

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Сварное соединение – неразъёмное соединение, выполненное сваркой, т.е. путём установления межатомных связей между свариваемыми частями при нагревании или пластическом деформировании.

Преимущества сварного соединения:

- невысокая стоимость (ниже стоимости клепаных и литых \approx в 2 раза)
- высокая прочность при статическом нагружении
- малая масса (легче клепаных на $\approx 20\%$, литых на $\approx 30\%$,)
- сечение детали не ослабляется отверстием
- герметичность
- возможность автоматизации процесса сварки

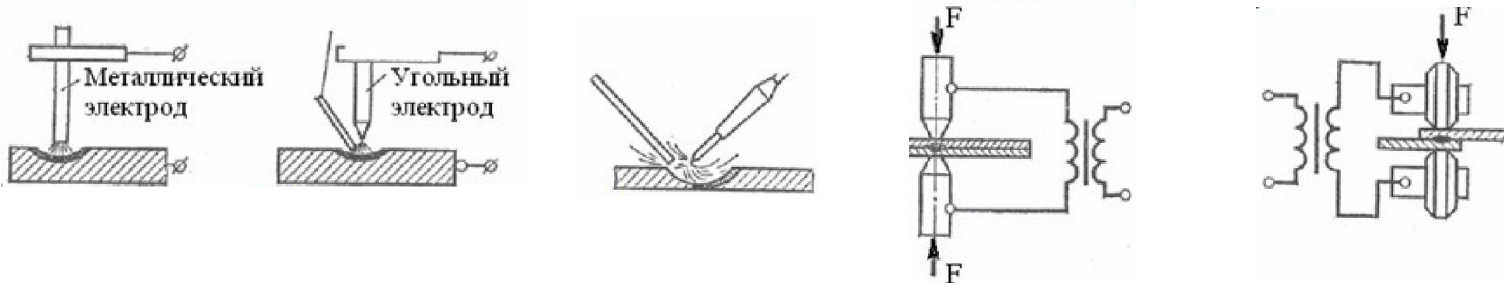
Недостатки сварного соединения:

- появление коробления, остаточных напряжений после сварки
- невысокая прочность при вибрационных и ударных нагрузках
- затруднение контроля качества шва
- возможные скрытые дефекты (непровары, трещины, шлаковые включения)
- зависимость от квалификации рабочего

Виды сварных соединений

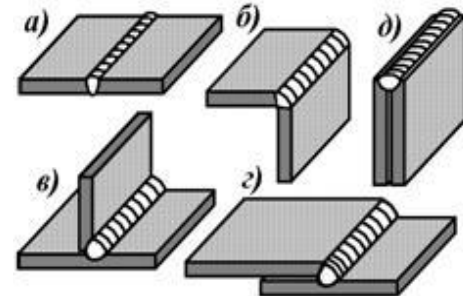
По виду сварки:

- дуговая (плавящимися или неплавящимися электродами),
- газовая (в струе горящих газов)
- контактная (с применением давления и нагрева теплотой электрического тока)



По взаимному расположению соединяемых элементов:

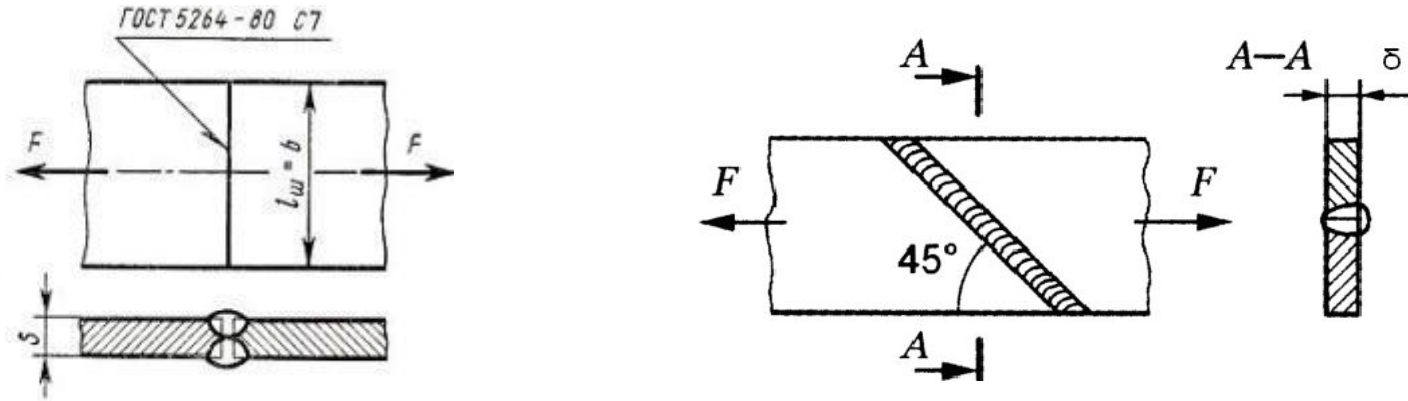
- Стыковое (а)
- Угловое (б)
- Тавровое (в)
- Нахлесточное (г)
- Торцовое (д)



По направлению воспринимаемого швом усилия:

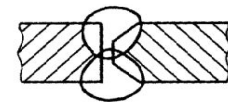
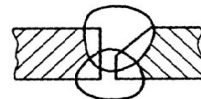
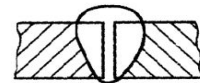
- лобовые
- фланговые
- комбинированные

Стыковые соединения



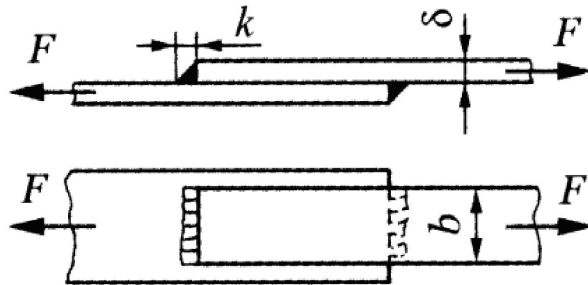
В зависимости от толщины соединяемых элементов, выполняют без подготовки кромок и с подготовкой.

- **без подготовки кромок ($\delta \leq 8 \text{ мм}$)**
односторонний $\delta \leq 3 \text{ мм}$
двухсторонний $3 < \delta \leq 8 \text{ мм}$
- **односторонний со скосом ($\delta \leq 25 \text{ мм}$)**
- **двусторонний со скосом одной кромки ($\delta \leq 40 \text{ мм}$)**
- **двусторонний со скосом двух кромок ($\delta \leq 50 \text{ мм}$)**



Нахлесточные соединения

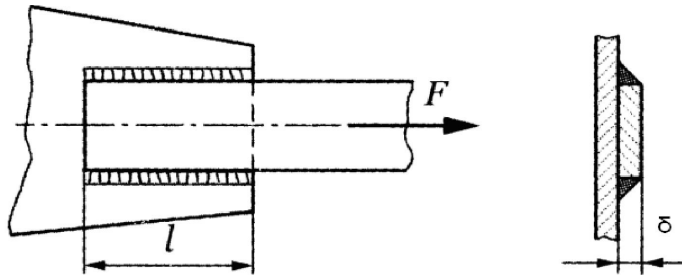
Лобовой шов



δ – толщина деталей;
 b – длина лобового шва

Фланговый шов

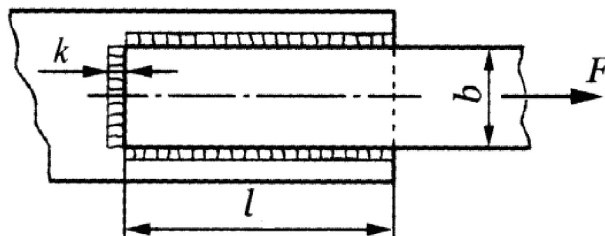
(всегда выполняется двусторонним)



l – длина флангового шва

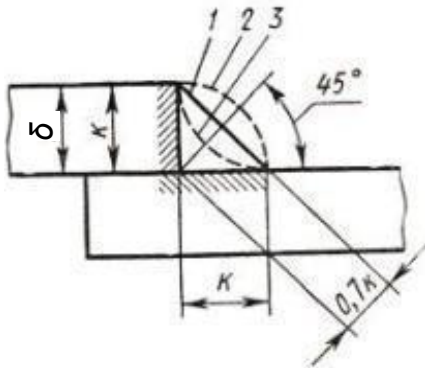
Комбинированный шов

(сочетает в себе два фланговых и лобовой швы)



k – катет шва

Геометрия углового сварного шва

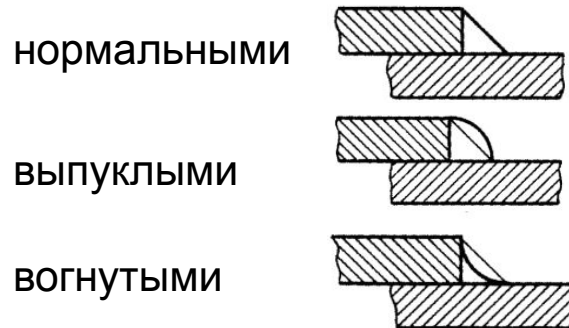


Основные характеристики сварного шва:

- катет k
- высота шва h
- толщина свариваемых деталей δ
- длина шва l

Сварные швы могут быть непрерывными и прерывистыми.

Угловые швы по форме поперечного сечения могут быть:



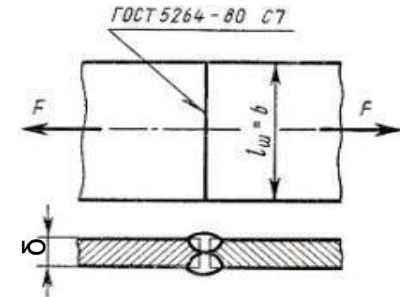
Расчет сварных швов на прочность

Критерием работоспособности сварных соединений является прочность. Исходное условие – равнопрочность шва и соединяемых деталей.

Стыковой шов рассчитывают:

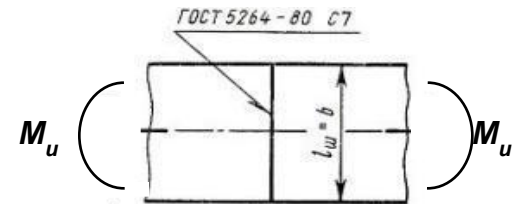
- на растяжение и сжатие

$$\sigma = \frac{F}{\delta l} \leq [\sigma']$$



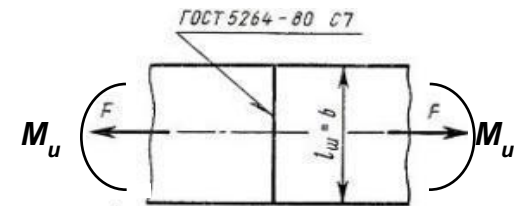
- на изгиб

$$\sigma_u = \frac{6M_u}{\delta l^2} \leq [\sigma_u]$$



- на изгиб с растяжением

$$\sigma = \sigma_p + \sigma_u = \frac{F}{\delta l} + \frac{6M_u}{\delta l^2}$$



Расчет нахлесточных соединений выполняют на срез по бисекториальной плоскости

Лобовой шов :

$$\tau_{cp} = \frac{F}{0,7kl} \leq [\tau_{cp}]$$

шов с одной стороны

$$\tau_{cp} = \frac{F}{1,4kl} \leq [\tau_{cp}]$$

шов с двух сторон

Фланговый шов:

$$\tau_{cp} = \frac{F}{0,7k2l_{\phi}} \leq [\tau_{cp}]$$

касательные напряжения распределены по длине шва неравномерно, поэтому длину шва ограничивают значениями:
 $30 \text{ мм} \leq l \leq 60 k$

Комбинированный шов:

$$\tau_{cp} = \frac{F}{0,7kl_{\Sigma}} \leq [\tau_{cp}]$$

l_{Σ} – суммарная длина шва

Допускаемые напряжения для сварного шва определяют в зависимости от допускаемых напряжений основного металла:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[s_T]}$$

σ_T – предел текучести основного материала, МПа;

$[s_T]$ - допустимый коэффициент запаса прочности: $[s_T]=1,35\dots1,6$ для низкоуглеродистых сталей; $[s_T]=1,5\dots1,7$ для низколегированных сталей.

Допускаемые напряжения для шва сварных соединений деталей из низко - и среднеуглеродистых сталей при статической нагрузке			
Вид деформации, напряжение	Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом	Ручная дуговая электродами	
		Э50А, Э42А	Э50, Э42
Растяжение $[\sigma']_p$	$[\sigma_p]$	1 $[\sigma_p]$	0,9 $[\sigma_p]$
Сжатие $[\sigma']_{сж}$	$[\sigma_p]$	1 $[\sigma_p]$	1 $[\sigma_p]$
Срез $[\tau']_{ср}$	0,65 $[\sigma_p]$	0,65 $[\sigma_p]$	0,6 $[\sigma_p]$

В таблице:

$[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение на растяжение для материала соединяемых деталей

$[\sigma]$ – допускаемые напряжения для металла шва

Коэффициент прочности сварного соединения: $\varphi = 0,9\dots1,0$

$$\varphi = \frac{[\sigma']}{[\sigma]_p}$$