КУРС ЛЕКЦИЙ-ПРЕЗЕНТАЦИЙ

по дисциплине

«Проектирование сварных конструкций»

лекция №3

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

к.т.н., ст. преп. кафедры «ОиТСП» БЕНДИК Татьяна Ивановна

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ

Тема 2. Характеристика различных сварных соединений и области их применения.

- **Классификация сварных швов и соединений.**
- **Изображение и обозначение сварных соединений на чертежах.**
- **Конструктивные особенности соединений, выполняемых сваркой плавлением, сваркой давлением и специальными способами сварки, применение их в конструкциях.**
- **Паянные и клееносварные соединения.**
- **Комбинированные соединения.**

Классификация сварных швов и соединений

Сварным швом называется закристаллизовавшийся металл, который в процессе сварки находился в расплавленном состоянии.
Сварные швы подразделяют по форме сечения на **стыковые, угловые, прорезные (рисунок 1)**.

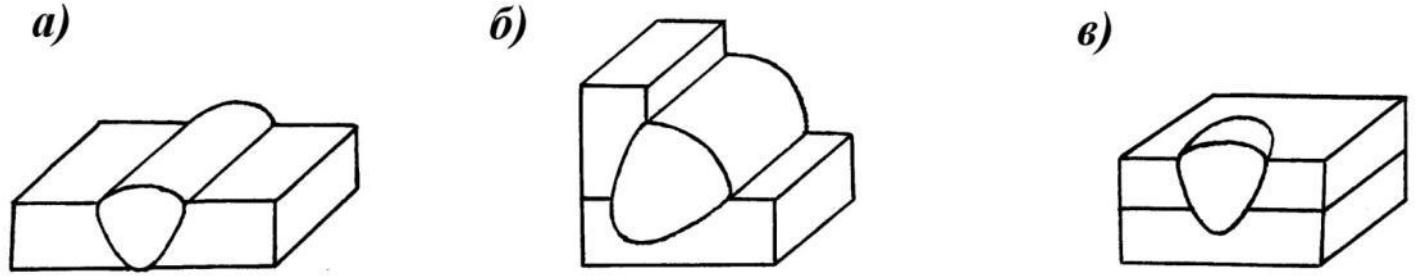


Рисунок 1 -Типы сварных швов по ГОСТ 2601-84:
а - стыковой; б – угловой; в – прорезной

В стандартах Республики Беларусь, основанных на международной практике (СТБ EN/ISO) можно встретить тавровые швы, т.е швы, выполняемые с полным проплавлением стенки (см. рисунок 2)

Рисунок 2 – Сварные швы : а – схема поперечного сечения таврового шва; б – макрошлиф углового шва; в – макрошлиф таврового шва

Сварное соединение – неразъемное соединение, выполняемое сваркой.

Сварные соединения в зависимости от характера сопряжения свариваемых деталей могут быть:

- **стыковыми (сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцовыми поверхностями);**
- **нахлесточными (сварное соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга);**
- **угловыми (сварное соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев),**
- **тавровыми (сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента);**
- **торцовыми (сварное соединение, в котором боковые поверхности сваренных элементов примыкают друг к другу).**

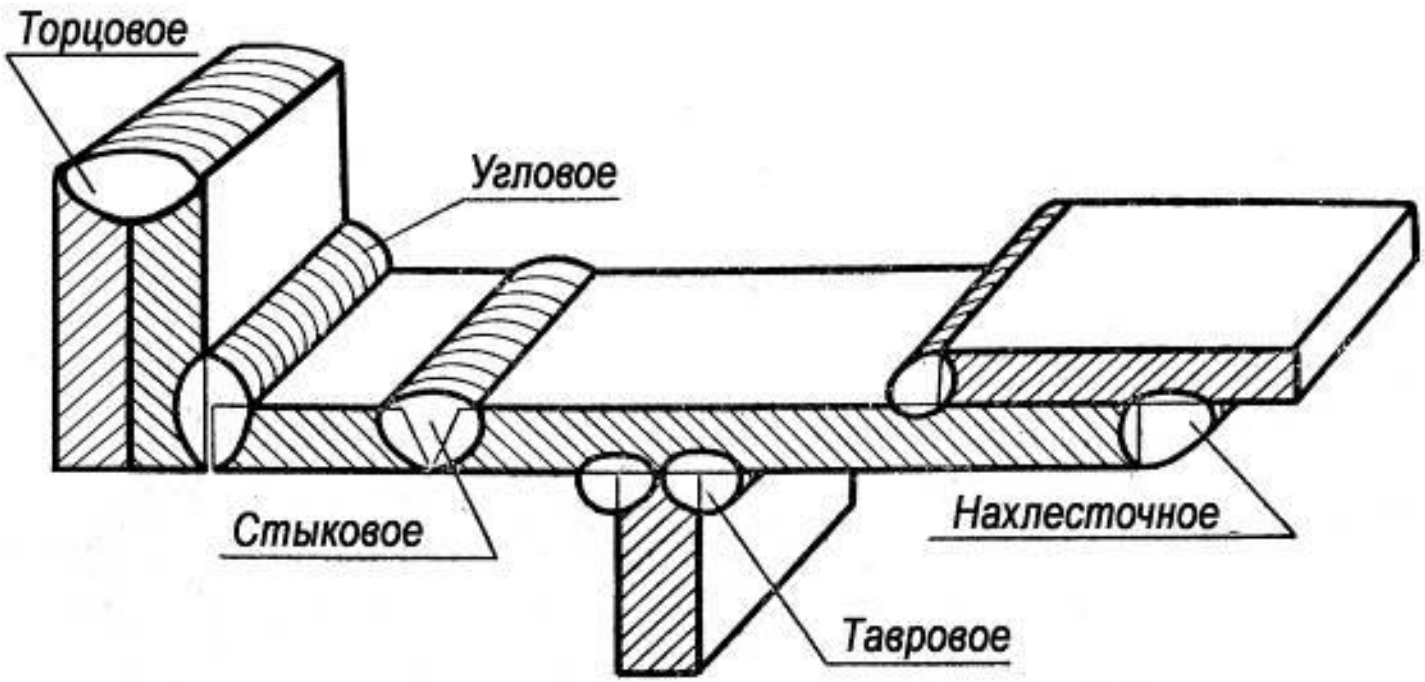
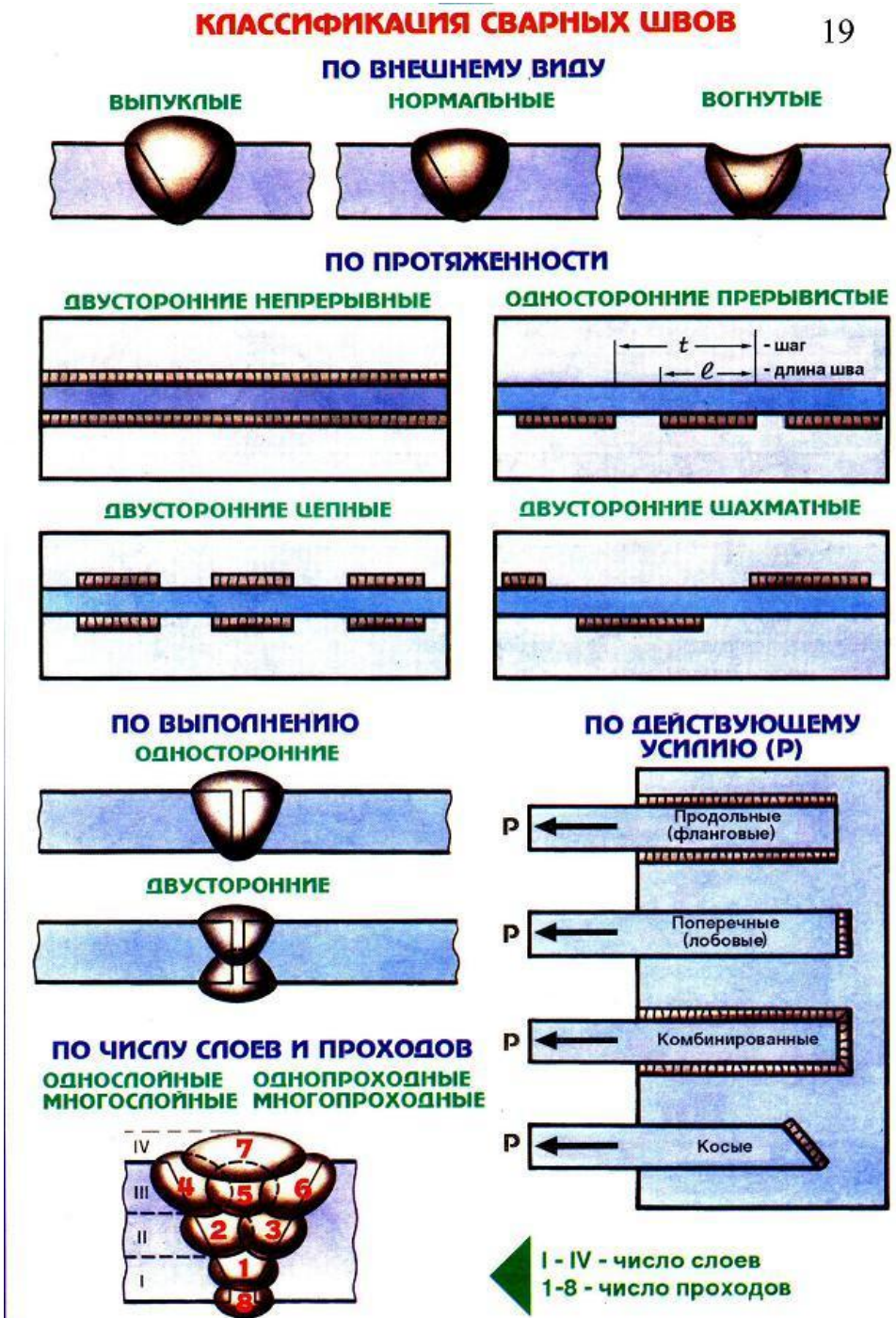
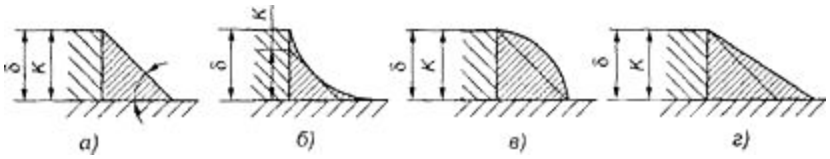


Рисунок 3 -Типы сварных соединений по ГОСТ 2601-84





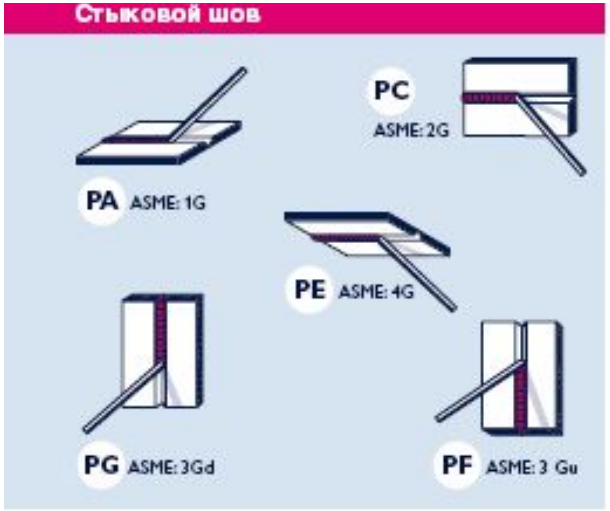
Типы угловых швов: а — нормальный; б — вогнутый; в — выпуклый; г — специальный

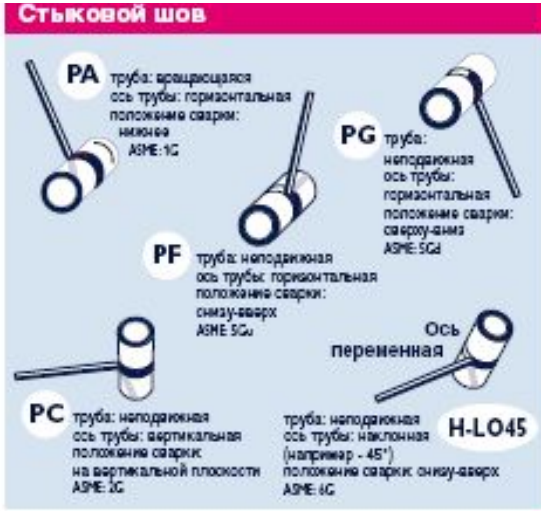
Вогнутые швы применяют в особо ответственных конструкциях при переменных нагрузках, так как вогнутость обеспечивает плавный переход шва в основной металл детали, благодаря чему снижается концентрация напряжений. Вогнутый шов повышает стоимость соединения, так как требует глубокого провара и последующей механической обработки для получения вогнутости, выпуклые - вызывают повышенную концентрацию напряжений.

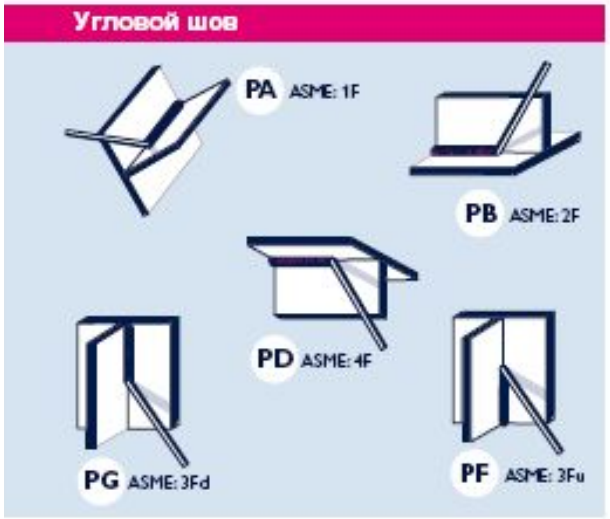
Наиболее приемлем нормальный профиль углового шва.

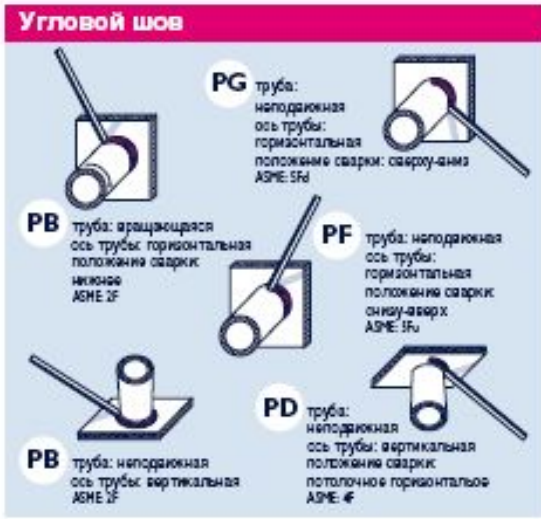
Специальные швы применяют при переменных нагрузках, так как значительно снижает концентрацию напряжений.

Классификация по расположению шва в пространстве (EN ISO 6947)

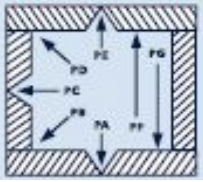








Обозначения для пространственных положений сварки



PA	нижнее сля стыковых и угловых жвов	PD	горизонтальное потолочное
PB	горизонтальное нижнее для угловых жвов	PE	потолочное
PC	горизонтальное на вертикальной плоскости	PF	снизу вверх
		PG	сверху вниз

Характер сварного соединения, его размеры, подготовка кромок регламентируются соответствующими стандартами. В сварочном производстве наиболее распространенными являются следующие стандарты:

СТБ 1016-96 – Соединения сварные. Общие технические условия.

ГОСТ 5264-80 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 8713-79 – Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 11534-75 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острым и тупым углом;

ГОСТ 11533-75 – Сварка под флюсом. Соединения сварные под острым и тупым углом;

ГОСТ 23518-79 – Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острым и тупым углом;

ГОСТ 15878-79 «Контактная сварка. Соединения сварные. Конструктивные элементы».

ГОСТ 14806-80 – Дуговая сварка алюминия в инертных газах;

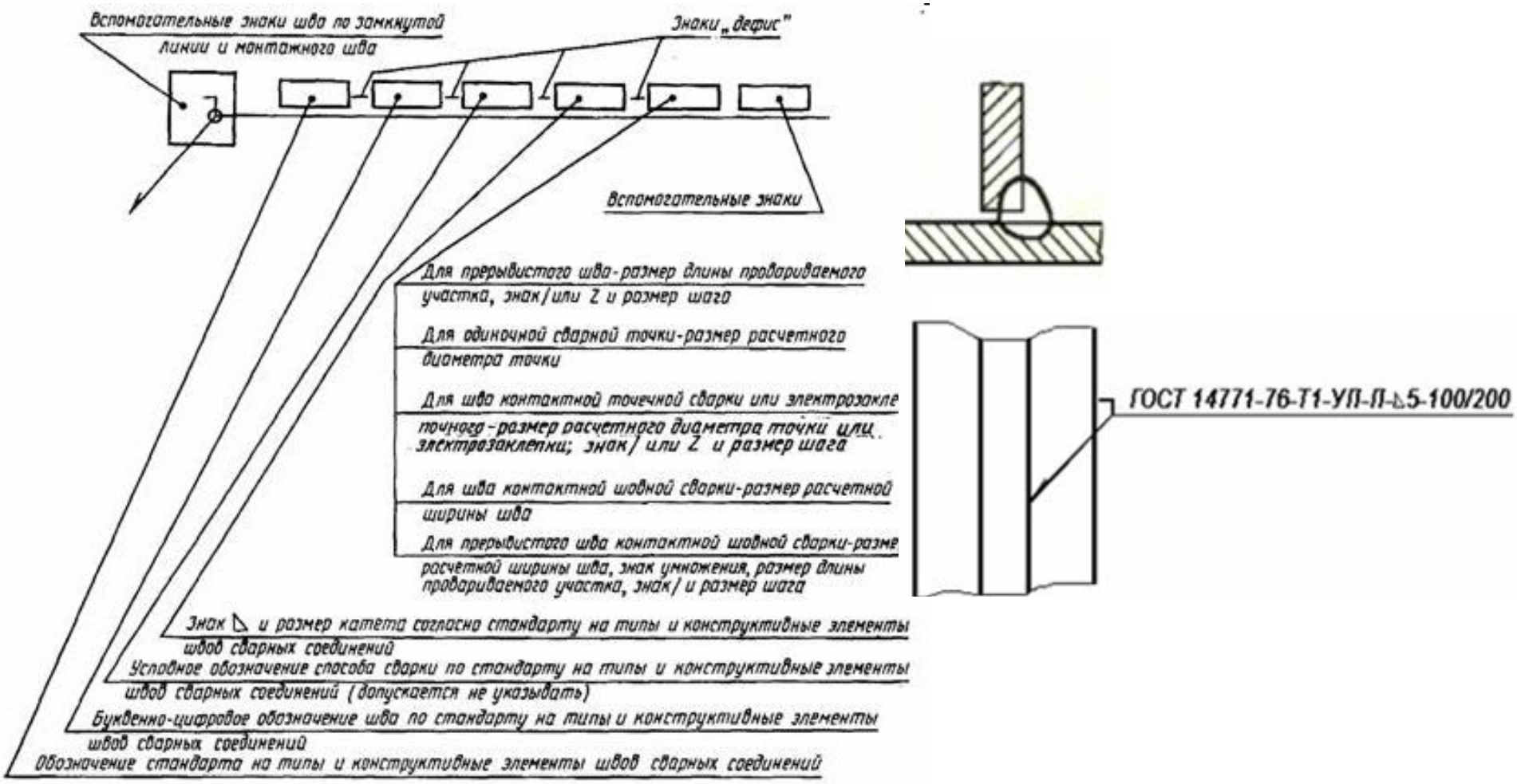
ГОСТ 15164-78 – Электрошлаковая сварка. Соединения сварные;

ГОСТ 16037-80 – Соединения сварные стальных трубопроводов;

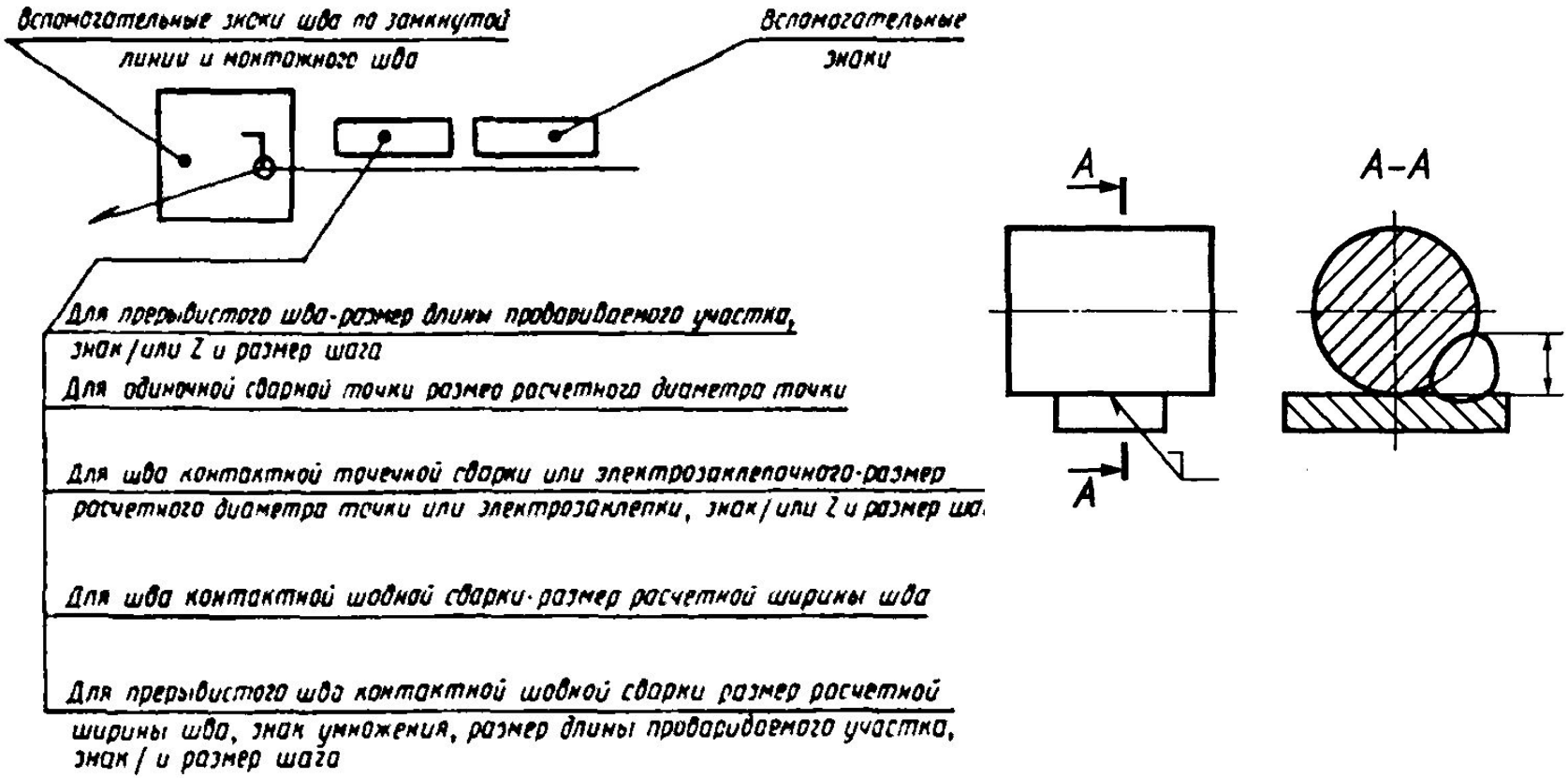
ГОСТ 16098-80 – Соединения сварные из двухслойных коррозионно-стойких сталей.

ГОСТ 14098-91 – Сварка арматуры и закладных деталей.

Структура условного обозначения **стандартного шва** по **ГОСТ 2.312-72** "Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений"



Структура условного обозначения **нестандартного шва** по **ГОСТ 2.312-72** "Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений"



Тип сварного соединения обозначается буквами:

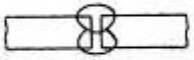
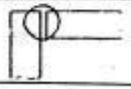
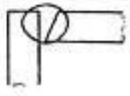
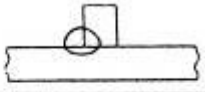
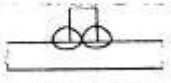
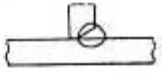
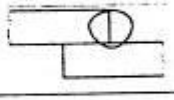
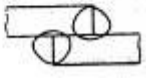
С **– стыковое;**

Н **– нахлесточное**;

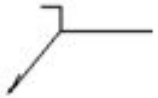
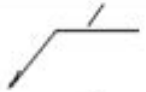
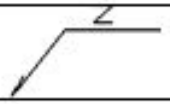
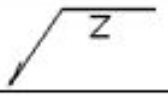
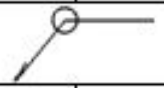
У **– угловое;**

Т **– тавровое.**

Цифра после этой буквы уточняет тип подготовки кромок.

Тип сварного соединения	Подготовка кромок и расположение шва	Стандарт	Условные обозначения на чертеже	Толщина металла, мм
Стыковое		5264-80 14771-76 8713-79	С1 С1 С1	1-4 0,5-4 1,5-3
		5264-80 14771-76 8713-79	С2 С2 С4	1-4 0,8-6 2-10
		5264-80 14771-76 8713-79	С7 С7 С7	2-5 3-12 2-20
		5264-80 14771-76 8713-79	С17 С17 С18	3-60 3-60 8-24
		5264-80 14771-76 8713-79	С25 С25 С25	8-120 6-120 18-60
		5264-80 14771-76 8713-79	С23 С23 С23	15-100 24-100 24-160
Угловые		5264-80 14771-76 8713-79	У4 У4 У5	1-30 0,8-30 4-14
		5264-80 14771-76 8713-79	У6 У6 У7	3-60 3-60 8-20
Тавровое		5264-80 14771-76 8713-79	Т1 Т1 Т1	2-40 0,8-40 3-40
		5264-80 14771-76 8713-79	Т3 Т3 Т3	2-40 0,8-40 3-20
		5264-80 14771-76 8713-79	Т6 Т6 Т7	3-60 3-60 8-30
Нахлесточное		5264-80 14771-76 8713-79	Н1 Н1 Н1	2-60 0,8-60 1-20
		5264-80 14771-76 8713-79	Н2 Н2 Н2	2-60 0,8-60 1-20

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов по ГОСТ 2.312-72

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение знака относительно полки линии-выноски	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Выпуклость шва снять		
	Наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением.		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии		
	Шов по незамкнутой линии		

Примечание: За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

Для **ГОСТ 14771-76** и **ГОСТ 23518- 79** необходимы пояснения, касающиеся рода защитного газа, вида электрода, а также степени механизации процесса (***А*** – автоматическая сварка, ***П*** – механизированная сварка).

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

ИП - сварка в инертных газах и их смесях с CO2 плавящимся электродом,

ИН - сварка в инертных газах неплавящимся электродом без присадочного металла;

$ИН_{П}$ - сварка в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом.

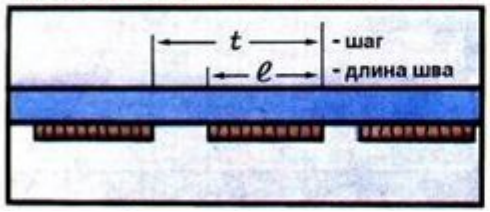
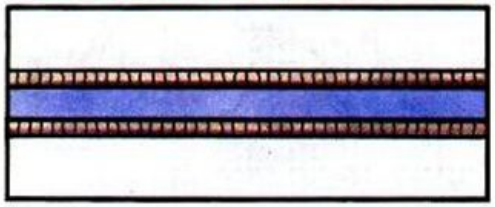
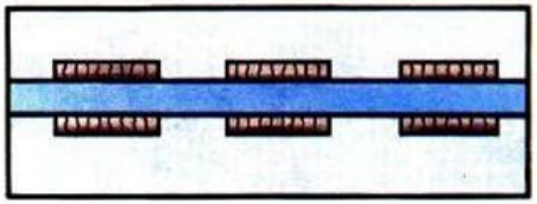
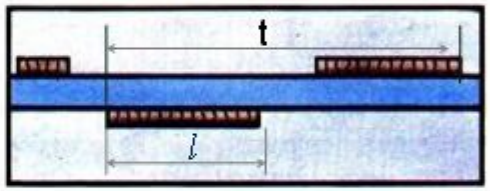
Для сварки под флюсом **(ГОСТ 8713-79)** даются пояснения, каким способом обеспечивается удержание сварочной ванны

АФ - автоматическая навесу; ***АФф*** - автоматическая на флюсовой подушке, ***АФо*** - автоматическая на остающейся подкладке; ***МФ*** - механизированная навесу; ***МФо*** - механизированная на остающейся подкладке и т.д.

В **ГОСТ 16037-80** приняты следующие обозначения способа сварки:

ЗП – дуговая сварка в защитном газе плавящимся электродом;***ЗН*** – дуговая сварка в защитном газе неплавящимся электродом; ***Р*** – ручная дуговая сварка;***Ф*** - дуговая сварка под флюсом; ***Г***- газовая сварка.

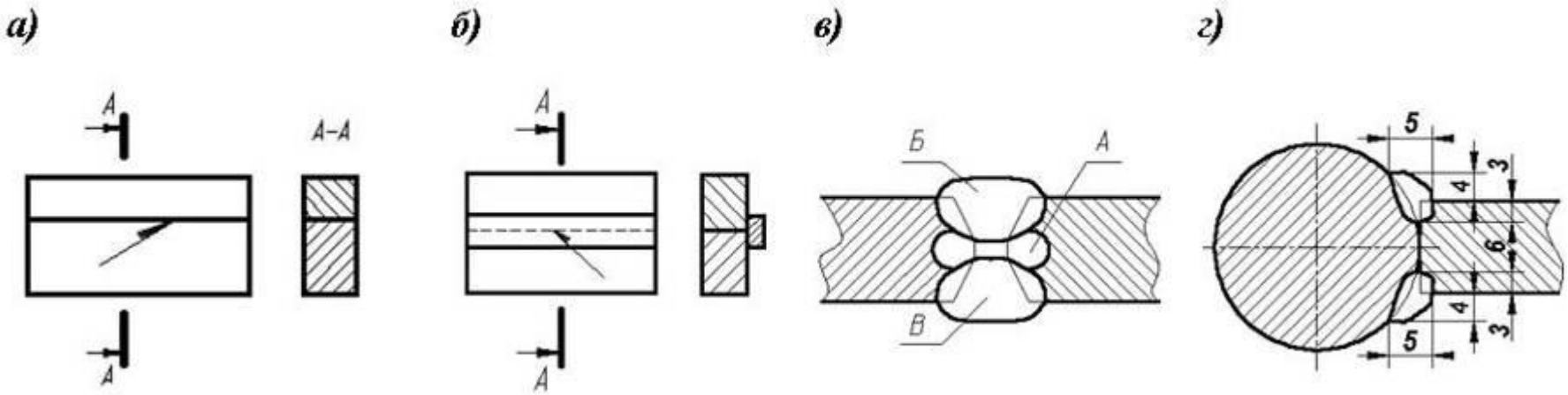
Примеры условных обозначений прерывистых швов по ГОСТ 2.312

ЭСКИЗ	УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ
ОДНОСТОРОННИЕ ПРЕРЫВИСТЫЕ 	Т1-150/200 L=150 мм t = 200 мм
ДВУСТОРОННИЕ НЕПРЕРЫВНЫЕ 	Т3 *t*
ДВУСТОРОННИЕ ЦЕПНЫЕ 	Т3-150/200 L=150 мм t = 200 мм
ДВУСТОРОННИЕ ШАХМАТНЫЕ 	Т3-150Z200 L=150 мм t = 200 мм

Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают: сплошной основной линией – видимый шов; штриховой линией – невидимый шов. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

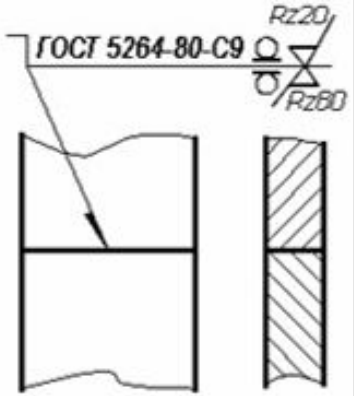
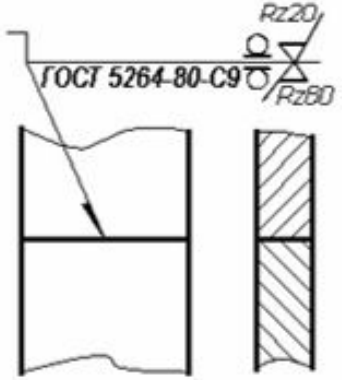
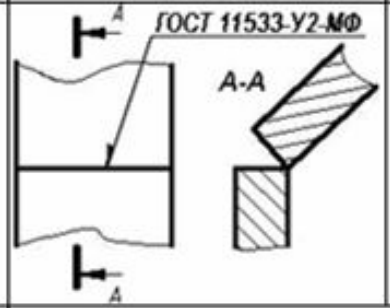
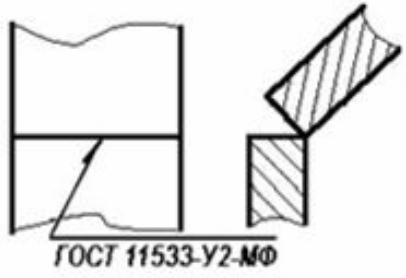
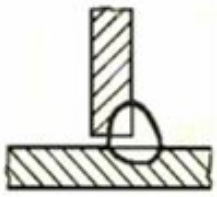
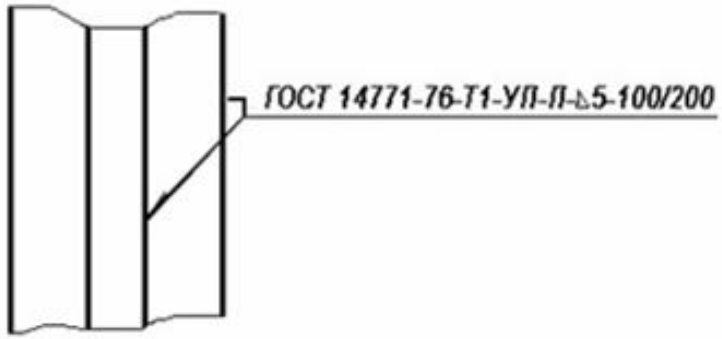
На изображение сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их необходимо обозначить прописными буквами русского алфавита.

Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображается с указанием размеров, необходимых для выполнения шва по данному чертежу.



Условное изображение сварных швов:
а – видимый шов; б – невидимый шов; в – многопроходной шов; г – нестандартный шов

Примеры условных обозначений швов сварных соединений по ГОСТ2.312

Характеристика шва	Эскиз шва	Условное обозначение шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний. Выполняется ручной дуговой сваркой при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Параметр шероховатости шва: - с лицевой стороны Rz = 20 мкм; - с оборотной Rz = 80 мкм			
Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый механизированной сваркой под флюсом			
Тавровое соединение, сваренное на монтаже односторонним прерывистым швом катетом 5 мм, длина провариваемого участка шва 100 мм, шаг 200 мм механизированной сваркой в CO_2			

Обозначения сварных соединений при контактной сварке

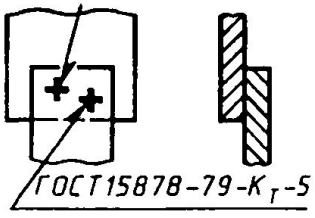
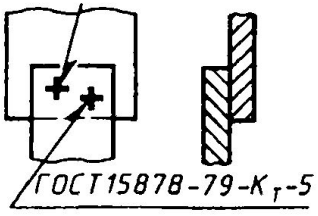
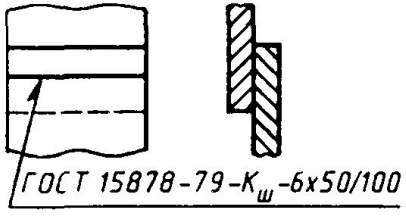
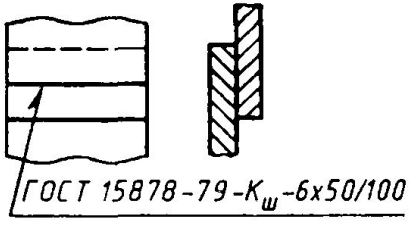
В стандарте **15878-72** приняты следующие обозначения способов контактной сварки:

Кт -точечная; **Кр** - рельефная; Кш - шовная

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком **"+"**, который выполняют сплошными линиями.

Невидимые одиночные точки не изображают.

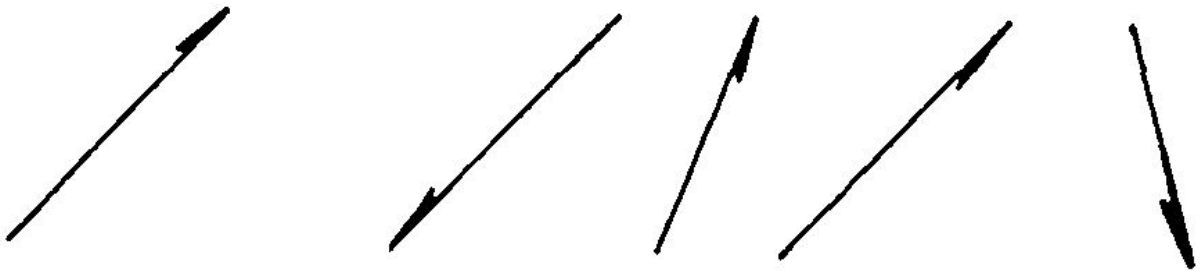
От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Условное обозначение шва, изображенного на чертеже	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр литого ядра точки 5 мм			
Шов соединения внахлестку прерывистый, выполняемый контактной шовной сваркой. Ширина литой зоны шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм.			

Упрощения обозначений швов сварных соединений

При наличии на чертеже швов, выполняемых по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа (запись по типу: "Сварные швы... по...") или таблице.

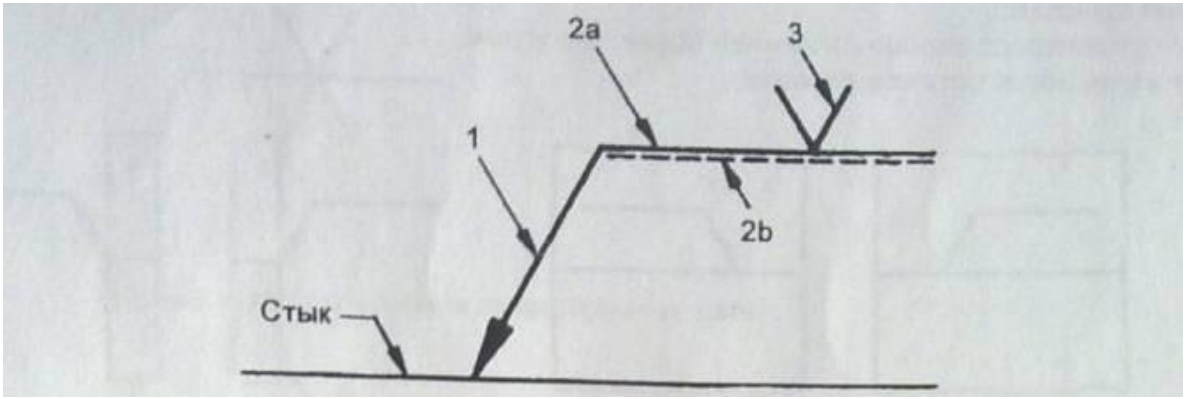
Допускается не присваивать порядковый номер одинаковым швам, если все швы на чертеже одинаковы и изображены с одной стороны (лицевой или оборотной). При этом швы, не имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полок



Стандарт СТБ ИСО 2553-2004 «Соединения сварные и паяные. Условные изображения и обозначения на чертежах» НЕ ОТМЕНЯЕТ ГОСТ 2.312 и ГОСТ 2.313 и применяется если контрактом, стандартом или ТУ на продукцию оговорено обозначение сварных соединений по международным стандартам

СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ швов по СТБ ИСО 2553

Основной условный графический знак + Вспомога-тельные условные знаки + Размеры конструкт ивных элементов + Дополнитель ные указания



Знак условного обозначения сварки или пайки:

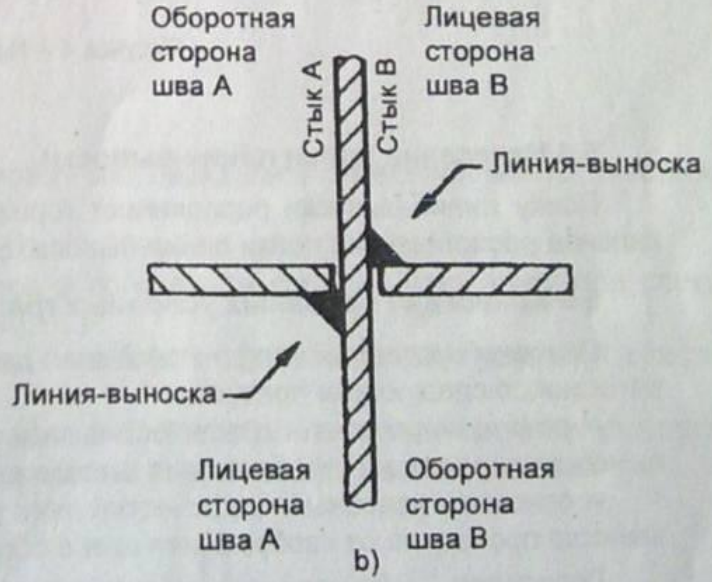
1-линия-выноска, заканчивающаяся стрелкой; 2a – полка линии-выноски сплошная; 2 b – полка линии-выноски штриховая; 3 – основной условный графический знак

а) видимый шов

b) невидимый шов

Рисунок 2 – **Тавровые соединения с одним угловым швом**

а)

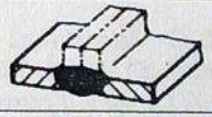
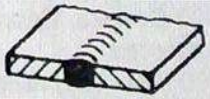
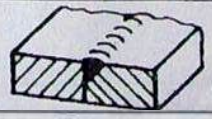
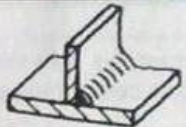


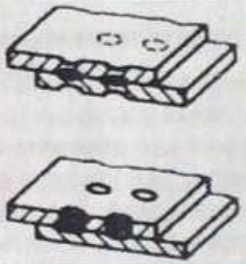
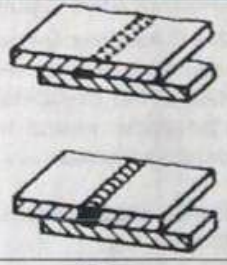
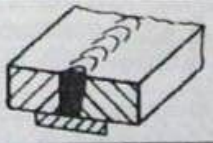
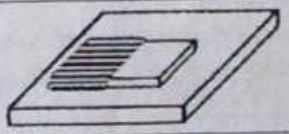
b)

Рисунок 3 – **Крестообразные соединения с двумя угловыми швами**

Основные условные графические знаки похожи по форме на поперечное сечение шва и не регламентируют процесс сварки

Таблица 1 – **Основные условные графические знаки**

Номер	Тип шва (соединения)	Эскиз	Условный графический знак
1	2	3	4
1	Стыковой шов по отбортовке[1]; отбортованный шов (США); (отбортовка полностью расплавляется до плоскости соединяемых пластин)		
2	Стыковой шов без скоса кромок *(I-шов)*		
3	Стыковой шов с V-образным скосом двух кромок *(V-шов)*		
4	Стыковой шов со скосом одной кромки *(HV-шов)*		
5	Стыковой шов с V-образным скосом двух кромок с увеличенным притуплением *(Y-шов)*		
6	Стыковой шов со скосом одной кромки с увеличенным притуплением *(H-шов)*		
7	Стыковой шов с U-образным скосом двух кромок (ступенчатым или криволинейным) *(U-шов)*		
8	Стыковой шов с J-образным скосом одной кромки *(криволинейным или ломаным) (HU-шов; J-шов)*		
9	Подварочный шов; подкладка под шов или завар-ка корня шва (США)		
10	Угловой шов		

11	Элекрозаклепочный шов (через отверстия в верхней детали); пробочный или прорезной шов (США)		
12	Точечный шов		
13	Шовная сварка		
14	Стыковой шов с V-образным крутым скосом двух кромок на остающейся подкладке		
15	Стыковой шов с крутым скосом одной кромки на остающейся подкладке		
16	Шов торцового соединения		
17	Наплавка поверхности		

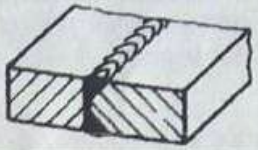
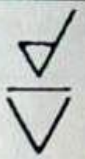
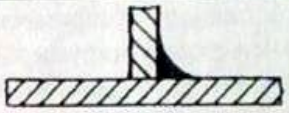
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ

Таблица 3 – **Вспомогательные условные знаки**

Форма наружной поверхности или шва	Условный знак
a) Плоская (обычно зачищенная заподлицо с основным металлом после сварки)	
b) Выпуклая	
c) Вогнутая	
d) Зачищенная с плавным переходом к основному металлу	
e) Используется остающаяся подкладка	
f) Используется съемная подкладка	

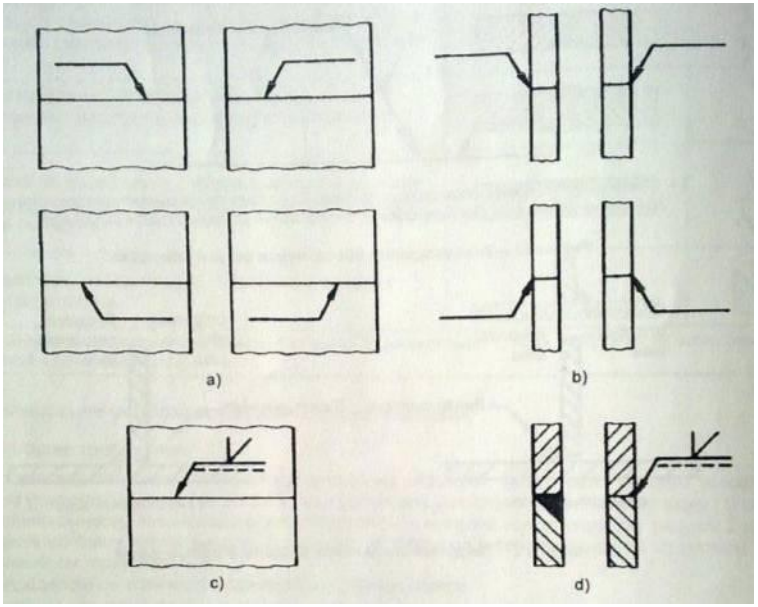
КОМБИНАЦИИ ОСНОВНЫХ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ

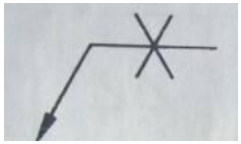
Таблица 4 – **Примеры применения комбинированных и вспомогательных условных знаков**

Тип шва (соединения)	Эскиз	Условный знак
1	2	3
Плоский (со снятой выпуклостью) стыковой шов с V-образным скосом двух кромок *(V-шов)*		
Выпуклый двусторонний *(V-шов)* стыковой шов с V-образными симметричными скосами двух кромок *(X-шов)*		
Вогнутый угловой шов		
Двусторонний *(HY-шов)* стыковой шов с двумя симметричными скосами одной кромки с увеличенным притуплением; *(K-шов вертикальной стенки)*		
Двусторонний *(U-шов)* стыковой шов с двумя симметричными криволинейными *(или ломаными)* U-образными скосами двух кромок		
Плоский (со снятыми выпуклостями) стыковой шов с V-образным скосом двух кромок *(V-шов)* с подварочным швом		
Стыковой шов с V-образным скосом двух кромок с увеличенным притуплением *(Y-шов)* с подварочным швом		
Плоский стыковой шов с V-образным скосом двух кромок *(V-шов)*, механически обработанный заподлицо с основным металлом		
Угловой шов, зачищенный с плавным переходом к основному металлу		

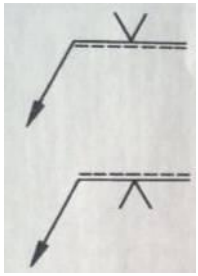
[1] Обозначение шероховатости знаком без полки в соответствии с ИСО 1302; вместо этого знака может использоваться основной знак.

НАНЕСЕНИЕ ЛИНИИ -ВЫНОСКИ

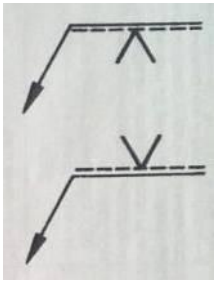




Для симметричных стыковых швов штриховая линия может отсутствовать



Основной графический знак располагается на сплошной линии, если линия-выноска расположена с лицевой стороны шва

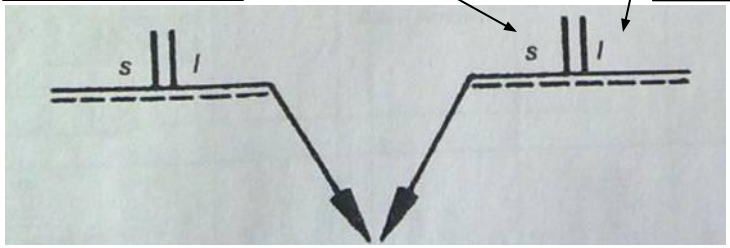


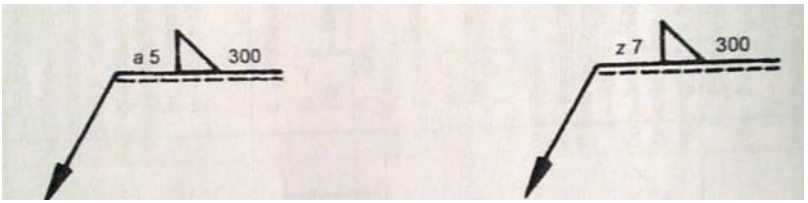
Основной графический знак располагается на штриховой линии, если линия-выноска расположена с оборотной стороны шва

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

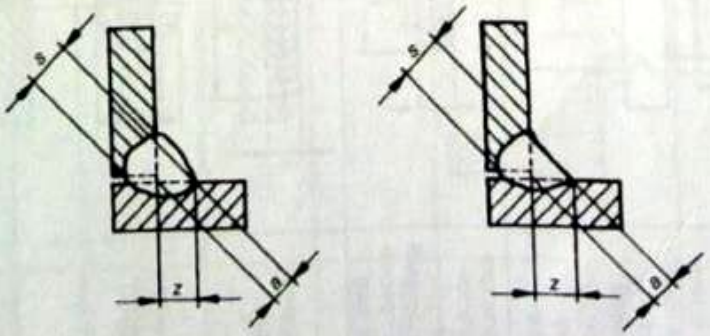
Размеры шва в поперечном сечении

Продольные размеры шва





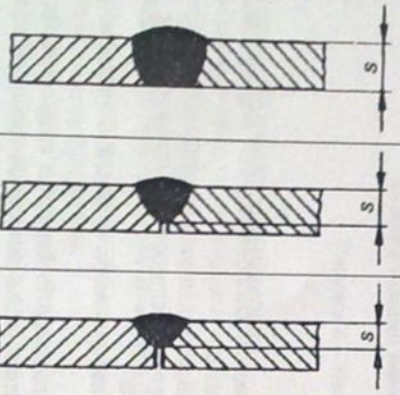
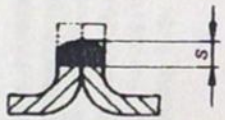
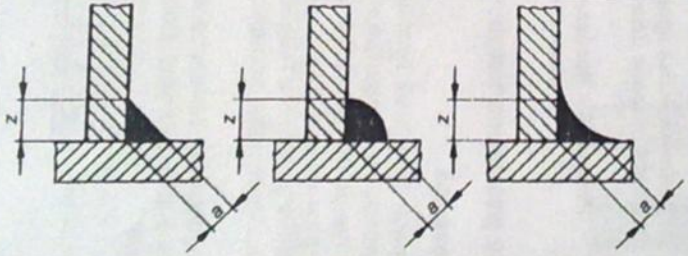
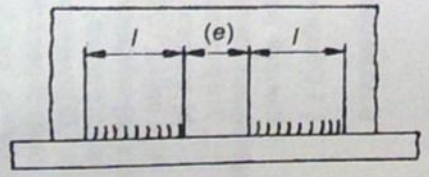
Для угловых швов с глубоким проплавлением задается эффективная толщина шва s, см. рисунок 8.



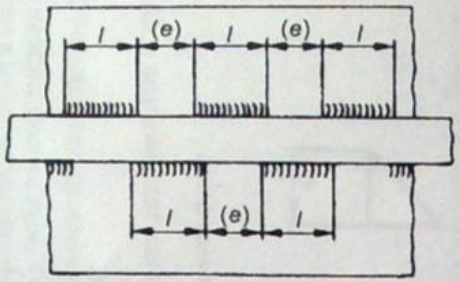
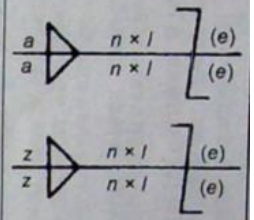
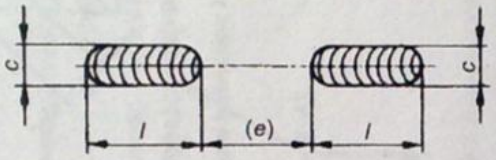
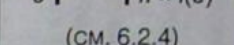
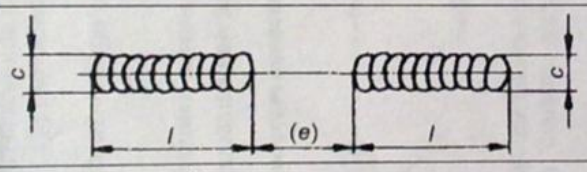
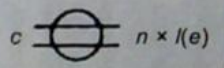
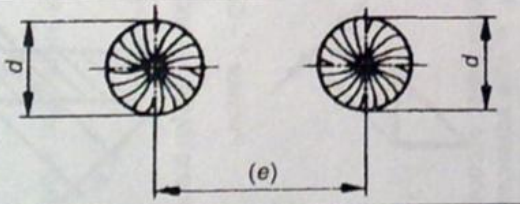
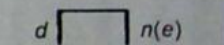
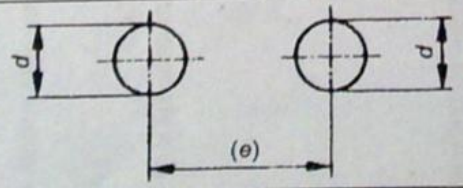
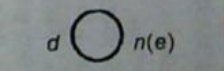
Примечание – Глубина проплавления углового шва обозначается, например, *s*8*a*6

Рисунок 8 – **Способы нанесения размеров угловых швов с глубоким проплавлением**

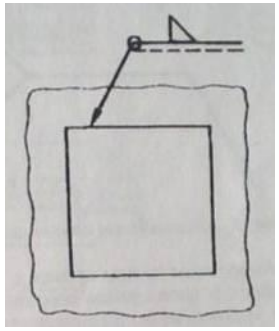
Таблица 5 – **Основные размеры**

Номер	Тип шва (соединения)	Эскиз	Пояснение	Условное обозначение
1	2	3	4	5
1	Стыковой шов		s – толщина шва – минимальное расстояние от лицевой поверхности свариваемых деталей до нижней границы проплавления; не может быть больше толщины наиболее тонкой детали	(см. 6.2.1 и 6.2.2) s (см. 6.2.1) s (см. 6.2.1)
2	Стыковой шов по отбортовке		s – толщина шва – минимальное расстояние от внешней поверхности шва до нижней границы проплавления	s (см. 6.2.1 и сноску 1 в таблице 1)
3	Непрерывный угловой шов		a – номинальная толщина углового шва – высота наибольшего вписанного в изображение сечения шва равнобедренного прямоугольного треугольника; z – катет углового шва – катет наибольшего вписанного в изображение сечения шва равнобедренного прямоугольного треугольника	a z (см. 6.2.1 и 6.2.3)
4	Прерывистый угловой шов		l – длина сваренного участка (без учета кратера в конце шва); (e) – длина промежутка между соседними сваренными участками; n – количество сваренных участков; a – z – (см. в графе 4 для номера 3)	a $n \times l(e)$ z $n \times l(e)$ (см. 6.2.3)

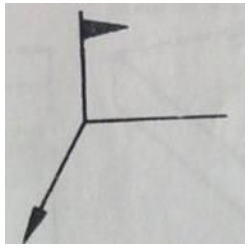
Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5
5	Шахматный прерывистый угловой шов		*l* – (*e*) – *n* – (см. в графе 4 для номера 4) *a* – *z* – (см. в графе 4 для номера 3) *Z – шов прерывистый или точечный с шахматным расположением*	 (см. 6.2.3)
6	Электрозаклепочный (пробочный или прорезной) шов		*l* – (*e*) – *n* – (см. в графе 4 для номера 4) *c* – ширина паза	 (см. 6.2.4)
7	Шовная сварка		*l* – (*e*) – *n* – (см. в графе 4 для номера 4) *c* – ширина шва	
8	Электрозаклепочный (пробочный) шов		*n* – (см. в графе 4 для номера 4) (*e*) – расстояние между электрозаклепками *(шаг)* *d* – диаметр отверстия	
9	Точечный шов		*n* – (см. в графе 4 для номера 4) (*e*) – расстояние между точками *(шаг)* *d* – диаметр точки	

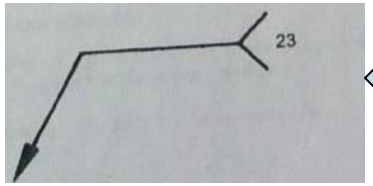
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ



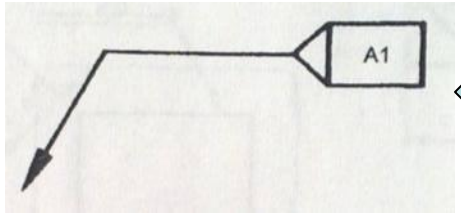
Шов по замкнутой линии



Монтажный шов



Обозначение процесса сварки по ИСО 4063



Обозначение специальной инструкции

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ

Пример – Стыковой шов с V-образным скосом кромок, с подварочным проходом (см. рисунок 13), выполненный ручной дуговой сваркой плавящимся покрытым электродом (индекс процесса сварки 111 в соответствии с ИСО 4063), уровень качества в соответствии с ИСО 5817, положение при сварке PA в соответствии с ИСО 6947, покрытый электрод ИСО 2560-E 51 2 RR 22.

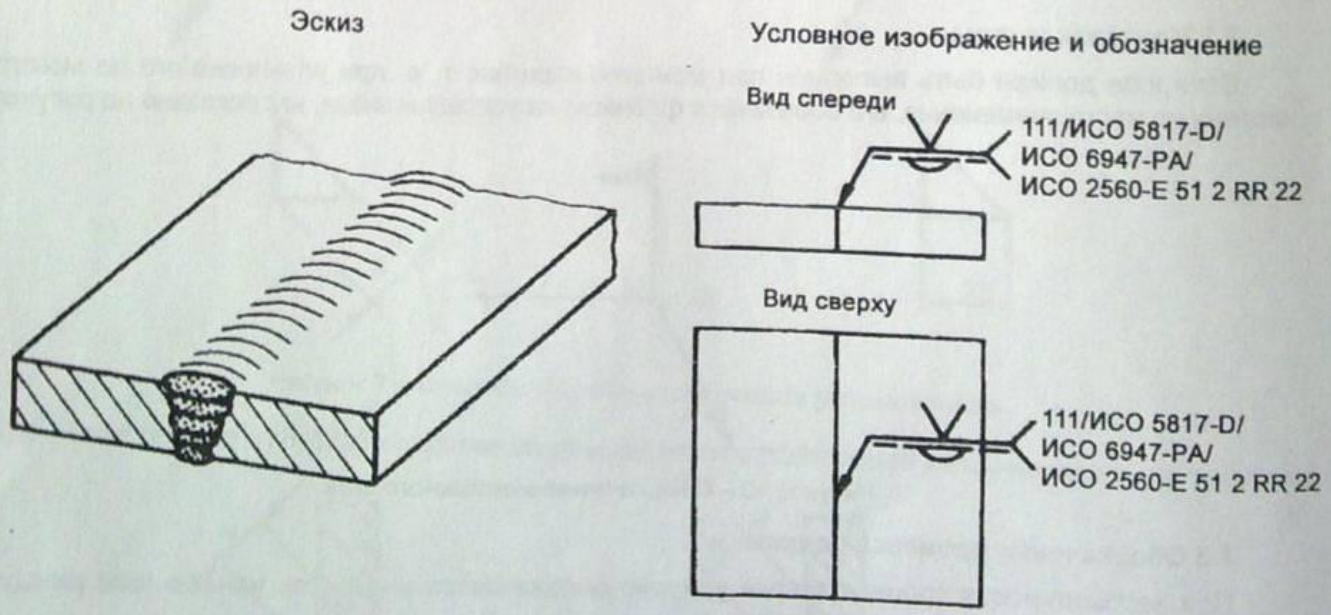
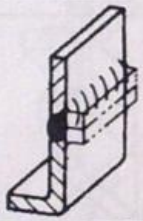
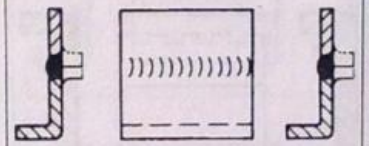
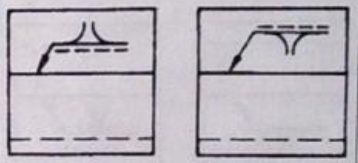
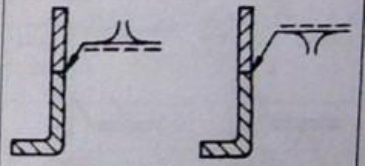
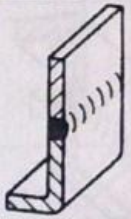
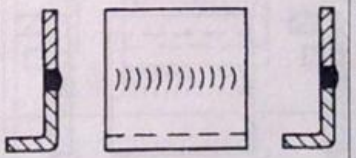
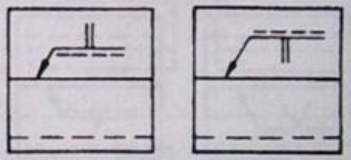
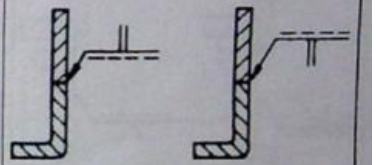
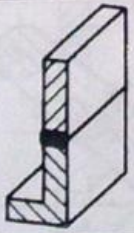
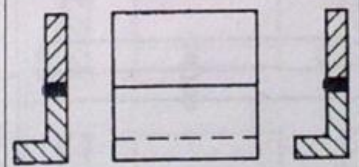
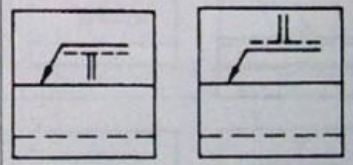
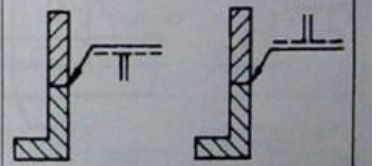


Рисунок 13 – **Стыковой V-образный шов с подварочным проходом**

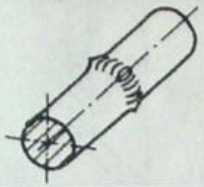
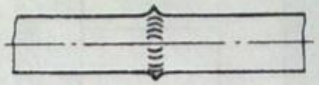
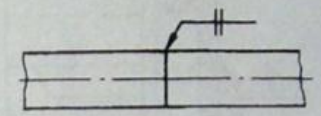
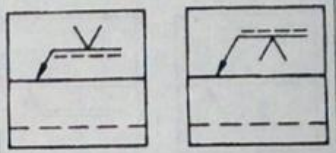
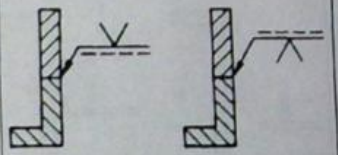
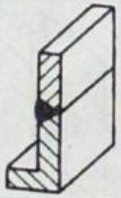
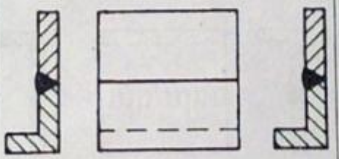
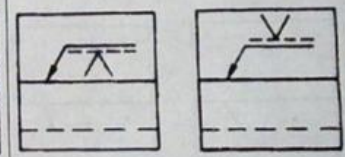
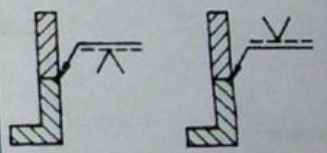
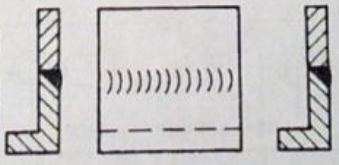
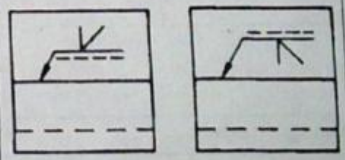
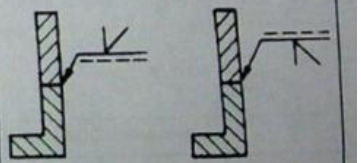
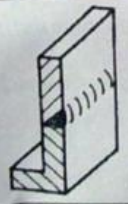
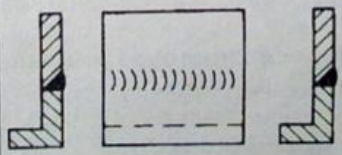
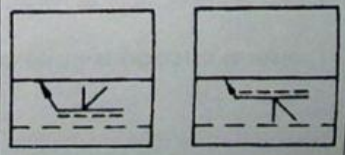
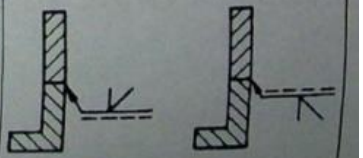
Примеры применения условных изображений и обозначений

В таблицах А.1 – А.4 приведены отдельные примеры применения условных обозначений. Поясняющие рисунки приведены для наглядности.

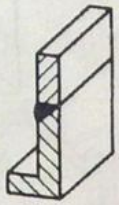
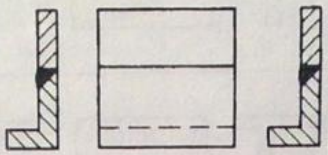
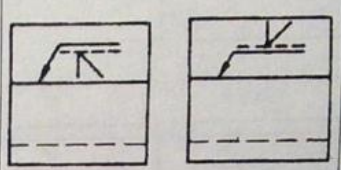
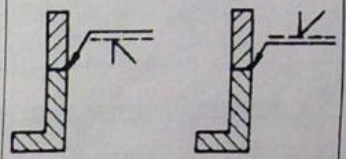
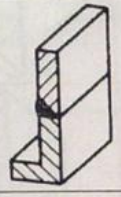
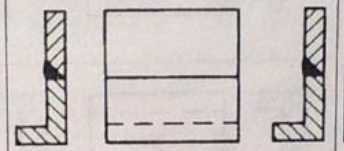
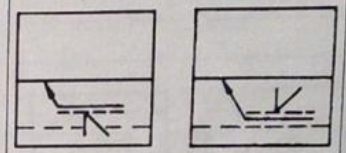
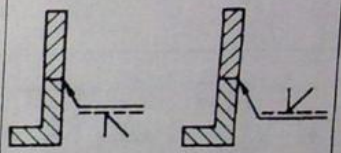
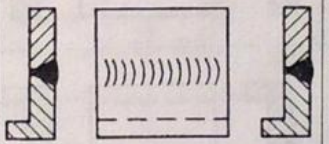
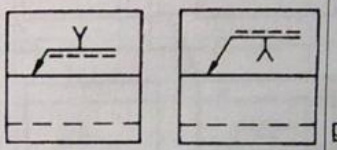
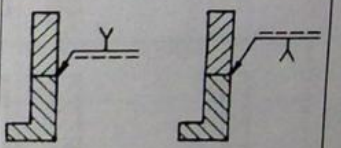
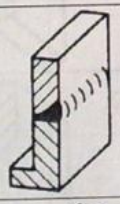
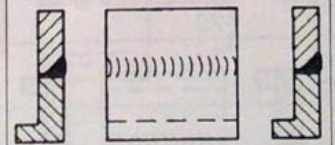
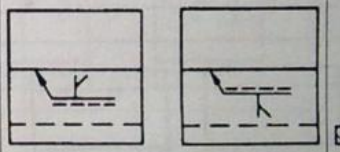
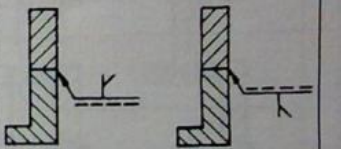
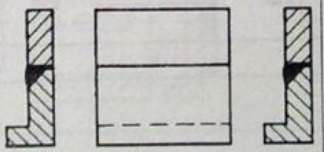
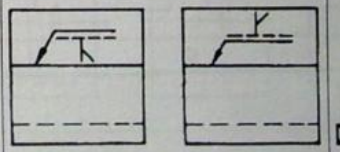
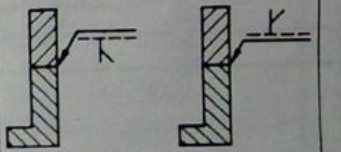
Таблица А.1 – **Примеры применения основных условных графических знаков**

Номер	Условный графический знак типа шва (номер по таблице 1)	Эскиз шва	Поясняющий рисунок	Условное изображение и обозначение	
				или	или
1	2	3	4	5	6
1	Стыковой шов по отбортовке 1				
2	Стыковой шов без скоса кромок *(I-шов)* 2				
3					

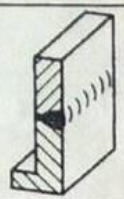
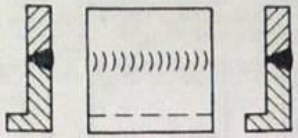
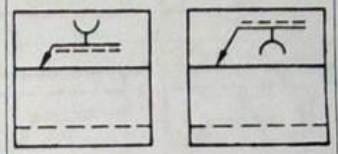
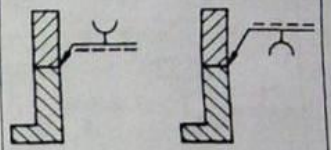
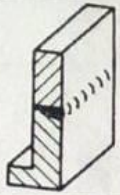
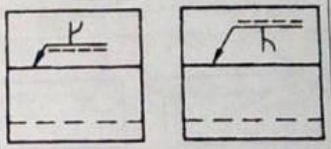
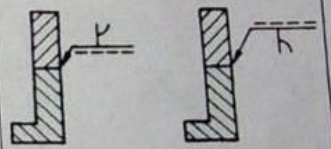
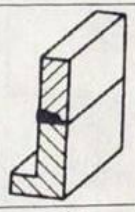
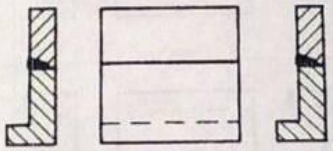
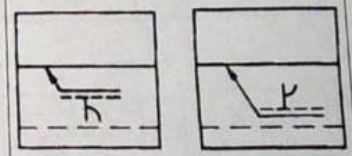
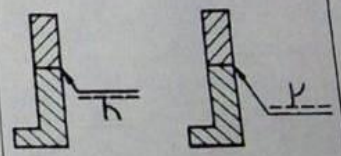
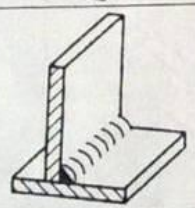
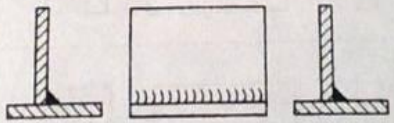
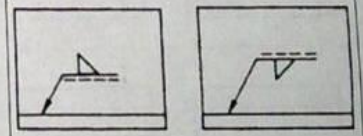
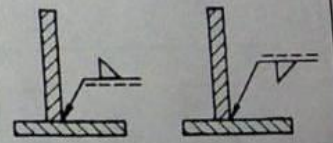
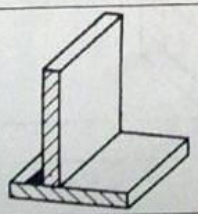
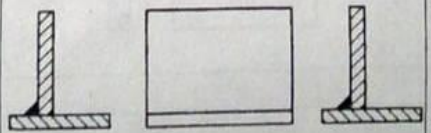
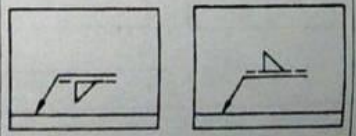
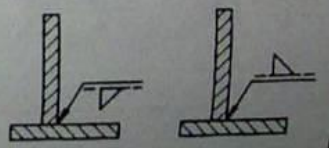
Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
4	Стыковой шов без скоса кромок *(I-шов)* ‖ 2				
5	Стыковой шов с V-образным скосом двух кромок *(V-шов)* V 3				
6					
7	Стыковой шов со скосом одной кромки *(HV-шов)* V 4				
8					

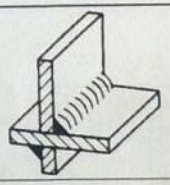
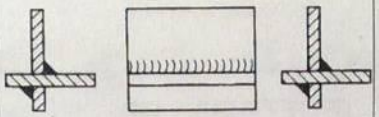
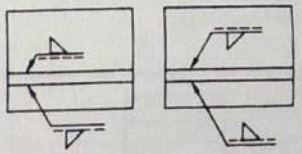
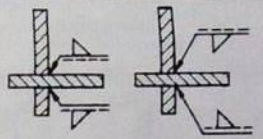
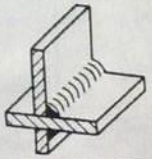
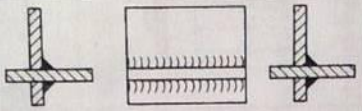
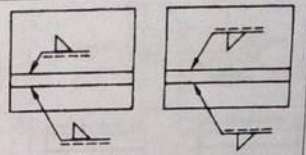
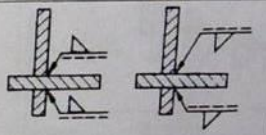
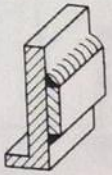
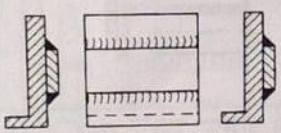
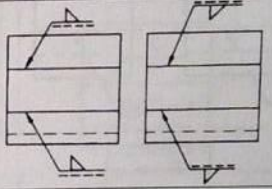
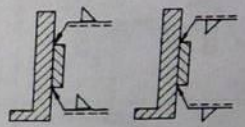
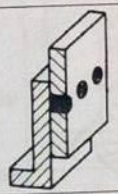
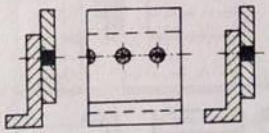
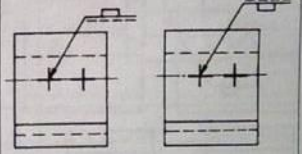
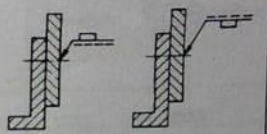
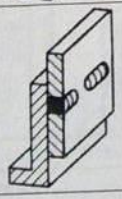
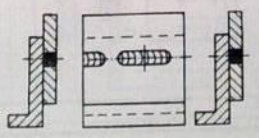
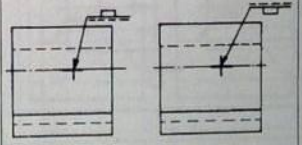
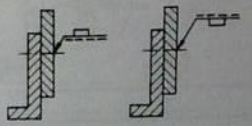
Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
9	Стыковой шов со скосом одной кромки *(HV-шов)* 4				
10					
11	Стыковой шов с V-образным скосом двух кромок с увеличенным притуплением *(Y-шов)* 5				
12	Стыковой шов со скосом одной кромки с увеличенным притуплением *(HY-шов)* 6				
13					

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
14	Стыковой шов с U-образным скосом двух кромок *(U-шов)* 7				
15	Стыковой шов с J-образным скосом одной кромки *(HU-шов; J-шов)* 8				
16					
17	Угловой шов 10				
18					

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
19	Угловой шов 10				
20					
21					
22	Элекро-заклепочный шов 11				
23					

СТБ ИСО 2553-2004

Окончание таблицы А.1

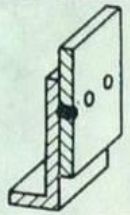
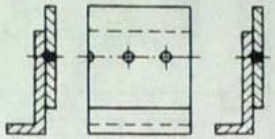
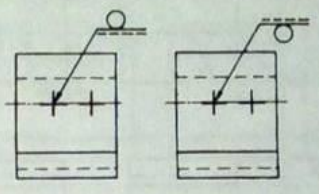
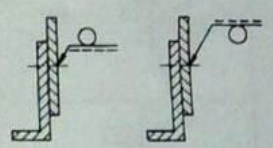
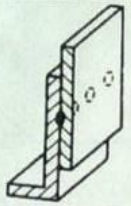
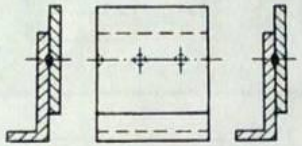
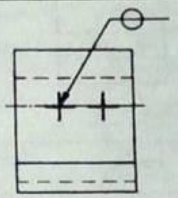
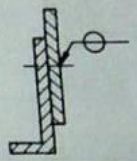
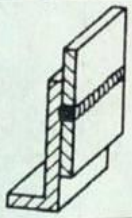
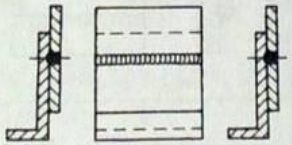
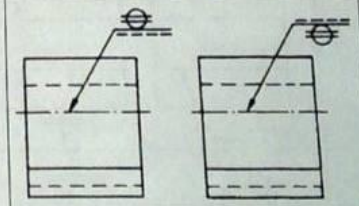
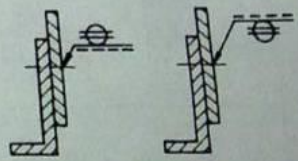
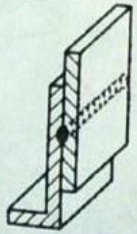
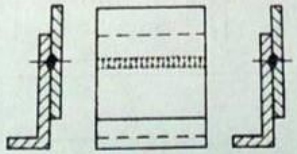
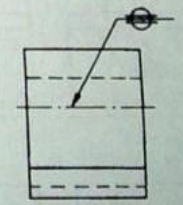
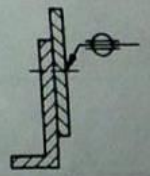
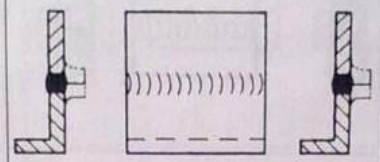
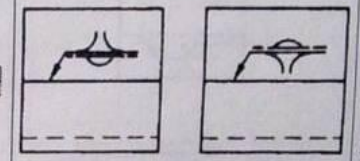
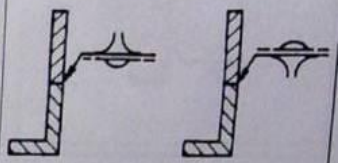
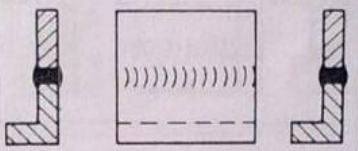
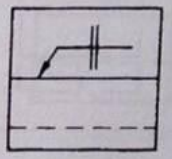
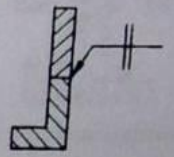
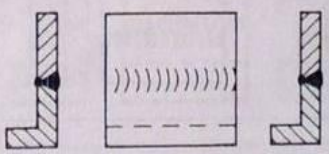
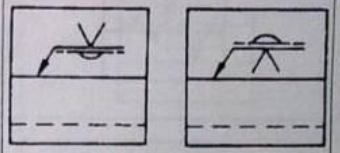
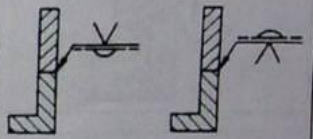
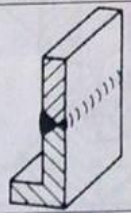
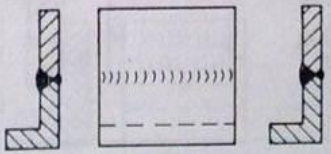
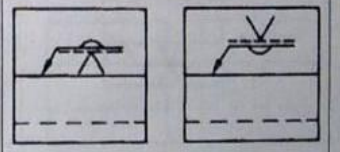
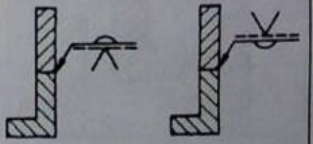
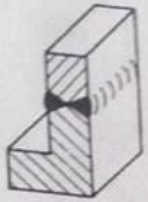
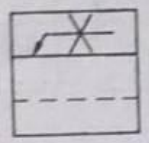
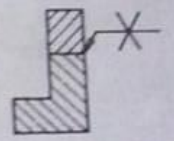
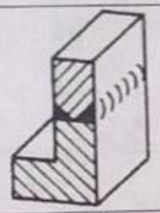
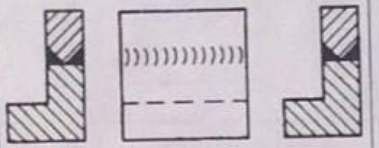
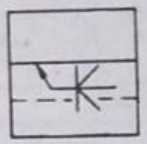
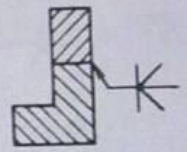
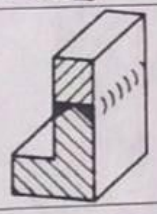
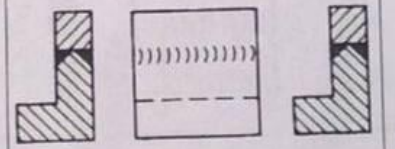
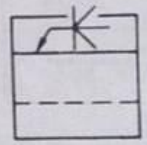
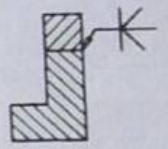
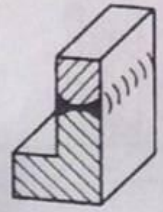
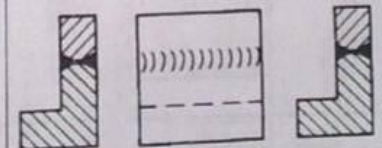
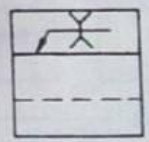
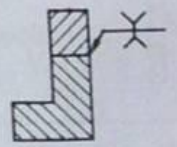
1	2	3	4	5	6
24	Точечный шов 12				
25					
26	Шовная сварка 13				
27					

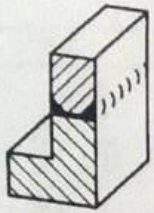
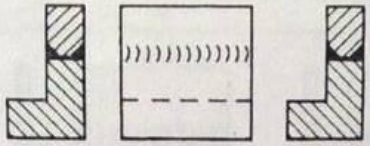
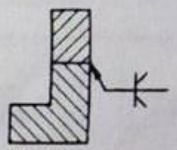
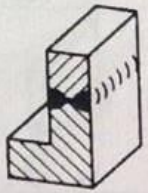
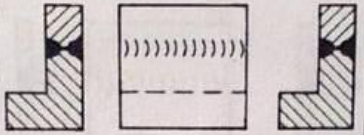
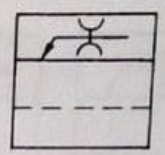
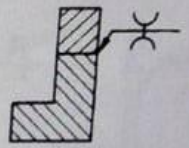
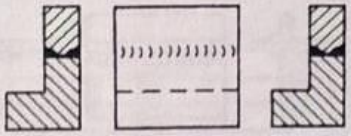
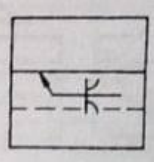
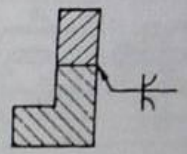
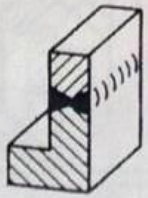
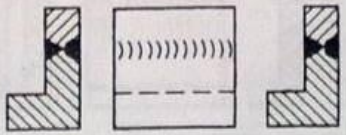
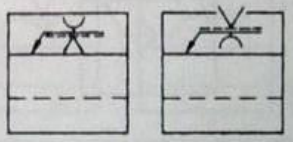
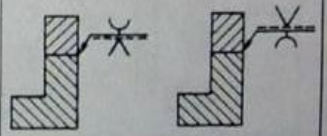
Таблица А.2 – **Примеры применения комбинированных основных условных графических знаков**

Номер	Условный графический знак типа шва (номер по таблице 1)	Эскиз шва	Поясняющий рисунок	Условное изображение и обозначение	
				или	или
1	2	3	4	5	6
1	Стыковой шов по отбортовке 1 с подварочным швом 9 1 – 9				
2	Стыковой шов без скоса кромок (I-шов) 2 двусторонний 2 – 2				
3	Стыковой шов с V-образным скосом двух кромок (V-шов) 3 с подварочным швом 9 3 – 9				
4					

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6
5	Двусторонний *(V-шов)* стыковой шов с V-образными скосами двух кромок 3 *(X-шов)* 3 – 3				
6	Двусторонний *(HV-шов)* стыковой шов со скосами одной кромки 4 *(K-шов)* 4 – 4				
7					
8	Двусторонний *(Y-шов)* стыковой шов с V-образными скосами двух кромок с увеличенным притуплением 5 5 – 5				

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6
9	Двусторонний *(HY-шов)* стыковой шов с двумя скосами одной кромки с увеличенным притуплением 6 *(K-шов вертикальной стенки)* 6 – 6				
10	Двусторонний *(U-шов)* стыковой шов с U-образными скосами двух кромок 7 7 – 7				
11	Двусторонний *(HU-шов; J-шов)* стыковой шов с J-образными скосами одной кромки 8 8 – 8				
12	Двусторонний *(V-U-шов)* стыковой шов с V- и U-образными скосами двух кромок 3 7 3 – 7				

СТБ ИСО 2553-2004

Окончание таблицы А.2

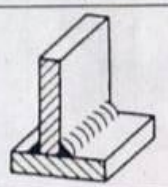
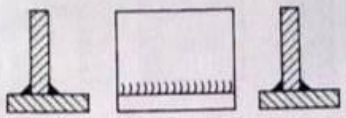
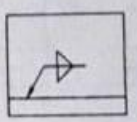
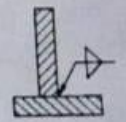
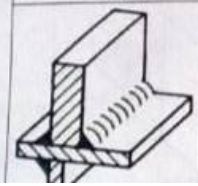
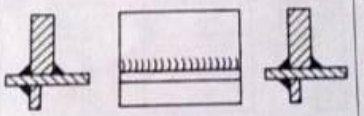
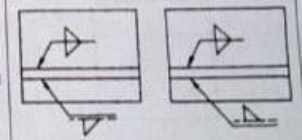
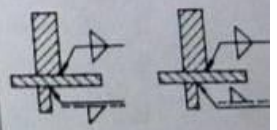
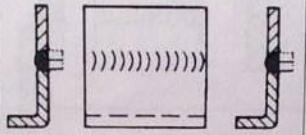
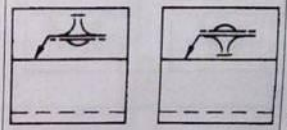
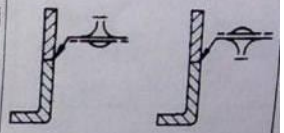
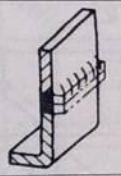
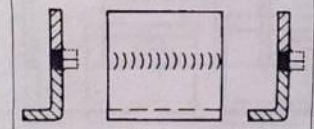
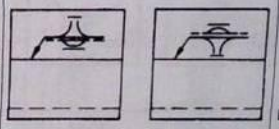
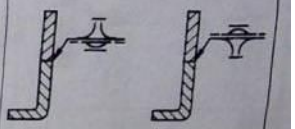
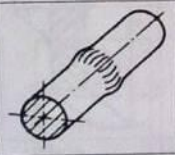
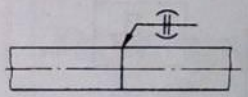
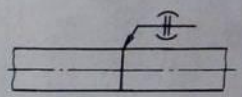
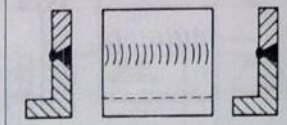
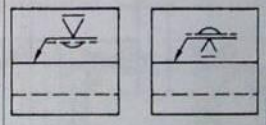
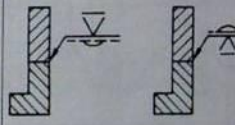
1	2	3	4	5	6
13	Двусторонний угловой шов 10 10 10 – 10				
14					

Таблица А.3 – **Примеры применения комбинаций основных графических и дополнительных условных знаков**

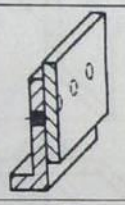
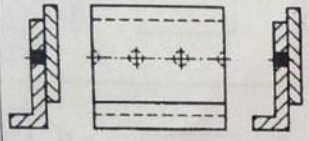
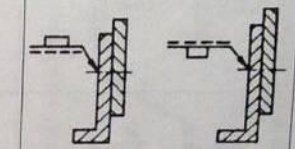
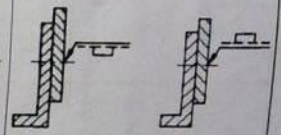
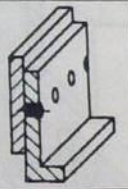
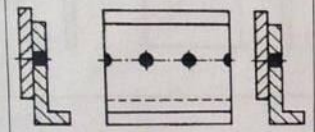
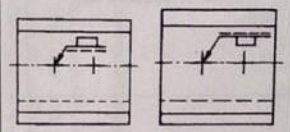
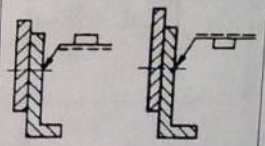
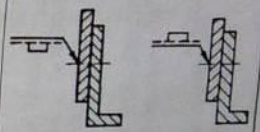
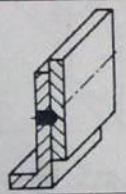
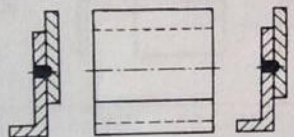
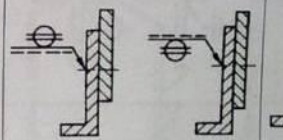
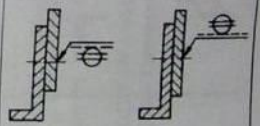
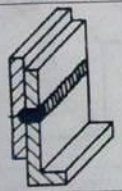
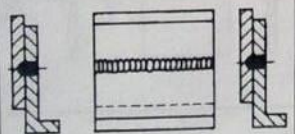
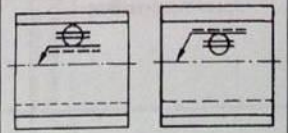
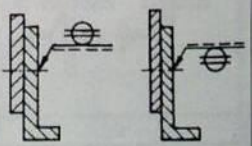
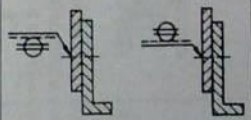
Номер	Условный графический знак типа шва	Эскиз шва	Поясняющий рисунок	Условное изображение и обозначение	
				или	или
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					
4					

СТБ ИСО 2553-

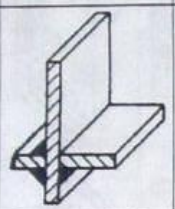
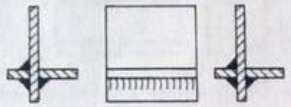
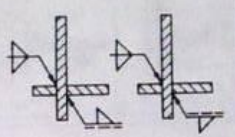
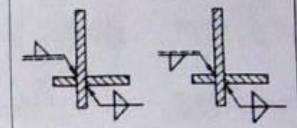
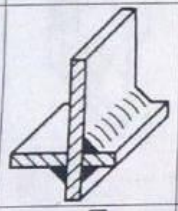
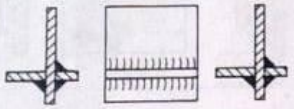
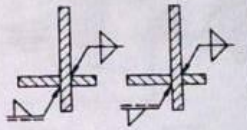
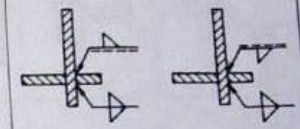
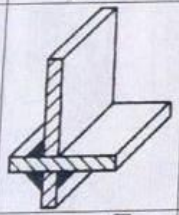
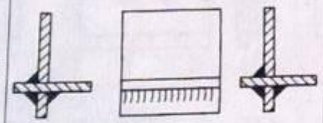
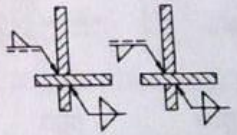
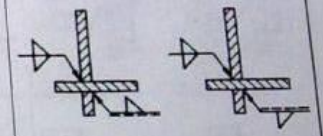
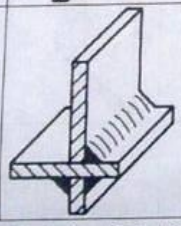
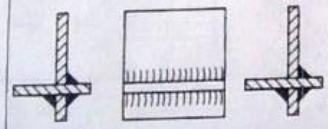
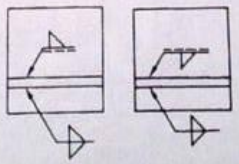
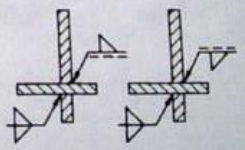
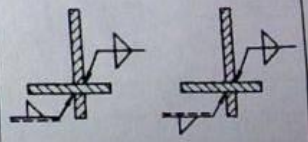
Окончание таблицы А.3

1	2	3	4	5	6
5					
6					
7					
8					

*Таблица А.4 – **Примеры исключений***

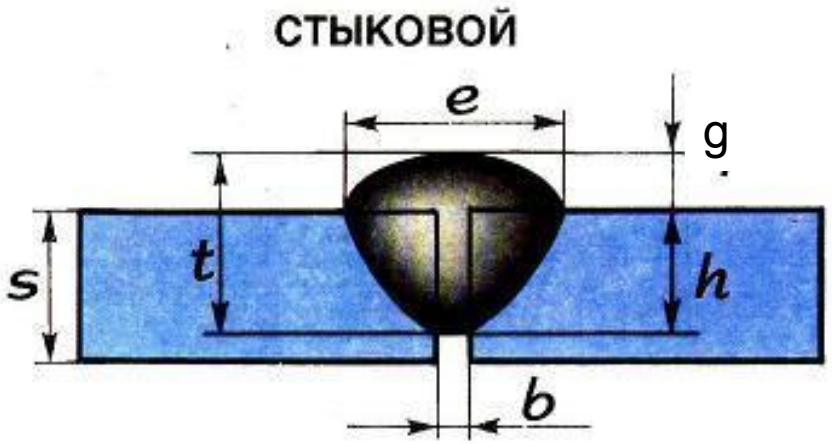
Номер	Эскиз шва	Поясняющий рисунок	Условное изображение и обозначение		
			или	или	неправильно
1	2	3	4	5	6
1			—		
2					
3			—		
4					

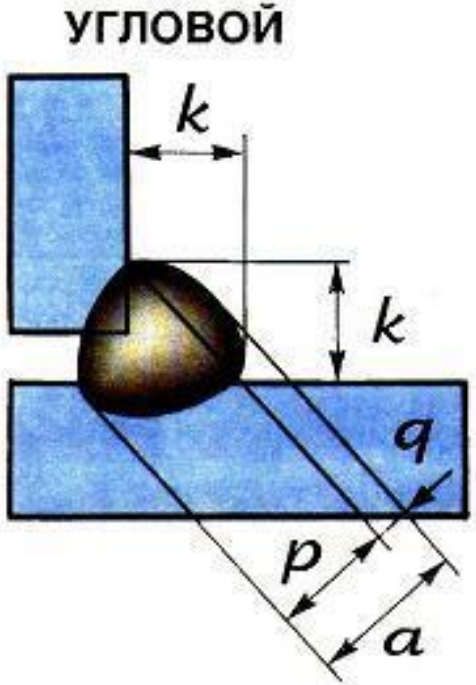
Окончание таблицы А.4

1	2	3	4	5	6
5			Не рекомендуется		
6			Не рекомендуется		
7			Не рекомендуется		
8					

Примечание – Если невозможно провести линию-выноску к изображению соединения, условное обозначение не применяется.

Основные геометрические параметры сварных швов





S - толщина свариваемого металла;

e - ширина шва;

g – выпуклость сварного шва;

b – зазор между свариваемыми деталями;

h – глубина проплавления;

t , a – толщина шва;

p – расчетная высота углового шва

Коэффициент формы шва

Кп = e / t

(находится в пределах 0,5 – 4;

оптимальный 1,2-2)

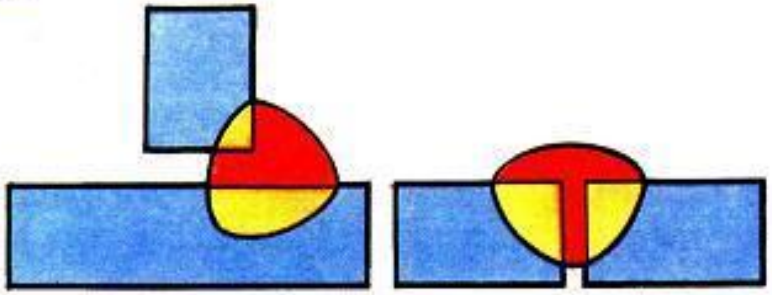
Основные геометрические параметры сварных швов

F_o - площадь сечения расплавленного основного металла

$F_э$ - площадь сечения наплавленного электродного металла

КОЭФФИЦИЕНТ ДОЛЕЙ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА В МЕТАЛЛЕ ШВА

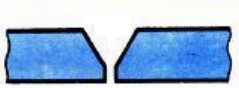
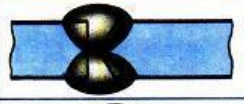
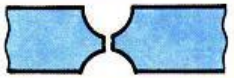
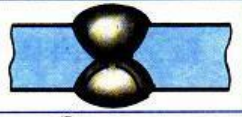
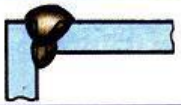
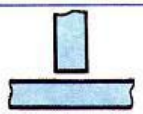
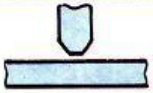
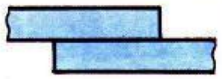
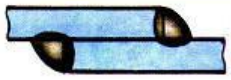
$$K_o = \frac{F_o}{F_o + F_э}$$



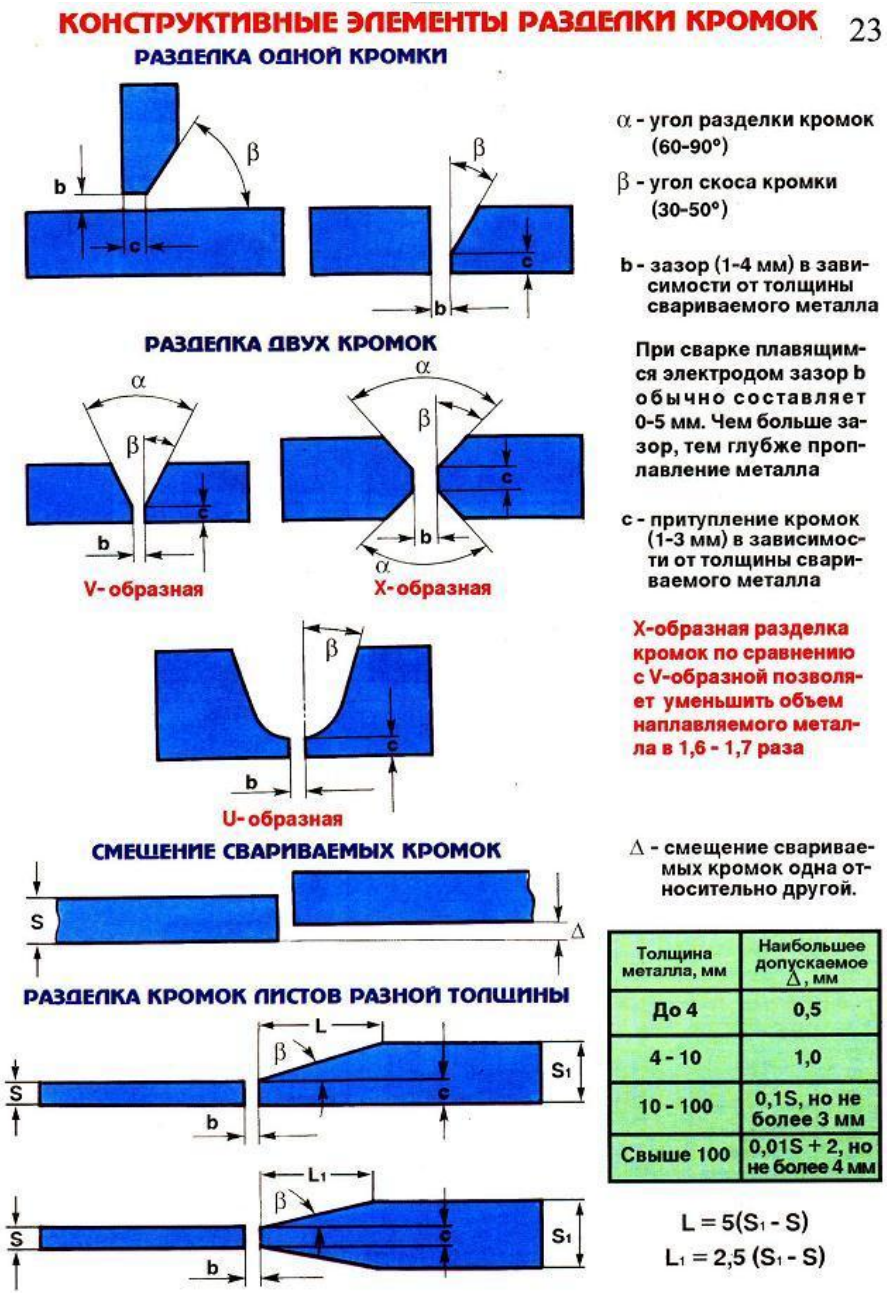
КОРЕНЬ ШВА - часть шва, наиболее удаленная от его лицевой поверхности

ПОДВАРОЧНЫЙ ШОВ - меньшая часть двустороннего шва, выполняемая предварительно для предотвращения прожогов или укладываемая в последнюю очередь в корень шва

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И РАЗМЕРЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм
			подготовленных кромок	сварного шва	
СТЫКОВОЕ	С отбортовкой	Односторонний			1 - 4
	Без скоса				1 - 6
	Без скоса	Двусторонний			3 - 8
	С V-образным скосом	Односторонний			3 - 60
	С X-образным скосом	Двусторонний			8 - 120
	С K-образным скосом				8 - 100
	С криволинейным скосом				15 - 100
УГЛОВОЕ	Без скоса	Двусторонний			2 - 30
	Со скосом одной кромки				3 - 60
ТАВРОВОЕ	Без скоса	Двусторонний			2 - 40
	С двумя скосами одной кромки				8 - 100
НАХЛЕСТОЧНОЕ	Без скоса	Двусторонний			2 - 60

Типы разделки кромок под сварку



Толщина металла, мм	Наибольшее допускаемое Δ, мм
До 4	0,5
4 - 10	1,0
10 - 100	0,1S, но не более 3 мм
Свыше 100	0,01S + 2, но не более 4 мм

Существующие способы дуговой сварки без разделки кромок позволяют сваривать металл ограниченной толщины при односторонней сварке ручной - до 4 мм, механизированной под флюсом - до 18 мм. Поэтому при сварке металла большой толщины необходимо разделывать кромки.

Угол скоса *α* кромки обеспечивает определенную величину угла разделки кромок, что необходимо для доступа дуги в глубь соединения и полного проплавления кромок на всю их толщину. Стандартный угол разделки кромок в зависимости от способа варки и типа соединения изменяется в пределах от 60 ± 5 до 20 ± 5 градусов.

Притупление *c* обычно составляет 2 ± 1 мм. Его назначение -обеспечить правильное формирование и предотвратить прожоги в вершине шва.

Зазор *b* обычно равен 1,5-2 мм, так как при принятых углах разделки кромок наличие зазора необходимо для провара вершины шва, но в отдельных случаях при той или иной технологии зазор может быть равным нулю или достигать 8-10 мм и более.

Длиной скоса *L* листа регулируют плавный переход от толстой свариваемой детали к более тонкой, устраняют концентраторы напряжений в сварных конструкциях.

В общем случае при выборе формы профиля кромки следует руководствоваться соответствующими стандартами. При этом необходимо стремиться к уменьшению объема наплавленного металла.

При РДС толстого металла наиболее часто применяется односторонняя V-образная и двухсторонняя

Х-образная разделка кромок.

При больших толщина V-образная разделка становится избыточной, поэтому ГОСТ предусматривает применение фигурных разделок кромок.

Тип разделки и величина угла разделки кромок определяют количество необходимого дополнительного металла для заполнения разделки, а значит, производительность сварки. Так, например, Х-образная разделка кромок по сравнению с V-образной позволяет уменьшить объем наплавленного металла в 1,6- 1,7 раза. Уменьшается время на обработку кромок. Правда, в этом случае возникает необходимость вести сварку с одной стороны шва в неудобном потолочном положении или кантовать свариваете изделия.

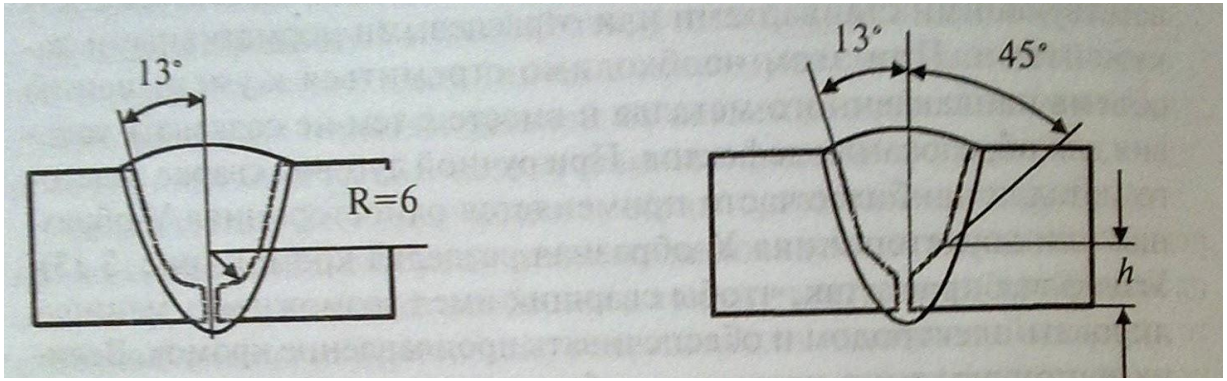
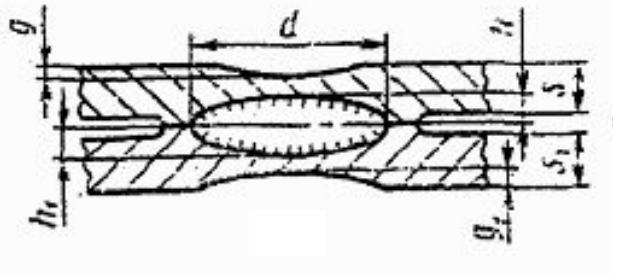


Рисунок – Фигурная разделка кромок

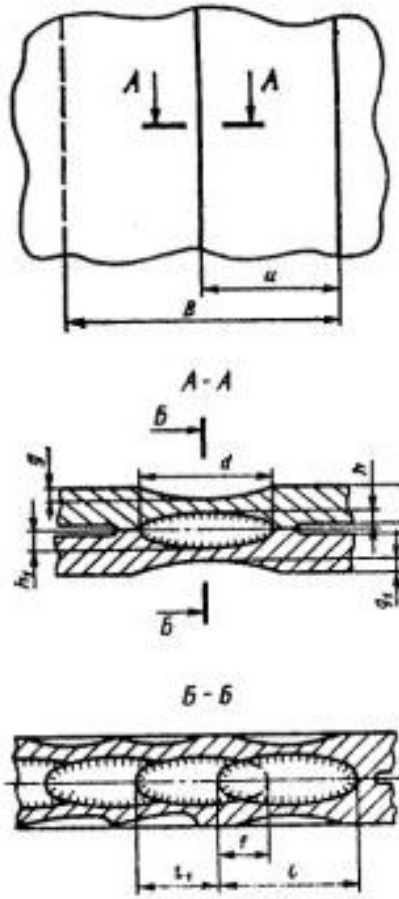
При использовании современных методов автоматической сварки и современного сварочного оборудования целесообразно применять узкие и щелевые разделки с углом раскрытия кромок 3-15 градусов (оборудование должно иметь специальные следящие системы для направления электродов по стыку).

Контактная сварка

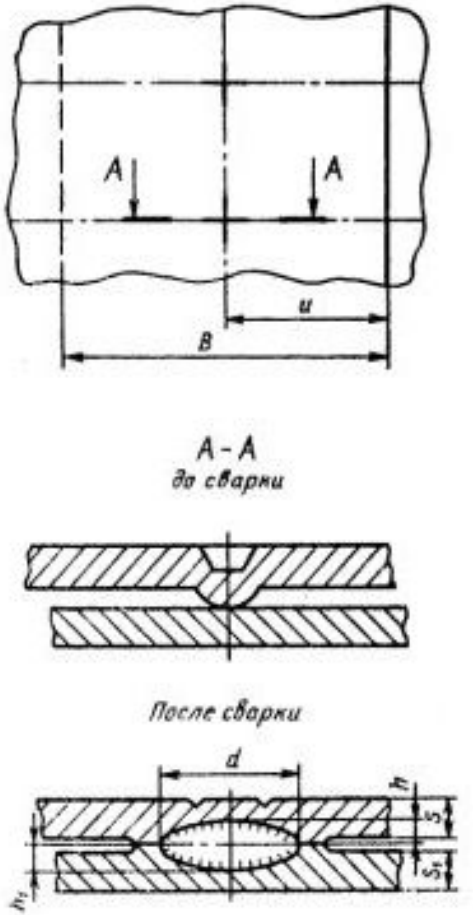
точечная



шовная



рельефная



d- диаметр литого ядра или ширина литой зоны шва

h – глубина проплавления

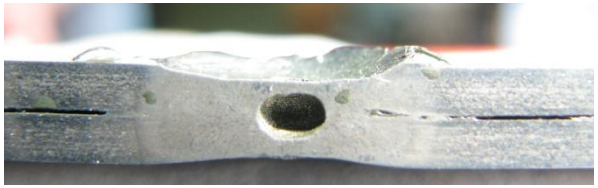
g – глубина вмятины

t – расстояние между центрами соседних точек

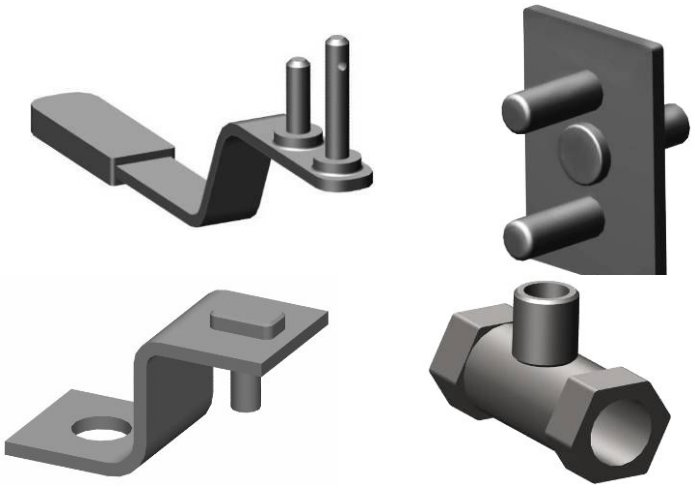
f –величина перекрытия литых зон

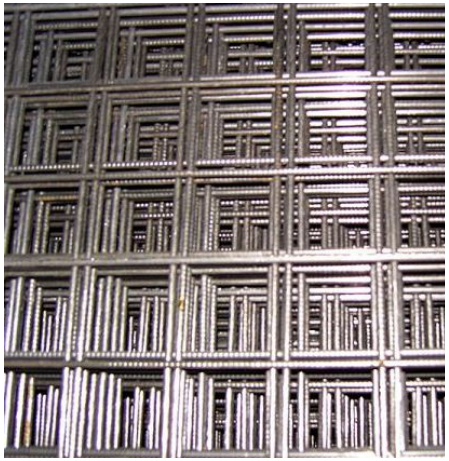
Внешний вид сварных соединений при контактной сварке

Точечная сварка



Рельефная сварка



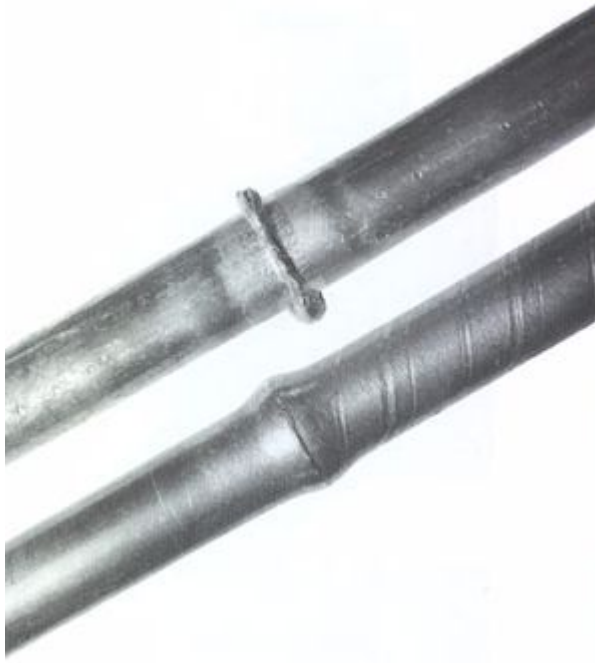


Сварка арматуры, сеток

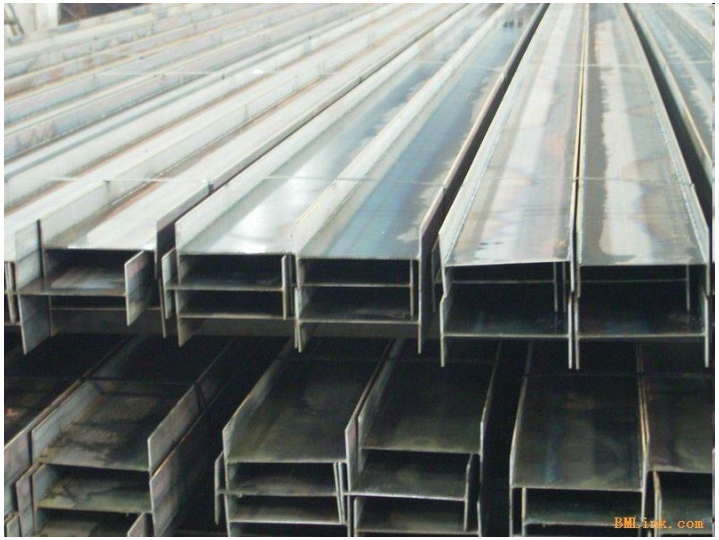
Внешний вид сварных соединений при контактной сварке

Сварка трением

Стыковая сварка



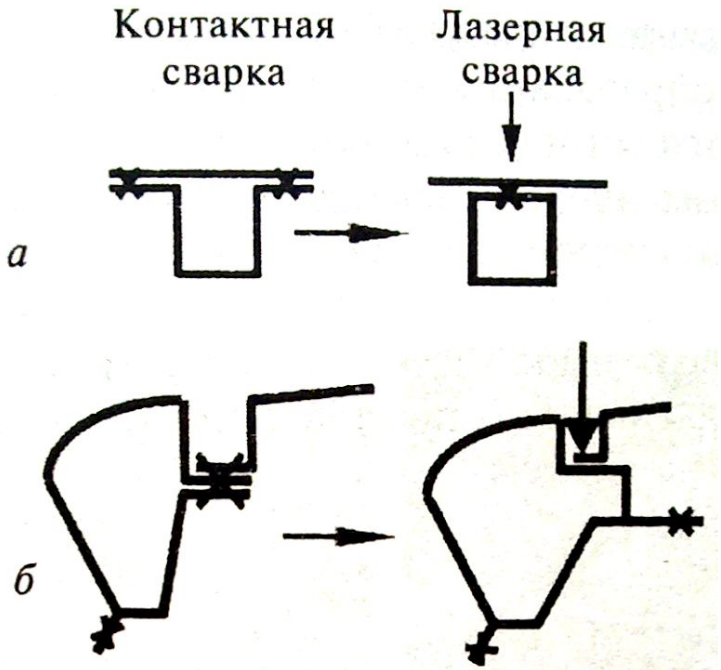
Высокочастотная сварка



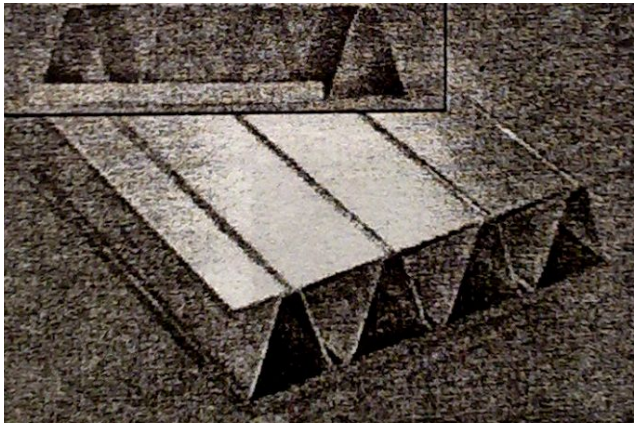
Сравнение лазерной и контактной сварки

Помимо повышения производительности, лазерная сварка позволяет уменьшать величину нахлестки в 2 раза по сравнению с контактной точечной (например, при сварке кузова автомобиля BMW 6 из алюминиевого сплава ширина нахлестки уменьшена с 16 мм до 8 мм). На рисунке показаны изменения деталей кузова.

Гибкость технологии лазерной сварки позволяет выполнять швы любой формы (кольцевой, эллиптической)



Конструкция соединения деталей пола автомобиля (а) и крыши с боковиной (б) при контактной и лазерной сварке



Сэндвич-панель, изготовленная лазерной сваркой с проплавлением наружных листов

Комбинированные соединения

При наличии вибрационных нагрузок сварные соединения, выполняемые лазерной сваркой, можно дополнять заклепочными соединениями.

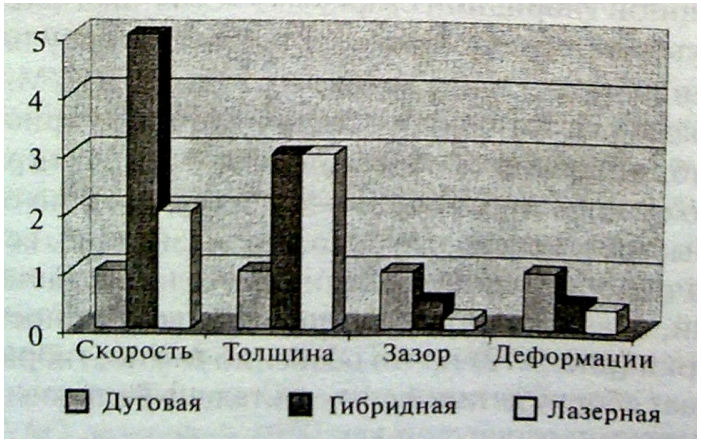
Пример последовательности выполнения комбинированного соединения

Возможно применение комбинации контактной точечной сварки и пайки.

Гибридные способы сварки

Развитие технологий лазерной сварки пошло по пути совмещения процессов сварки плавлением разного вида, например, лазерная + дуговая, лазерная + плазменная. Такое совмещение подучило название «гибридной сварки».

Сопоставление формы сечения шва при трех способах сварки (скорость сварки одинакова)



Сопоставление технологических характеристик трех способов сварки

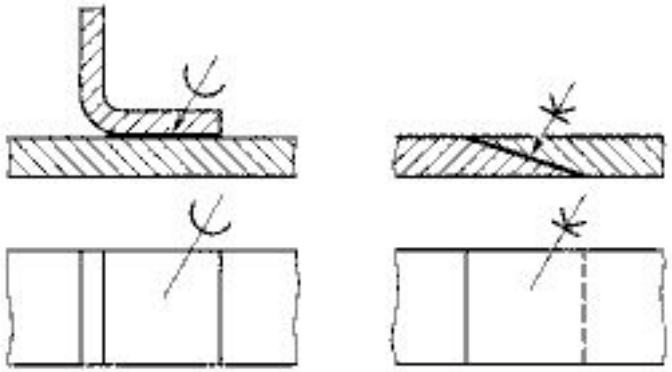
Преимущества лазерной «гибридной сварки»:быстродействие, глубокое проплавление, больший зазор (до 1,5 мм), низкое тепловложение, и как следствие, малые деформации конструкции.

Паяные и клеевые соединения

В соединениях, получаемых пайкой и склеиванием, место соединения элементов следует изображать сплошной линией толщиной 2S и применять условные знаки (ГОСТ 2.313 «Условные изображения и обозначения неразъемных соединений »):

- для пайки (черт. 4, 6, 8);

- для склеивания (черт. 5, 7, 9).



Клееносварные нахлесточные соединения применяют в конструкциях из алюминиевых сплавов. Клеевая прослойка повышает сопротивляемость конструкции коррозии, а также воспринимает на себя часть усилия. Кроме того, клеевые прослойки способствуют устранению раскрытия нахлестки и смягчают концентрацию напряжений, повышая тем самым работоспособность конструкций.

Прочность клееносварных соединений в большой мере зависит от температуры эксплуатации, а также от технологических и конструктивных параметров, состава клея, величины зазора, толщины деталей. Эффективность склеивания повышается с уменьшением толщины элементов.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

КАКИЕ БУДУТ ВОПРОСЫ?