

Министерство образования Российской Федерации  
Гомский государственный архитектурно-строительный университет

**ВИДЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ШВОВ  
ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ**

Методические указания

*Составитель Г.Ю. Малеткина*

Томск 2004

Виды сварных соединений и швов. Дефекты сварных швов: Методические указанияю Сост: Малеткина Т.Ю. Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета. 2004. - 19с.

Рецензент доцент К. К. Карандашов  
Редактор Т. С. Володина

Методические указания предназначены для проведения практических занятий по курсам «Металловедение и сварка» и «Технология конструкционных материалов» для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей 201000, 290800, 170900, 150200, 291300, 290700, 291100, 170400, 260200, 290300, 290600.

Печатается по решению методического совета кафедры «Машины, оборудование и технология деревообработки»  
№ 4 от 02.02.2004.

Утверждены и введены в действие проректором по учебной работе О.Г. Кумпяком

с 01.04. 2004  
до 31.12. 2008

Изд. Лиц. № 021253 от 31.10.97 Подписано в печать 07.09.04.  
28.09.97 Формат 60x90/16 Бумага офсет. Гарнитура Таймс,  
печать офсет. Уч.-изд. л. . Тираж 200 экз. Заказ № 773

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск. пл. Соляная, 2  
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ  
634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научиться определять виды сварных соединений, швов и их основные дефекты.

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из способов формообразования изделий является сварка.

Сварка получила широкое применение в строительстве, авиа- и судостроении, в машиностроении и других отраслях промышленности.

Различают более 150 видов сварочных процессов. ГОСТ 19521-74 сварочные процессы классифицирует по основным физическим, техническим и технологическим признакам (рис. 1).

Сваркой называется процесс образования неразъемного соединения металлов при их сближении на расстояние действия сил межатомного взаимодействия. Это возможно при расстоянии между атомами около  $4 \times 10^{-8}$  см и осуществимо при следующих условиях:

- применении очень больших удельных давлений сжатия деталей без нагрева (механический класс сварки для соединения пластичных металлов, например, алюминия, меди, свинца);
- нагревании и одновременном сжатии деталей умеренным давлением (термомеханический класс сварки: электрическая контактная, газопрессовая, дугопрессовая и т.д.);
- нагревании металла в месте соединения до расплавления без применения давления (термический класс сварки: дуговая, газовая, лазерная, электродшлаковая, термитная и т.д.).

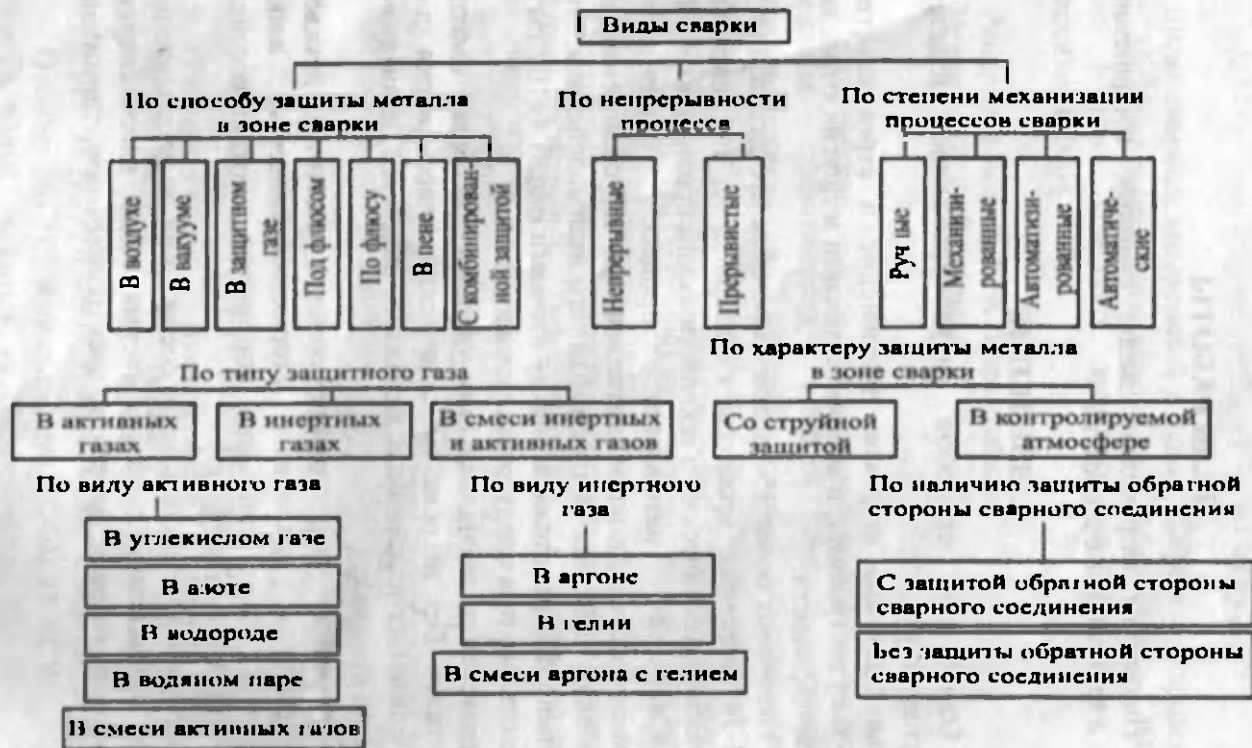


Рис. 1

# УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Используя нижеприведённые сведения по классификации и дефектам сварных соединений и швов, следует определить:

- вид сварного соединения деталей (образцов);
- привести классификацию сварного шва;
- выявить дефекты сварного шва;
- изобразить сварное соединение и обозначить виды дефектов.

## 1. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

По ГОСТ 2601-84 установлены термины и определения для сварных конструкций, узлов, соединений и швов. В соответствии с этим стандартом существуют следующие виды соединений:

### 1.1 Стыковые соединения

Стыковое соединение представляет собой сварное соединение двух элементов, расположенных в одной плоскости и примыкающих один к другому торцовыми поверхностями (рис. 2, а-ж). В соответствии с ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные»:

- листы толщиной 1...3 мм можно сваривать встык с отбортовкой кромок, без зазора и без присадочного металла (рис. 2, б), а также с применением подкладок (рис. 2, г) и прокладок (рис. 2, д);
- при сварке встык листов разной толщины у листа большей толщины делается срез кромки до толщины тонкого листа (рис. 2, в), либо применяется односторонний замковый сварной шов;

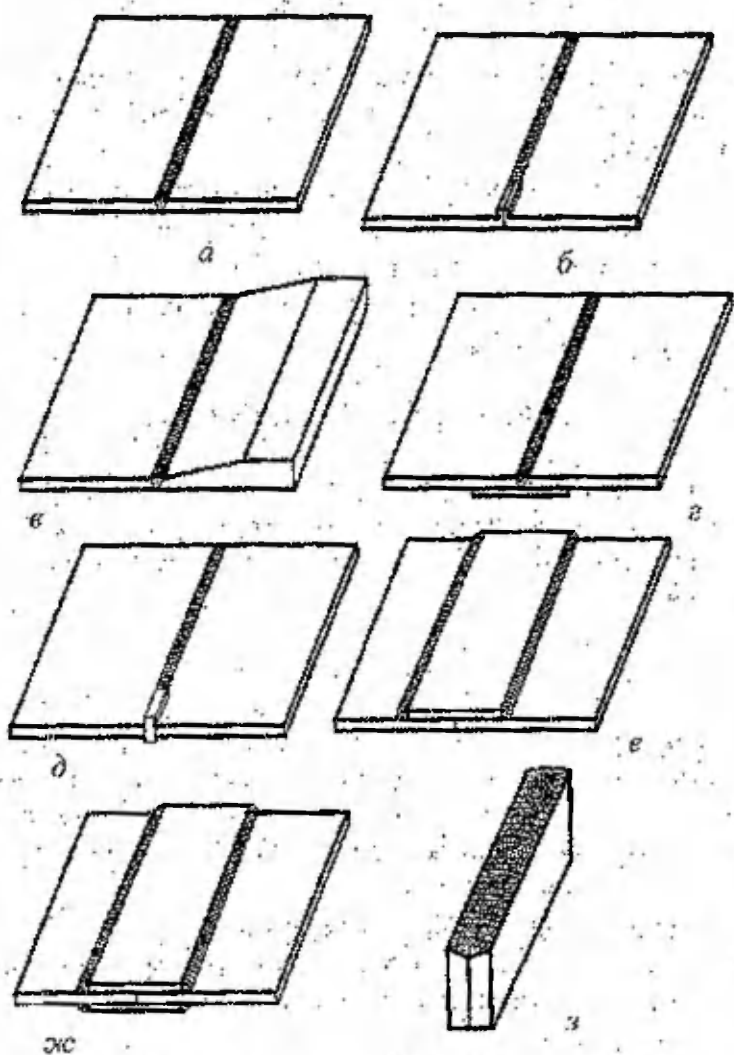


Рис.2. Сварные соединения:

а - стыковые; б - стыковые с отбортовкой; в - стыковые листов разной толщины; г - стыковые с подкладкой; д - стыковые с прокладкой; е - зс - с накладками; з - торцовые (боковые);

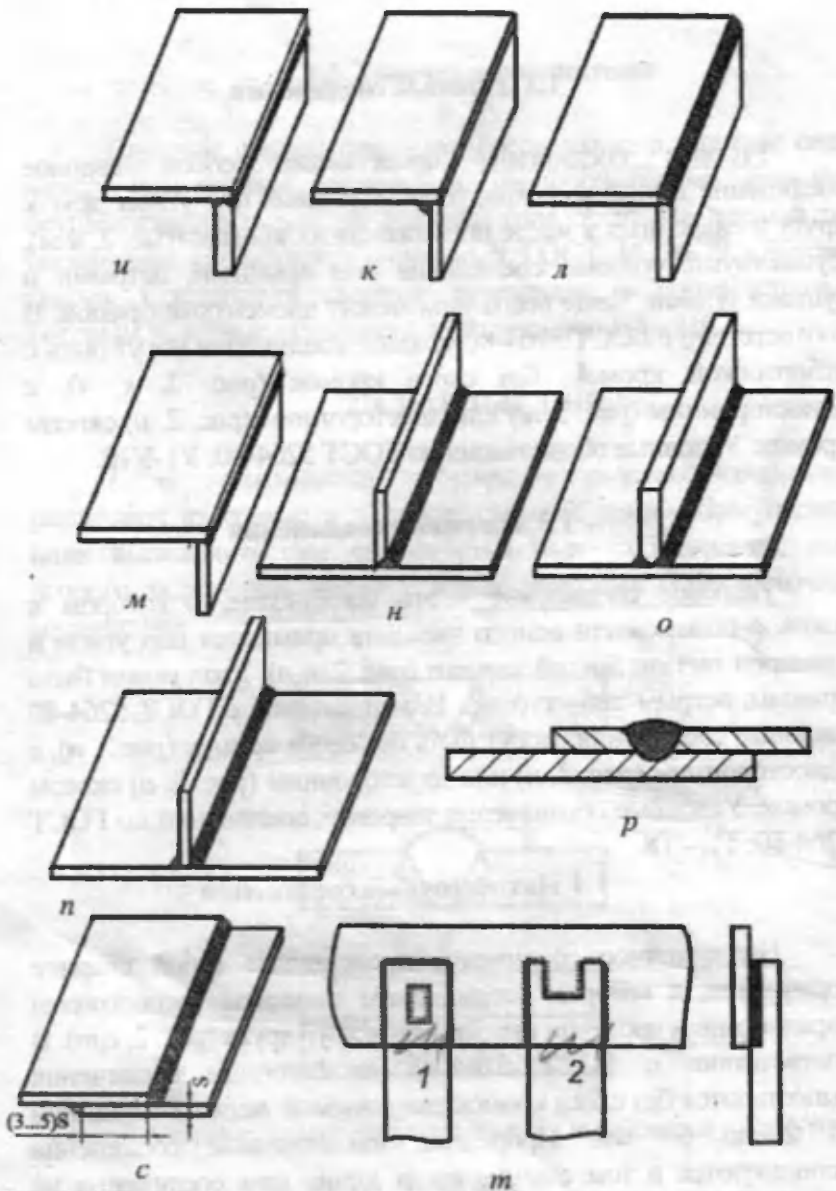


Рис.2. Сварные соединения:

*и* - *м* - угловые; *н-п* - тавровые; *р* - точечные (с электрозаклётками); *с* -  
внахлёстку; *т* - внахлёстку прорезные

## 1.2 Угловые соединения

Угловое соединение представляет собой сварное соединение двух элементов, расположенных под углом друг к другу и сваренных в месте приложения их кромок (рис. 2, *и-м*). Существуют угловые соединения под прямыми, острыми и тупыми углами. Чаще всего угол между элементами прямой. В соответствии с ГОСТ 5264-80 угловые соединения могут быть с отбортовкой кромок, без скоса кромок (рис. 2, *к, л*), с односторонним (рис. 2, *м*) или двусторонним (рис. 2, *и*) скосом кромок. Условные обозначения по ГОСТ 5264-80: У1-У10.

## 1.3 Тавровые соединения

Тавровое соединение – это соединение, в котором к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом и приварен торцом другой элемент (рис. 2, *п-п*). Угол может быть прямым, острым либо тупым. В соответствии с ГОСТ 5264-80 тавровые соединения могут быть без скоса кромок (рис. 2, *п*), с односторонним (рис. 2, *и*) или двусторонним (рис. 2, *о*) скосом кромок. Условные обозначения тавровых соединений по ГОСТ 5264-80: Т1 – Т8.

## 1.4 Наклёсточные соединения

Наклёсточное соединение представляет собой сварное соединение, в котором соединяемые элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга (рис. 2, *с, т*). В соответствии с ГОСТ 5264-80 наклёсточные соединения выполняются без скоса кромок свариваемых деталей толщиной от 2 до 60 мм. Прорезные наклёсточные соединения используются в том случае, когда длина шва соединения не обеспечивает необходимой прочности. Условные обозначения: Н1-Н9.



## 1.5 Точечные соединения

**Точечное соединение** – это соединение, в котором связь между сваренными элементами, расположенными внахлест, осуществляется сварными точками (рис. 2, р). На данный тип соединений существует отдельный ГОСТ 14776-79 «Дуговая сварка. Соединения сварные точечные», в соответствии с которым условные обозначения следующие: Н1 – Н6.

## 2. СВАРНЫЕ ШВЫ

1. В зависимости от типа сварных соединений различают стыковые и угловые сварные швы. Швы первого вида выполняют при сварке стыковых соединений, швы второго вида – при сварке угловых, тавровых и нахлесточных соединений.

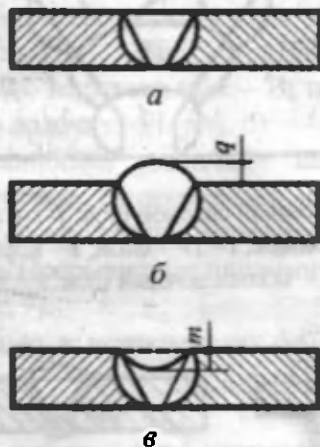


Рис. 3. Сварные швы: а – нормальные; б – выпуклые; в – вогнутые

2. По форме поперечного сечения сварные швы подразделяют на нормальные, выпуклые и вогнутые (рис. 3).

3. По числу слоев сварные швы могут быть однослойными и многослойными). Слой – это часть металла сварного шва,

которая состоит из одного или нескольких валиков, расположенных на одном уровне поперечного сечения шва (I – IV на рис. 4). Валик – это металл шва, наплавленный или переплавленный за один проход (1-7 на рис. 4). Часть сварного шва, наиболее удаленную от его лицевой поверхности, называют корнем шва (1 валик на рис. 4).

4. По характеру выполнения различают одно- и двусторонние швы, выполняемые как на весу, так и на различного рода подкладках и флюсовых подушках. Часть шва, выполняемого предварительно для предотвращения прожогов при последующей сварке и накладываемого в последнюю очередь в корень шва для обеспечения высокого качества шва, называют подварочным швом (рис. 5).

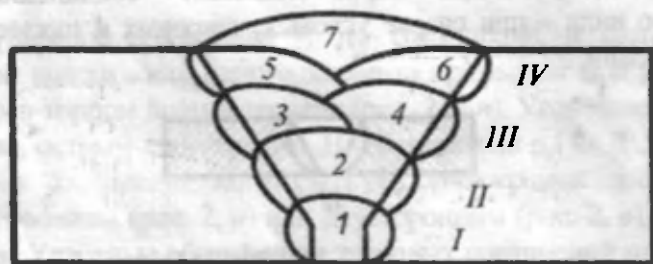


Рис. 4. Многослойный сварной шов: 1-7 – последовательность выполнения переходов; I – IV – слои; 1 – корневой шов; 7 – облицовочный шов

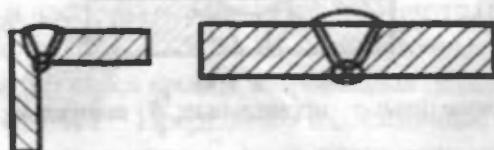


Рис. 5. Угловое и стыковое соединения с двухсторонними швами

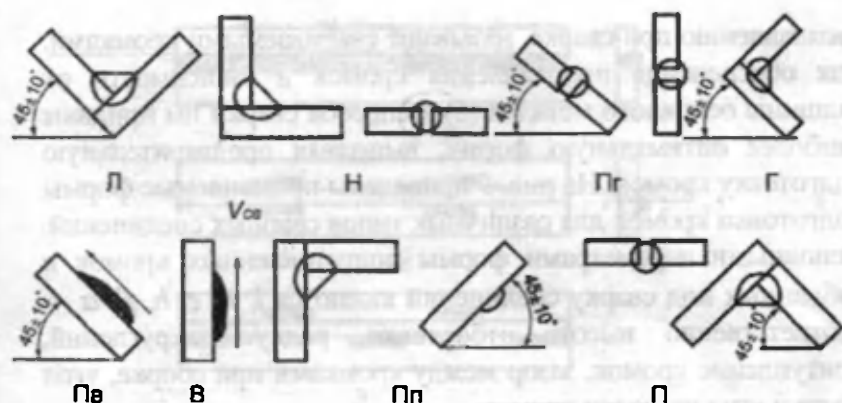


Рис. 6. Основные пространственные положения сварки и их обозначения

5. В зависимости от расположения швов в конструкции сварку выполняют в разных пространственных положениях. Основные пространственные положения сварки определяют по ГОСТ 11969 - 79 и обозначают следующим образом: нижние – Н; полугоризонтальные – Пг; горизонтальные – Г; полувертикальные – Пв; вертикальные – В; полупотолочные – Пп; потолочные – П; в лодочку – Л (рис. 6)

6. По протяженности различают швы непрерывные (сплюснутые) и прерывистые. Непрерывный шов – это сварной шов без промежутков по длине, прерывистый шов имеет промежутки по длине. Прерывистые швы могут быть цепными или шахматными (рис. 7).

7. По отношению к направлению действующих усилий швы подразделяют на продольные, поперечные, комбинированные и косые (рис. 8).

8. По условиям работы швы подразделяют на рабочие, воспринимающие внешние нагрузки, и связующие (соединительные), предназначенные только для скрепления частей изделия и не рассчитанные на восприятие внешних нагрузок.

Торцовые поверхности деталей, подлежащие нагреву и

расплавлению при сварке, называют свариваемыми кромками. Для обеспечения проплавления кромок в зависимости от толщины основного металла ( $S$ ) и способа сварки им придают наиболее оптимальную форму, выполняя предварительную подготовку кромок. На рис. 9 приведены применяемые формы подготовки кромок для различных типов сварных соединений. Основными параметрами формы подготовленных кромок и собранных под сварку соединений являются  $l, R, c, b, \beta, \alpha$  – соответственно высота отбортовки, радиус закруглений, притупление кромок, зазор между кромками при сборке, угол скоса и угол разделки кромок.

### 3. ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надежность и экономичность изделий и конструкций. Наличие дефектов в сварных соединениях может привести к нарушению герметичности, прочности и других эксплуатационных характеристик изделия, а при некоторых обстоятельствах – вызвать аварию в процессе его изготовления, монтажа или эксплуатации.

*По расположению* дефекты, образующиеся в сварных соединениях, могут быть внешними и внутренними, а в зависимости от причин возникновения делятся на:

1. дефекты, связанные с формированием шва или дефекты геометрической формы шва (I группа);

2. дефекты, связанные с металлургическими, тепловыми и гидродинамическими процессами, протекающими при кристаллизации сварочной ванны и остывании сварного соединения (II группа).

В таблицах 1 и 2 приведены основные типы дефектов сварных соединений и швов и причины их возникновения.

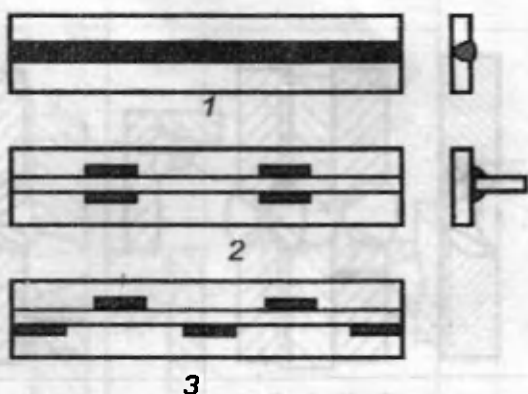


Рис. 7. Классификация сварных швов по протяжённости: 1 – непрерывный; 2 – цепной; 3 – шахматный

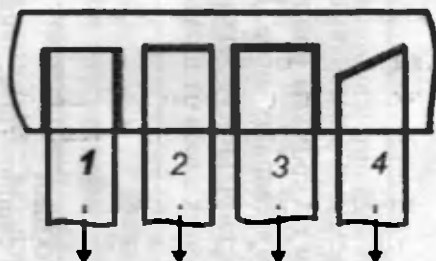


Рис. 8. Виды швов в зависимости от отношения действующих усилий: 1 - фланговый; 2 - лобовой; 3 - комбинированный; 4 - косой

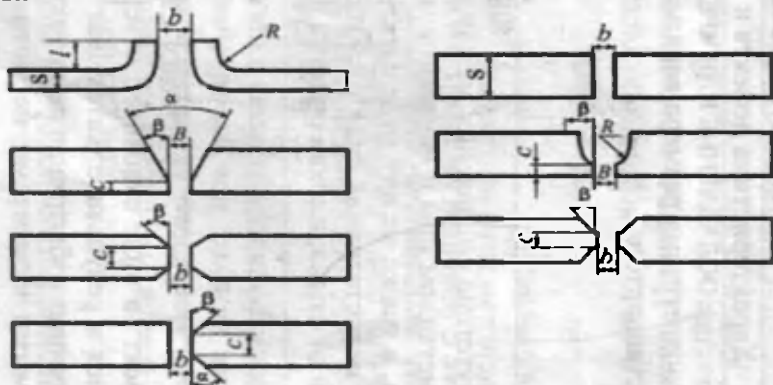

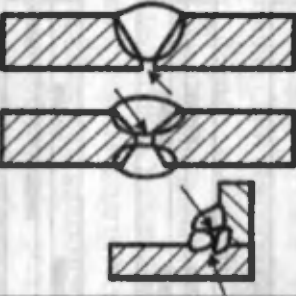



Рис. 9. Примеры подготовки кромок для сварки в стыковых соединениях

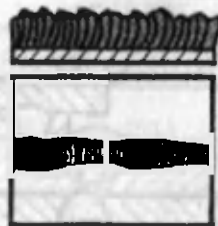

## Дефекты геометрической формы шва сварных соединений

Характеристика дефекта и причины его возникновения	Эскиз
<p><b>1. ОСЛАБЛЕНИЕ ИЛИ ЧРЕЗМЕРНОЕ УСИЛЕНИЕ ШВА</b></p> <p>Несоответствие размера верхней части сварного шва требованиям стандартов.</p>	
<p><b>2. НЕПРОВАР</b></p> <p>Отсутствие сплавления между свариваемыми элементами, между металлом шва и основным металлом по кромкам или в корне шва, а также между отдельными слоями сварных швов. Причины: недостаточная сила тока или её нестабильность; отклонение дуги от сгъика; плохая очистка предыдущих слоёв от шлака.</p>	
<p><b>3. ПРОЖОГ СВАРНОГО ШВА</b></p> <p>Дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся в результате вытекания части металла сварочной ванны. Причины: избыточная сила тока; большие зазоры между соединяемыми элементами; неплотное прилегание подкладки с обратной стороны шва.</p>	

## Дефекты геометрической формы шва сварных соединений

Характеристика дефекта и причины его возникновения	Эскиз
<p style="text-align: center;"><b>5. ПОДРЕЗ ЗОНЫ СПЛАВЛЕНИЯ</b></p> <p>Дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом. Подрезы возникают при повышенном напряжении на дуге, при увеличенном токе, неправильном положении электрода или изделия в процессе сварки.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>6. НАГЛЫВ</b></p> <p>Дефект в виде натекания металла шва на поверхность основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним. Причины: неправильно выбранный режим (н-р, сварка на большом токе с большой скоростью); плохая очистка основного металла; неправильно выбранное положение изделия в пространстве при сварке.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>7. БРЫЗГИ МЕТАЛЛА</b></p> <p>Дефект в виде затвердевших капель на поверхности сварного соединения. Причины: повышенное напряжение на дуге; большая сила тока.</p>	

## Дефекты геометрической формы шва сварных соединений

Характеристика дефекта и причины его возникновения	Эскиз
<p data-bbox="175 212 1228 284"><b>8. НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ШВА ПО ВЫСОТЕ ИЛИ ШИРИНЕ, ГРУБАЯ ЧЕШУЙЧАТОСТЬ</b></p> <p data-bbox="138 295 1265 429">Наблюдается при сварке в монтажных условиях вследствие стекания жидкого металла под влиянием сил тяжести, нестабильности горения дуги и т.д.</p>	 <p>The sketch shows two views of a weld. The top view is a perspective drawing of a weld bead with a highly irregular, wavy surface, characteristic of 'roughness' or 'scum'. The bottom view is a cross-section of the weld, showing a dark, irregular weld metal area between two plates, with a jagged, uneven top surface.</p>
<p data-bbox="600 595 803 626"><b>9. КРАТЕРЫ</b></p> <p data-bbox="138 637 1265 725">Углубления, образующиеся после резкого обрыва дуги в конце шва с появлением усадочных рыхлостей или «паучков» трещин.</p>	 <p>The sketch shows two views of a weld crater. The top view is a perspective drawing of a weld bead with a distinct, deep, bowl-shaped depression at its end, labeled with an arrow. The bottom view is a cross-section of the weld, showing a dark weld metal area between two plates. At the end of the weld, there is a deep, irregular depression. Below this depression, several jagged, branching lines represent cracks, labeled with an arrow and the text 'трещины /'. The word 'шов' (weld) is also labeled with an arrow pointing to the main weld metal area.</p>





## Дефекты металлургического, гидродинамического и термомодеформационного происхождения

дефекты

Характеристика дефекта и причины его возникновения	Эскиз
<p><b>1. ГОРЯЧИЕ ТРЕЩИНЫ</b></p> <p>Дефекты в виде несплошностей, образующиеся при первичной кристаллизации металла шва и распространяющиеся по границам зерен металла. На образование трещин влияют химический состав шва, форма сварочной ванны, размер первичных кристаллитов, растягивающие напряжения. Трещины могут быть продольными (1), поперечными (2) и разветвленными (3).</p>	
<p><b>2. ХОЛОДНЫЕ ТРЕЩИНЫ</b></p> <p>Дефекты в виде несплошностей сварного шва, образующиеся в сварных соединениях при температуре ниже <math>300^{\circ}\text{C}</math> в процессе распределения сварочных напряжений в локальных зонах металла. Основные причины: образование закалочных структур, влага в сварочных материалах, большая жесткость закрепления. Трещины могут быть внутренними и наружными.</p>	
<p><b>3. ПОРЫ В СВАРНЫХ ШВАХ</b></p> <p>Заполненные газом полости в швах, имеющие сферическую, вытянутую и более сложные формы. Поры возникают в процессе кристаллизации сварочной ванны вследствие выделения</p>	

## Дефекты металлургического, гидродинамического и термомодеформационного происхождения

<p>растворённых в жидком металле газов. Когда крупные поры выходят на поверхность в виде воронкообразного углубления в сварном шве, их называют свищами.</p>	 <p style="text-align: center;">свищ</p>
<p>4. ШЛАКОВОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ</p> <p>Дефект в виде вкрапления шлака в сварном шве. Причины: плохая очистка предыдущих слоёв от шлака в многослойных швах; затекание шлака впереди сварочной ванны.</p>	

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2601-84 «Сварка металлов. Термины и определения основных понятий».
2. ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные».
3. ГОСТ 14776-79 «Дуговая сварка. Соединения сварные точечные».
4. ГОСТ 11969-79 «Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения».
5. ГОСТ 19521-74 «Сварка металлов. Классификация».
6. Болдырев А.М., Орлов А.С. Сварочные работы в строительстве и основы технологии металлов»: Учебник. М.: Изд-во АСВ, 1994. –432 с.
7. Чернышов Г.Г. Сварочное дело. Сварка и резка металлов. – М.: ИРПО; Профиздат, 2002. – 496 с.