технические требования, предъявляемые к качеству операций сборки и сварки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сварка и резка в промышленном строительстве: Справочник строителя. Т. 1, 2. - М.: Стройиздат, 1989.
2. Николаев П. А., Куркин С. А., Винокуров В. А. Сварные конструкции. Технология изготовления, автоматизация производства и проектирование сварных конструкций М.: Высш. школа, 1983.
3. Изготовление стальных конструкций: Справочник монтажника/Под ред. В. М. Краснова. - М.: Стройиздат, 1978.
4. Берховенко, Тукин А. К. Справочник сварщика. - М.: Высшая школа - 1990. - 480с.
5. СНиП П-23-81^{*}. Стальные конструкции. Нормы проектирования. - М; 1988.

Выполнение швов в свариваемых элементах

Характер производства группа конструкций	Последовательность выполнения
Серийное, I	<p style="text-align: center;">В "лодочку"</p>  <p style="text-align: center;">I-2-3-4 в одном направлении, кантовать 3 раза</p>
Серийное 2,3,4.	 <p style="text-align: center;">I-2-3-4 в одном направлении, кантовать 3 раза</p> <p style="text-align: center;">в нижнем положении</p>  <p style="text-align: center;">I-2-3-4 - разрешается в одном направлении, кантовать 1 раз</p>
Единичное, все группы конструкций	 <p style="text-align: center;">I-2-3-4 - от гентра к краям элемента</p>

Пооперационный контроль

Операции и объемы контроля	Метод и объем контроля	Технические требования к объекту контроля
<u>Сборка</u>		
1. Форма кромок	Выборочный обмер кромок с помощью шаблона	Форма и размеры кромок должны соответствовать типу шва
2. Наличие или отсутствие зазора между кромками	Выборочный замер зазора с помощью щупа	Зазор больше t I недопустим (при сварке с зазором), зазор больше 0,3 мм недопустим (при сварке без зазора)
3. Прихватки	Напужный 100%	Расположение и размеры прихваток согласно схеме. Прихватки очистить от шлака.

Сварка

1. Соблюдение режима сварки	Наблюдение за приборами 2 раза в смену	Отклонение параметров режима не более 5%
2. Сварные швы (все группы конструкций)	Наружный осмотр 100% швов с проверкой размеров.	Швы должны иметь гладкую или мелкокочувчатую поверхность без трещин и незаваренных кратеров; размеры и форма швов должны соответствовать ГОСТам; непроары, поры, подрезы, шлаковые включения - согласно нормативным требованиям СНиП-18-75.
3. Сварные швы 2,3 группы конструкций	Выборочный физический контроль швов без разрушения	Швы не должны иметь трещин. Форма и размеры допускаемых внутренних дефектов - согласно требованиям СНиП-4-18-75
4. Сварные швы I группы конструкций	100% контроль физическими методами без разрушения.	Швы не должны иметь трещин, подрезов, непрочоров и скопления пор.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
НА ЧЕРТЕЖАХ

Швы сварных соединений условно изображаются и обозначаются на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.312-72. Независимо от способа сварки видимый шов изображают сплошной основной линией, а невидимый - штриховой. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (наклонный отрезок), а для расположения условного обозначения от линии-выноска-полку (горизонтальный отрезок) (рис. 8). Условное обозначение шва наносят над полкой линии-выноска, если изображен видимый шов, и под полкой, если шов невидимый. В сечении границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва - сплошными тонкими линиями (рис. 9). На изображения сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их необходимо обозначать прописными буквами русского алфавита (рис. 9).

Структурная схема условного обозначения стандартного шва состоит из следующих элементов (рис. 8):

1- вспомогательные знаки шва по зачкнутой линии и монтажного шва;



- шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения;

- шов по зачкнутой линии. Диаметр знака от 3 до 5 мм.

2- обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

3- буквенно-цифровое обозначение соединения по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

4- условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (допускается не указывать);

АФ - автоматическая на весу;

ИФ - механизированная на весу;

УП - в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом;

РЭ - ручная дуговая сварка;

5- знак Δ и величина катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

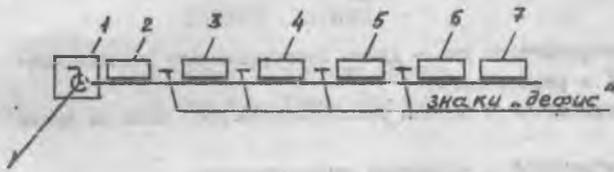


Рис. 8. Структурная схема условного обозначения стандартного шва.

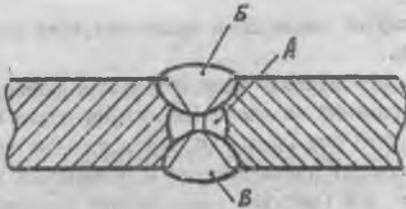


Рис. 9. Изображение границ шва и проходов.

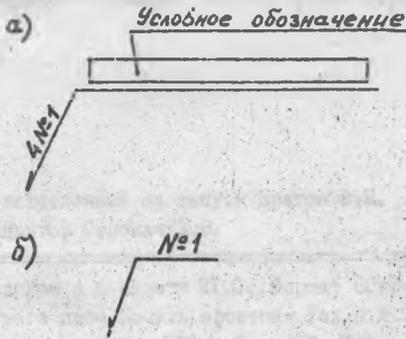


Рис. 10. Обозначение одинаковых швов: а - для одного шва, б - для остальных таких же швов.

б - для прерывистого шва - длина провариваемого участка, знака / или Z и размер лага;

/ - шов прерывистый с цепным расположением. Угол накл на линии $\sim 60^\circ$;

Z - шов прерывистый с шахматным расположением;

7-вспомогательные знаки:

Ω - усиление шва снять;

⋯ - наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу.

□ - шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа.

Всем одинаковым швам присваивают один порядковый номер, который наносят у одного из изображений на линии-выноске, на полке которой указано условное обозначение шва (рис. 10, а). От остальных изображений таких же швов проводят линии-выноски с полками, на которых проставляют номер того же шва (рис. 10, б). Количество одинаковых швов указывают на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным условным обозначением шва (рис. 10, а).

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители:

Вячеслав Игнатьевич Драган
Сергей Михайлович Лялик

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению контрольной работы "Разработка технологии сборки и сварки металлической конструкции и ее элементов" по дисциплине "Сварочные работы в строительстве и основы технологии металлов".

Для студентов специальности 2903 "Промышленное и гражданское строительство" заочной формы обучения.

Ответственный за выпуск Драган В.И.

Редактор Строкач Т.В.

Подписано к печати 21.02. Формат 60x84/16:

Бумага писч. Печать офсетная. Усл. п. л. 2,2

Уч. изд. л. 24 Тираж 150 экз. Заказ № 222.

Бесплатно. Отпечатано на ротационной машине Брестского политехнического института. 224017, Брест, ул. Московская, 267.