

## ТЕМА ЛЕКЦИИ - КЛАССИФИКАЦИЯ СВАРНЫХ ШВОВ

**Цель лекции** – ознакомление с различными видами сварных швов.

**Сварной шов** - участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации.

Сварные швы классифицируются на 12 видов: по типу получаемого сварного соединения, по положению в пространстве при сварке, по положению сварных швов относительно поверхности изделия, по степени непрерывности сварных швов, по направлению действующего усилия, по профилю поперечного сечения, по назначению, по условиям работы сварного изделия, по протяженности, по конфигурации, по ширине, по количеству слоев и по числу проходов.

Рассмотрим данные классификации по отдельности.

**По типу получаемого сварного соединения** делится на стыковые, угловые, проплавные, электрозаклепочные и торцевые.

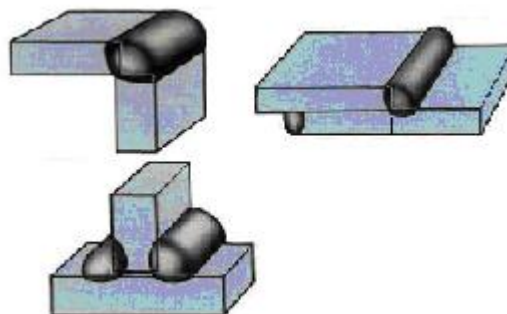
**Стыковой шов** - сварной шов стыкового соединения (рис. 1). **Стыковые швы** являются самым распространенным видом швов. Они используются при сварке металлических листов или труб различной толщины. Для сварки заготовки должны быть надежно зафиксированы. Между деталями остается небольшой зазор – около 1-2мм. В процессе сварки он заполняется расплавленным металлом заготовок или присадочным материалом.



**Рисунок 1 – Стыковой шов**

**Угловой шов** - сварной шов углового, нахлесточного или таврового соединений (рис. 2). Угловые швы менее прочные, чем стыковые. Угловые швы часто относят к подвиду тавровых швов. Но при этом угловые швы

больше распространены, чем тавровые. По форме угловые швы напоминают букву Г. Угол между деталями может быть любой, но чаще всего – прямой. В работе необходимо выполнять правила геометрии шва: ширину, изогнутость, выпуклость шва и корень стыка.



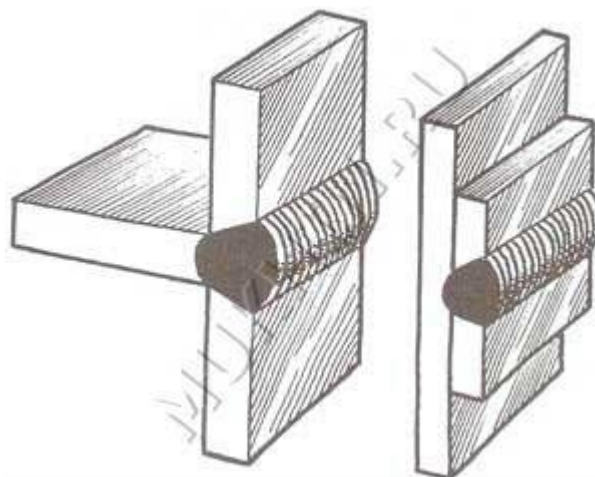
**Рисунок 2 – Угловой шов**

При работе с угловыми швами главной проблемой является стекание металла по углу или с вертикальной поверхности на горизонтальную. Поэтому важно контролировать ровное ведение электрода, соблюдая углы наклона. Так для сварки листов разной толщины нужно держать электрод под углом  $60^\circ$  по отношению к более толстой заготовке. В результате основное тепло придется на более толстую деталь, а более тонкая не перегреется и не прогорит.

Угловые швы бывают *односторонние* и *двухсторонние*. Для двухстороннего шва сварка выполняется и на внутреннем, и на внешнем угле. Возможна сварка без обработки кромок или скосами. Скос может выполняться с одной или с двух сторон одной кромки. Вторая кромка при этом не обрабатывается.

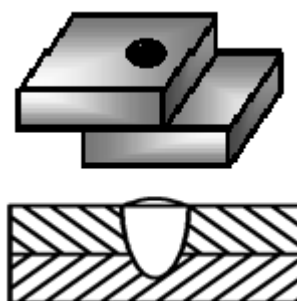
Прочность угловых швов ниже прочности основного металла. Этот момент нужно учитывать при проектировании и проведении работ.

**Проплавные швы** (со сквозным проплавлением одного из соединяемых элементов) используются при получении тавровых или нахлесточных сварных соединений (рис. 3). Применение проплавных швов ограничивается деталями толщиной до 10 мм.



**Рисунок 3 – Проплавный шов**

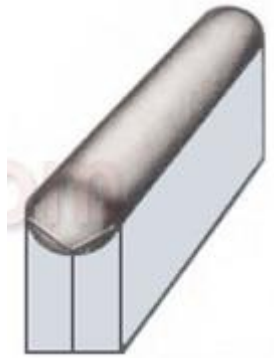
*Электрозаклепочные сварные швы* (рис. 4) используются для получения прочных, но не плотных соединений. Верхний лист пробивается или просверливается, и отверстие заваривается так, чтобы был захвачен нижний лист. При толщине верхнего листа до 3 мм его предварительно не просверливают, проплавляя дугой при сварке заклепки. Электрозаклепочные швы применяются для получения нахлесточных и тавровых сварных соединений.



**Рисунок 4 – Электрозаклепочные сварные швы**

*Торцевые сварные швы* используются для получения торцевых сварных соединений (рис. 5). Торцевые швы используются для сваривания деталей разной формы, прилегающими друг к другу боковыми поверхностями. Угол прилегания может находиться в пределах от  $0^\circ$  до  $30^\circ$ . Такая сварка подходит для работы как с тонкими, так и с толстыми металлами, а также для сварки деталей разной толщины. Перед сваркой выполняется разделка кромок под односторонние скосы.

Торцевые швы отличаются высокой выносливостью к нагрузкам. Но при этом возможно попадание влаги или загрязнений между поверхностями деталей, что в будущем приведет к коррозии. Особенно это вероятно при наличии непроваров.

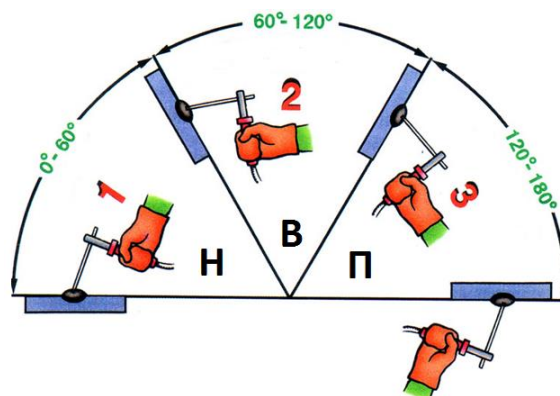


**Рисунок 5 – Торцевые сварные швы**

По положению в пространстве при сварке делится на:

- нижние (Н);
- вертикальные (В);
- потолочные (П);
- горизонтальный шов на вертикальной плоскости (Г);
- угловой шов «в лодочку» (Л).

При сварке от  $0^{\circ}$  до  $60^{\circ}$  сварные швы классифицируются в пространстве как нижние. При сварке от  $60^{\circ}$  до  $120^{\circ}$  сварные швы классифицируются в пространстве как вертикальные. При сварке от  $120^{\circ}$  до  $180^{\circ}$  сварные швы классифицируются в пространстве как потолочные.



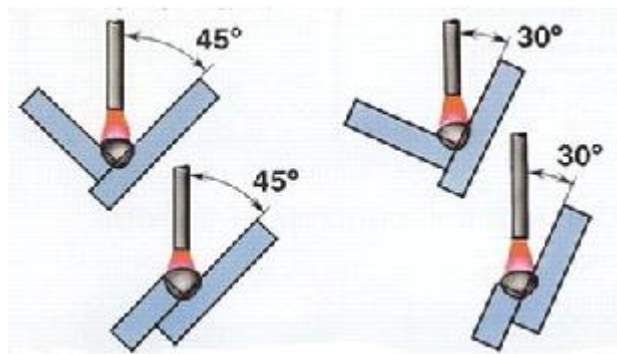
**Рисунок 6 – Положения швов в пространстве**

**Сварка в симметричную «лодочку»** (рис. 7) производится при высоких значениях сварочного тока (как обратной, так и прямой полярности) Сварку в симметричную «лодочку» при обратной полярности рекомендуется проводить на максимально короткой дуге.

При таком методе меньше вероятность подрезов одной стенки и наплывов на другой, чем при несимметричной «лодочке»

**Сварка в несимметричную «лодочку»** (рис. 7) осуществляется при наклоне под углом 60 и 30 градусов. Электрод должен направлять сварочную дугу прямо в корень сварного шва. Главное - чтобы сварочная дуга не вышла на поверхность пластины за пределами формирующегося шва. Не допускается наплавка слишком большого количества металла за один проход.

Метод хорош при работе в труднодоступных местах за счет небольшой амплитуды движений электрода.



**Рисунок 7 - Сварка в симметричную и несимметричную «лодочку»**

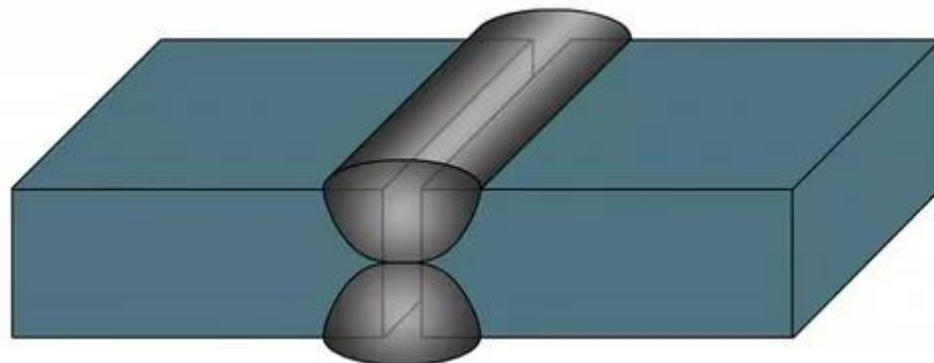
По положению сварных швов относительно поверхности изделия, делится на односторонние и двусторонние.

**Односторонний шов** – шов, выполненный с одной стороны заготовки (односторонняя сварка) (рис. 8).



**Рисунок 8 - Односторонний шов**

**Двусторонний шов** – шов, выполненный с обеих сторон заготовки (двусторонняя сварка) (рис. 9).



**Рисунок 9 - Двусторонний шов**

Односторонний шов применяется в малоответственных сварных соединениях или в случаях, когда конструкция изделия не позволяет производить двустороннюю сварку шва. Значительный объем расплавленного металла, большая глубина проплавления и некоторый перегрев ванны могут привести к вытеканию металла в зазоры и нарушению процесса формирования шва. Чтобы избежать этого, следует закрыть обратную сторону шва стальной или медной подкладкой, флюсовой подушкой или проварить шов с обратной стороны.

Двусторонний шов дает более высококачественный шов, обеспечивая хороший провар шва даже при некотором смещении свариваемых кромок. При изготовлении строительного-монтажных конструкций двусторонний способ сварки является основным. Стыковое соединение сваривают сначала с одной стороны так, чтобы глубина проплавления составляла 60 ... 70% толщины металла шва. Зазор между кромками должен быть минимальным, не более 1 мм. При этом сварку выполняют на весу без подкладок и уплотнений с обратной стороны стыка. При невозможности выдержать зазор между кромками менее 1 мм принимают меры по предупреждению подтекания жидкого металла, так же как это делают при односторонней сварке, т. е. производят сварку на флюсовой подушке, медной подкладке, на стальной подкладке или применяют прихватку ручной дуговой сваркой.

**По степени непрерывности сварных швов (рис. 10)** делится на

**Непрерывный шов** - сварной шов без промежутков по длине.

**Прерывистый шов** - сварной шов с промежутками по длине

Стыковые швы обычно выполняются непрерывными.

Угловые швы могут быть выполнены:

- **непрерывными;**
- **односторонними прерывистыми** - прерывистые швы, у которых промежутки расположены по обеим сторонам стенки один против другого;
- **двусторонними непрерывными;**
- **двусторонними цепными;**
- **двусторонними шахматными** - двухсторонние прерывистые швы, у которых промежутки на одной стороне стенки расположены против сваренных участков шва с другой ее сторон;
- **точечными** - сварные швы, в которых связь между сваренными частями осуществляется сварными точками.

Сварные соединения с непрерывными швами лучше выдерживают знакопеременную нагрузку и меньше поддаются коррозии, чем соединения с прерывистыми швами. Особо ответственные сварные изделия, как правило, выполняются непрерывными швами.



**Рисунок 10 – Классификация по степени непрерывности сварных**

**ШВОВ**

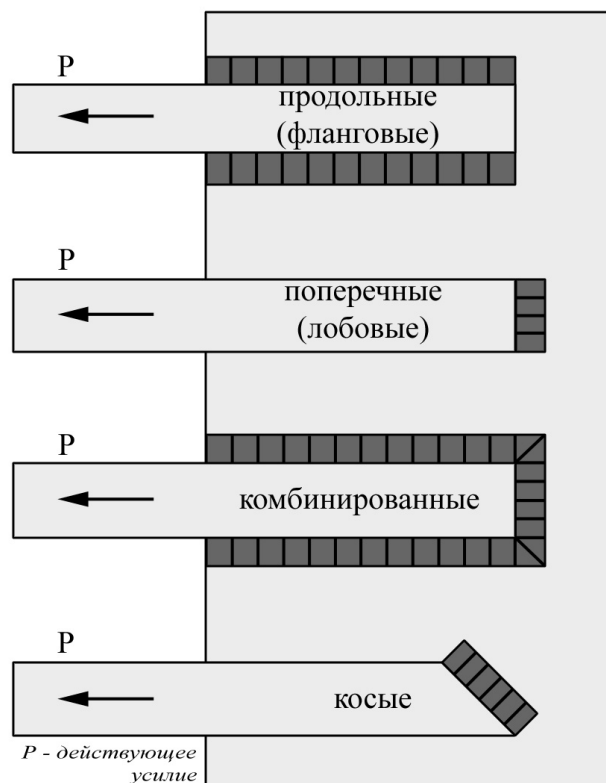
По направлению действующего усилия (рис.11) делится на:

**продольные (фланговые)** – направление действующего усилия параллельно оси сварного шва;

**поперечные (лобовые)** – направление действующего усилия перпендикулярно оси сварного шва;

**комбинированные** – сочетание продольного и поперечного швов;

**косые** – направление действующего усилия размещено под углом к оси сварного шва.



**Рисунок 11 – Классификация по направлению действующего усилия**

Классификация сварных швов - По профилю поперечного сечения, делится на Стыковые и угловые.

Стыковые швы (рис. 12) делятся на:

**выпуклые; нормальные; вогнутые.**

Выпуклые сварные швы лучше работают при статических (постоянных) нагрузках, однако они неэкономичны.



Нормальные и вогнутые швы лучше подходят при динамических и знакопеременных нагрузках, поскольку в результате более плавного перехода от основного металла к сварному шву снижается вероятность возникновения концентрации напряжений, приводящих к разрушению шва.



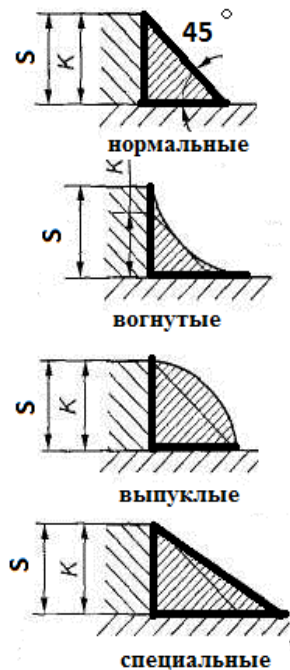
**Рисунок 12** – Стыковые швы

Угловые швы (рис. 13) делятся на:

- **нормальные** - катет шва принимается равным толщине листа ( $K=S$ );
- **вогнутые** - катет шва  $K=0,8 S$ ;
- **выпуклые**;
- **специальные** - профиль представляет неравносторонний прямоугольный треугольник (один из катетов  $K=S$ ).

Вогнутые швы применяют в особо ответственных конструкциях при переменных нагрузках, так как вогнутость обеспечивает плавный переход от шва к основному металлу 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 их применение значительно снижает концентрацию напряжений.



**Рисунок 13** – Угловые швы

Классификация сварных швов - **По назначению, По условиям работы сварного изделия, По протяженности, По конфигурации, По ширине.**

По назначению сварные швы делятся на:

прочные; плотные (герметичные); прочно-плотные.

**Прочные** - обеспечивают передачу нагрузки с одного элемента на другой.

**Плотные** - обеспечивают герметичность соединения (непроницаемость для жидкостей и газов).

**Прочно-плотные** - обеспечивают передачу нагрузки и герметичность соединения (непроницаемость для жидкостей и газов).

В зависимости от условий работы сварного изделия швы делятся на; рабочие; нерабочие.

**Рабочие** - предназначены для работы под нагрузкой.

**Нерабочие (связующие или соединительные)** - используются только для соединения частей сварного изделия и рабочих нагрузок не передают.

По протяженности сварные швы делятся на:

**короткие** – длиной менее 250 мм;

**средние** - длиной от 250 до 1000 мм;

**длинные** - длиной более 1000 мм

По конфигурации сварные швы делятся на:

- **прямолинейные;**

- **криволинейные**

По ширине сварные швы делятся на:

- **ниточные** с шириной шва равной или незначительно превышающей диаметр электрода (выполняются без поперечных колебательных движений сварочного электрода);

- **уширенные** с шириной шва превышающей диаметр электрода (выполняют с поперечными колебательными движениями электрода)

Классификация сварных швов - **По количеству слоев и по числу проходов (рис. 14)**, которая делится на однослойные и многослойные. Многопроходная многослойная сварка используется при сварке толстого металла, а также для того, чтобы уменьшить зону нагрева основного металла, которая имеет значительные размеры при однопроходной сварке аналогичного по поперечному сечению шва.



1-7 - проходы (валики)

8 - облицовочный шов (валик)

9 - подварочный шов (валик)

**Рисунок 14** - Классификация сварных швов по количеству слоев и по числу проходов

### ***Основные термины.***

***По числу проходов*** сварные швы делятся на однопроводные и многопроводные.

***Проход*** – однократное перемещение источника теплоты в одном направлении при сварке или наплавке.

***Однопроводная сварка*** - сварка, при которой выполняют шов или наплавляют слой за один проход.

***Многопроводная сварка*** - сварка, при которой выполняют шов или наплавляют слой более чем за два прохода.

***Валик*** - часть металла сварного шва, которая была наплавлена за один проход.

***Слой сварного шва*** – металл шва, состоящий из одного или нескольких валиков, которые размещены на одном уровне поперечного сечения шва.

***Облицовочный шов (валик)*** – последний шов в многослойных швах, выполняемый для того, чтобы шов лучше смотрелся внешне (для получения эстетического вида сварного соединения).

***Подварочный шов (валик)*** – меньшая часть *двустороннего шва*, выполняемая заранее для предотвращения прожогов при дальнейшей сварке основного шва или укладываемая в последнюю очередь в корень шва.

***Корень сварного шва*** - часть шва, которая наиболее удалена от его лицевой поверхности.