

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Разработал: доцент каф. 202
Ковеза Юрий Владимирович
ауд. 227 МК
khai202.ho.ua

Лектор: ассистент каф. 202
Светличный Сергей Петрович
ауд. 246

Содержание лекции:

1. Назначение. Область применения.
Преимущества и недостатки.
2. Классификация.
3. Расчет на прочность.
4. Расчет на прочность соединений в стык.
5. Расчет на прочность соединений внахлестку.
6. Неравномерность распределения напряжений в сварном шве.

Содержание лекции:

7. Расчет на прочность лобовых швов.
8. Расчет на прочность соединений внахлестку, нагруженных моментом в плоскости стыка.
9. Правила конструирования.

Неразъёмное соединение, образуемое путём оплавления соединяемых деталей. Это основной вид неразъёмных соединений в машиностроении. Сварку используют не только для соединения деталей, но и для изготовления самих деталей.



Преимущества

1. Экономия металла до 20 % по сравнению с клепаными и литыми конструкциями.
2. Высокая производительность процесса.
3. Низкая стоимость оборудования.
4. Бесшумность процесса.
5. Более совершенные конструктивные формы.
6. Меньше припуск на обработку.

Недостатки

1. Нестабильность качества сварного шва.
2. Сниженная прочность при вибрациях.
3. Не все материалы выгодно сваривать.
4. Не все материалы и детали допускают нагрев.

Классификация

По способу нагрева

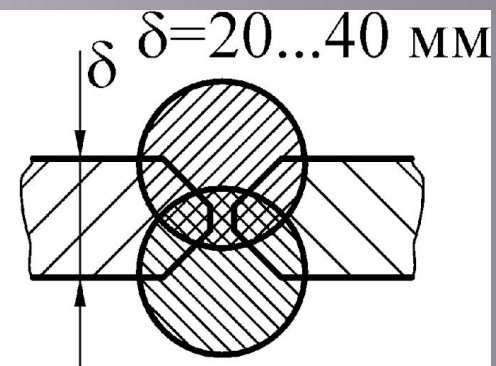
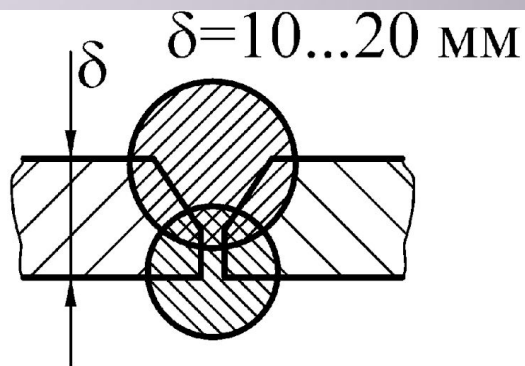
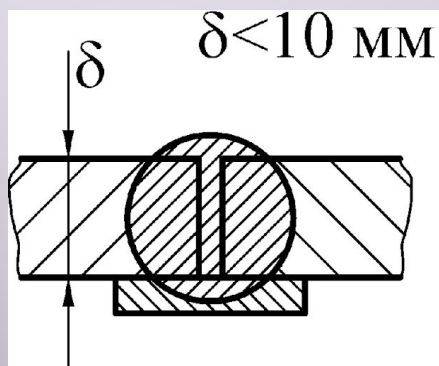
- Термическая (дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая и др.)
- Термомеханическая (контактная, диффузионная и др.)
- Механическая (холодная, сварка трением, ультразвуком и др.)

По способу расплавления

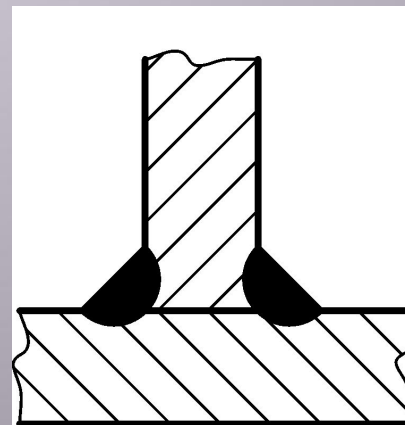
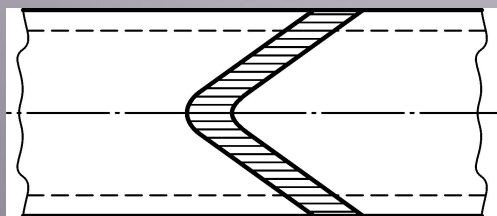
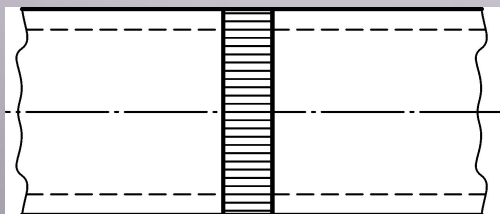
- Электродуговая (ручная, полуавтоматическая, автоматическая под флюсом)
- Газовая (кислород-ацетилен, пропан-бутан и др.)
- Точечная
- Роликовая

Классификация

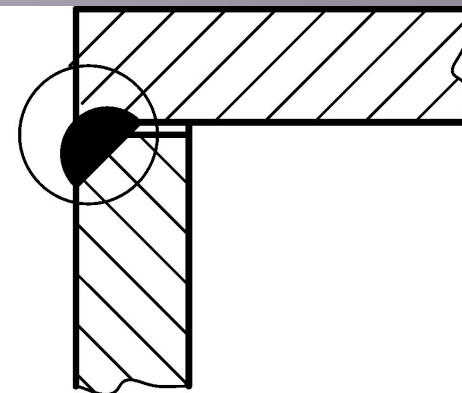
По расположению соединяемых деталей



Встык



Тавровый



Угловой

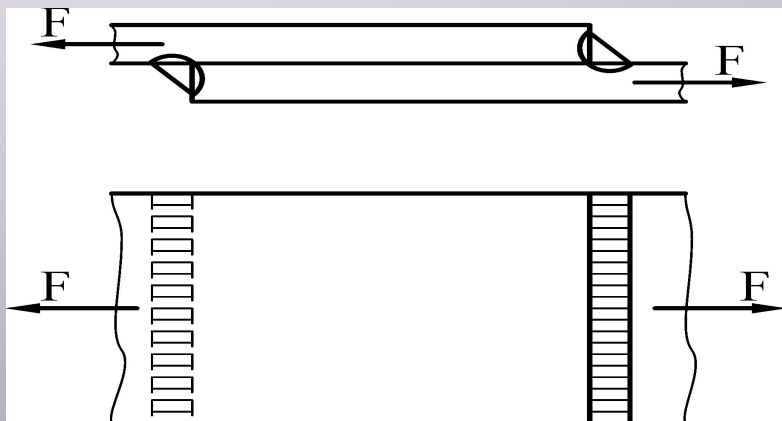
Классификация

По расположению соединяемых деталей

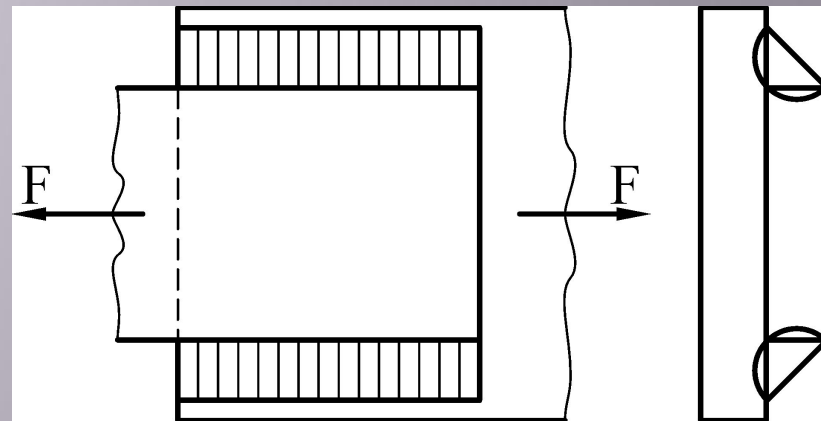
Внахлёстку

В зависимости от расположения шва относительно линии действия силы

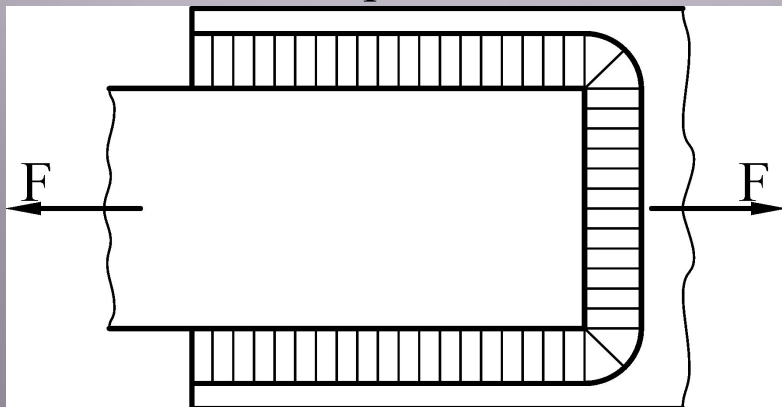
Лобовой



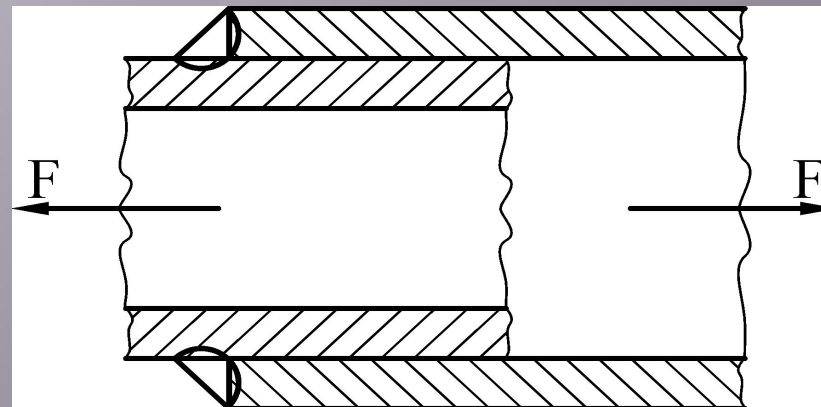
Фланговый



Комбинированный

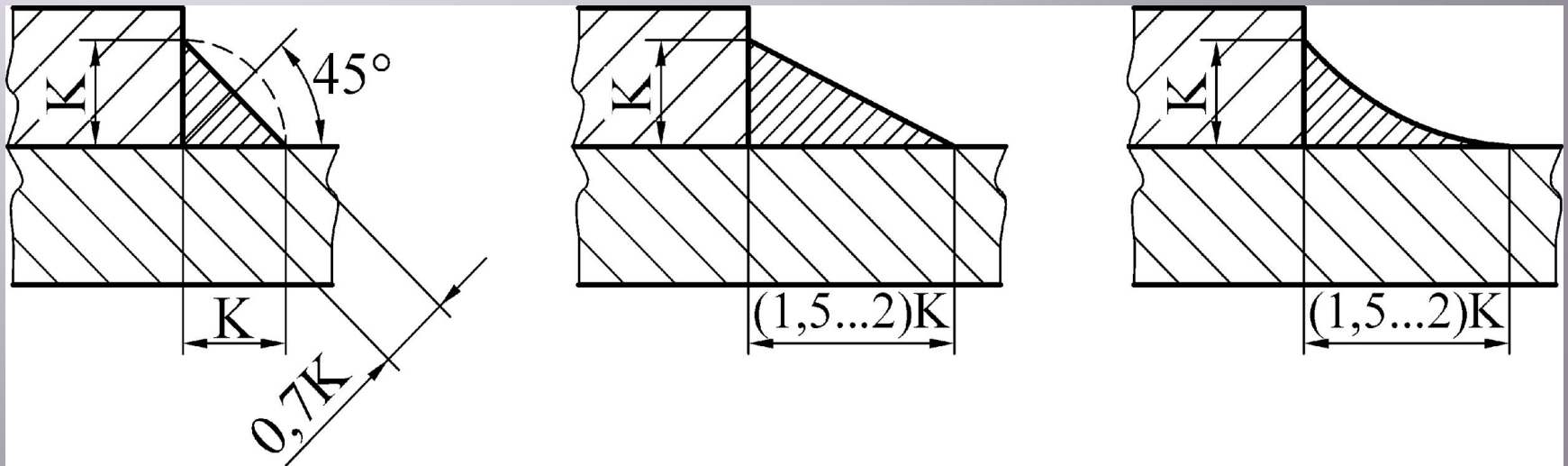


Кольцевой



Классификация

По форме сечения



нормальный
равнобедренный

специальный
неравнобедренный

вогнутый
(улучшенный)

Расчет на прочность

Для легированных и высокопрочных сталей расчёт ведут по разрушающим нагрузкам:

$$F = \varphi \sigma_B A \leq F_p$$

$$\varphi = 0,8.$$

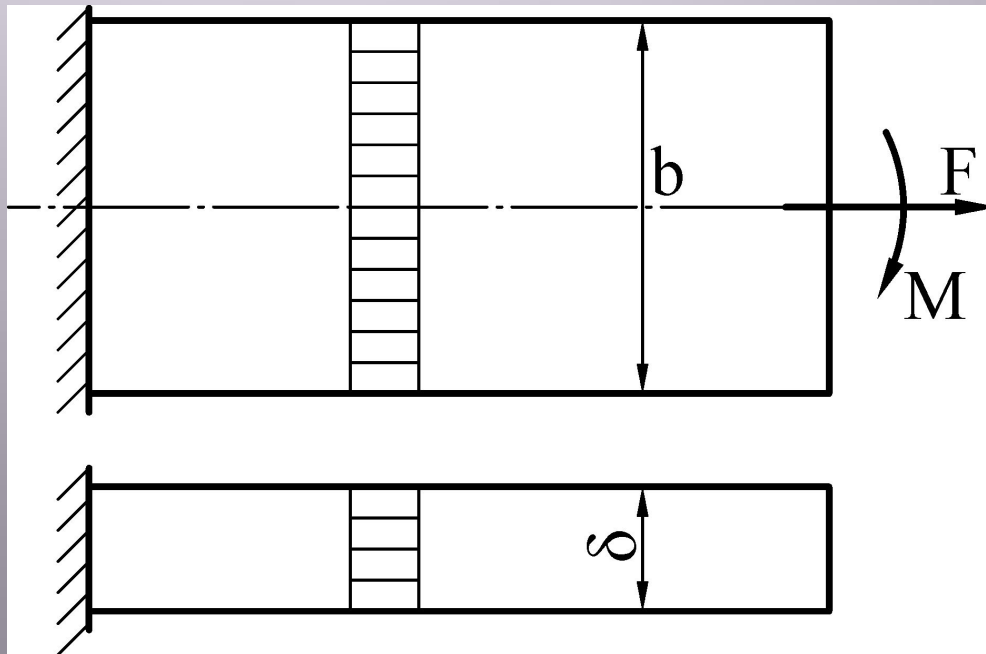
Для низкоуглеродистых сталей – по уменьшенным допускаемым напряжениям, рассчитанным относительно предела текучести:

$$\sigma'_p = (0,8...1) [\sigma_p] \qquad [\tau'] = 0,65 [\sigma_p]$$

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{(1,4...1,8)}$$

Расчет на прочность соединений встык

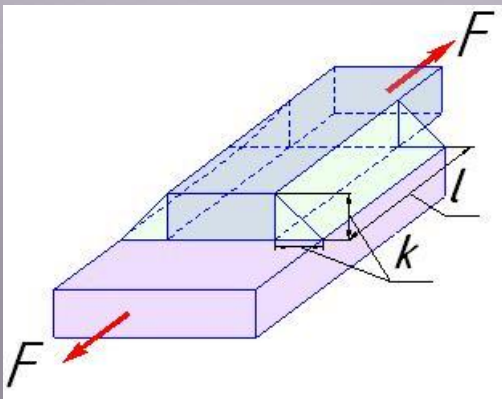
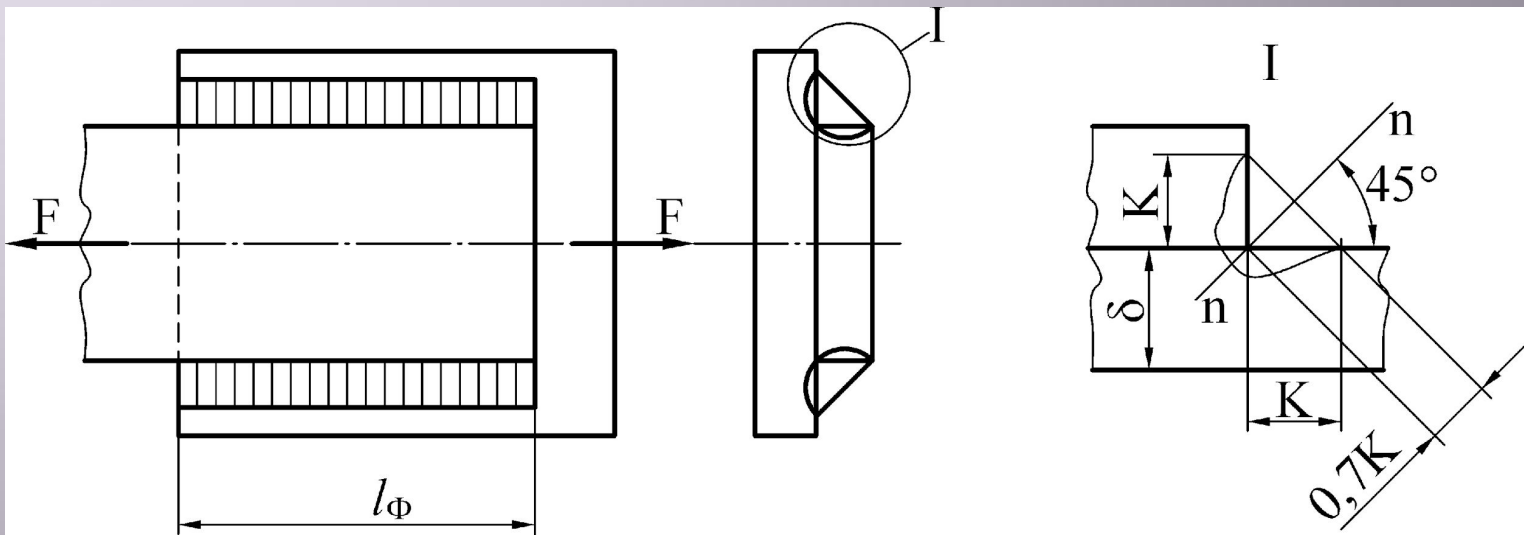
Выполняют по размерам сечения детали в зоне термического влияния.



$$\sigma = \frac{F}{\delta b} + \frac{6M}{\delta b^2} \leq [\sigma']$$

Расчет на прочность соединений внахлестку

Основной вид разрушения – срез по бисекторной площадке прямого угла поперечного сечения шва.



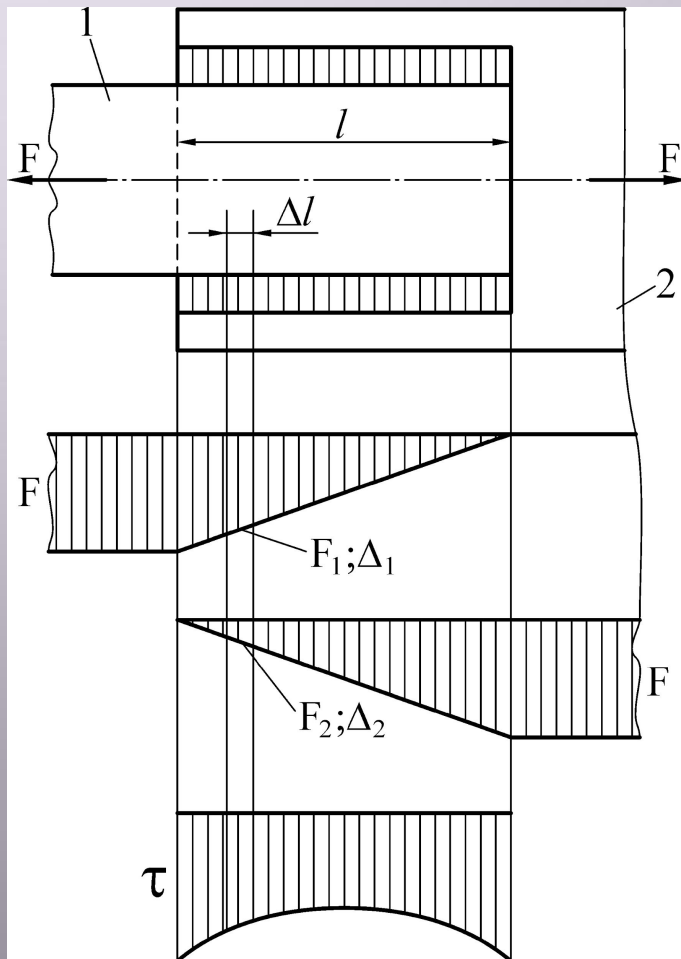
$$\tau = \frac{F}{0,7kl} \leq \varphi\tau_B$$

$$\tau_B = 0,6\sigma_B$$

Неравномерность распределения напряжений в сварном шве

- Напряжения среза по длине шва распределяются неравномерно.
- Причина неравномерности распределения напряжений заключается в податливости соединяемых деталей

Неравномерность распределения напряжений в сварном шве



Δ_1 - деформация элементарного отрезка детали 1

Δ_2 - деформация элементарного отрезка детали 2

Поскольку $F_1 > F_2$, то $\Delta_1 > \Delta_2$ и

$$\Delta l + \Delta_1 > \Delta l + \Delta_2$$

Разница длин – деформация сварного шва. Чем больше деформация, тем больше усилие, ее вызвавшее. Напряжения пропорциональны усилиям. На крайних участках шва напряжения больше, на средних – меньше.

Неравномерность распределения напряжений в сварном шве

- При статическом нагружении принимают равномерное распределение напряжений.
- С ростом напряжений на крайних участках шва эти напряжения могут достигнуть τ_T и произойдет перераспределение напряжений по длине шва.
- При переменной нагрузке необходимо учитывать неравномерность, так как при достижении предела выносливости произойдет усталостное разрушение.

Неравномерность распределения напряжений в сварном шве

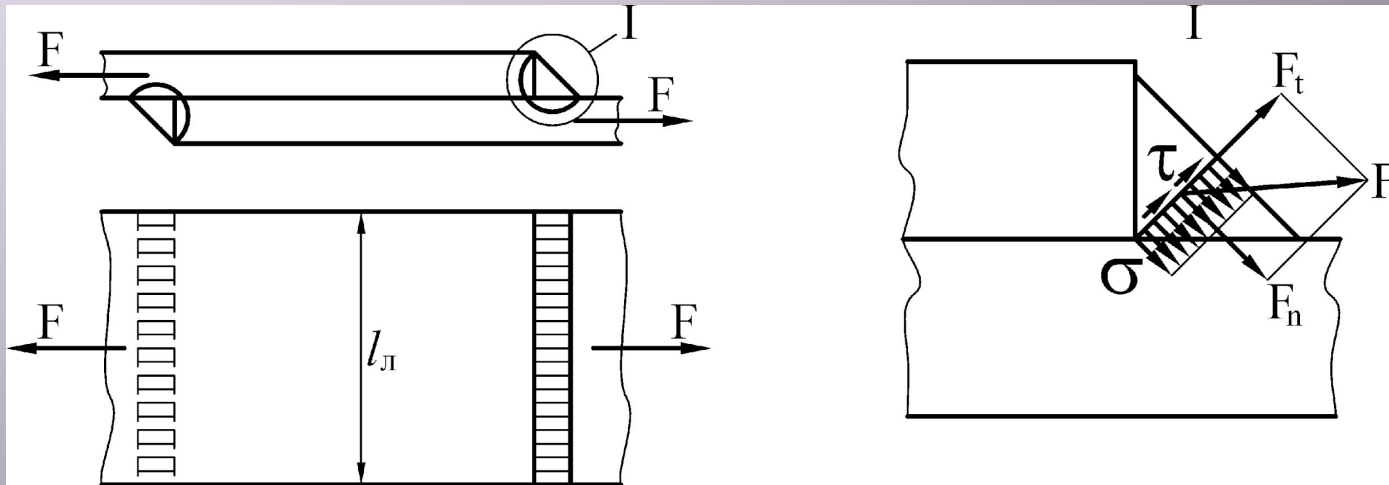
Рекомендуемая длина сварного шва $l_{max} = (50..60)k$

k – катет сварного шва; $k_{min} = 3$ мм

Принимают $k = \delta$, $l_{min} = 30$ мм, так как возможен непровар на концах шва.

Расчет на прочность ЛОБОВЫХ ШВОВ

- Лобовые швы, как и фланговые, разрушаются в основном по биссекторной площадке.



По ее поверхности действуют нормальные и касательные напряжения, от растягивающей силы $F_n = F \sin 45^\circ$ и сдвигающей силы $F_t = F \cos 45^\circ$

Расчет на прочность лобовых швов

- В инженерной практике лобовые швы рассчитываются только на срез.
- Таким образом, расчет угловых швов (фланговых и лобовых) унифицирован, и его выполняют по формуле:

$$\tau = \frac{F}{0,7kl} \leq \varphi\tau_B$$

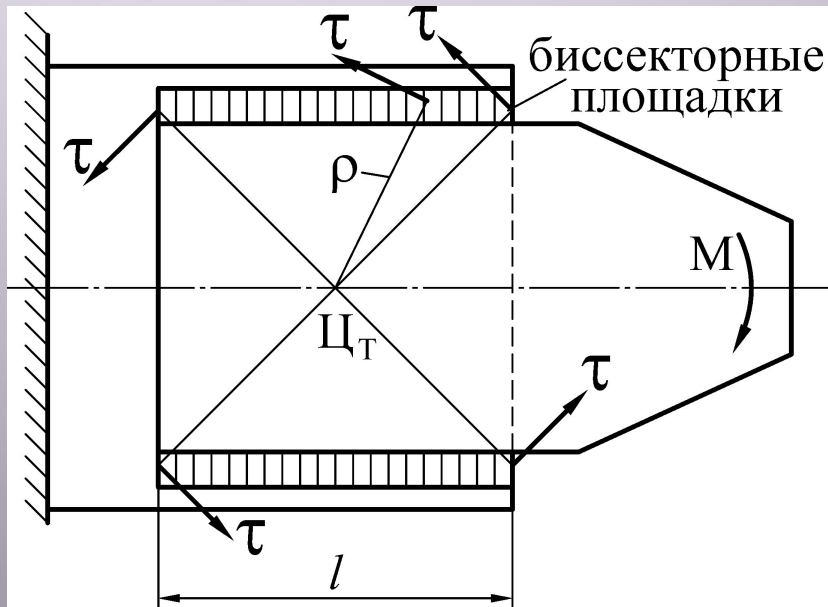
$\tau_B = 0,6\sigma_B$ - предел прочности материала на срез;

l – суммарная длина шва, для фланговых швов

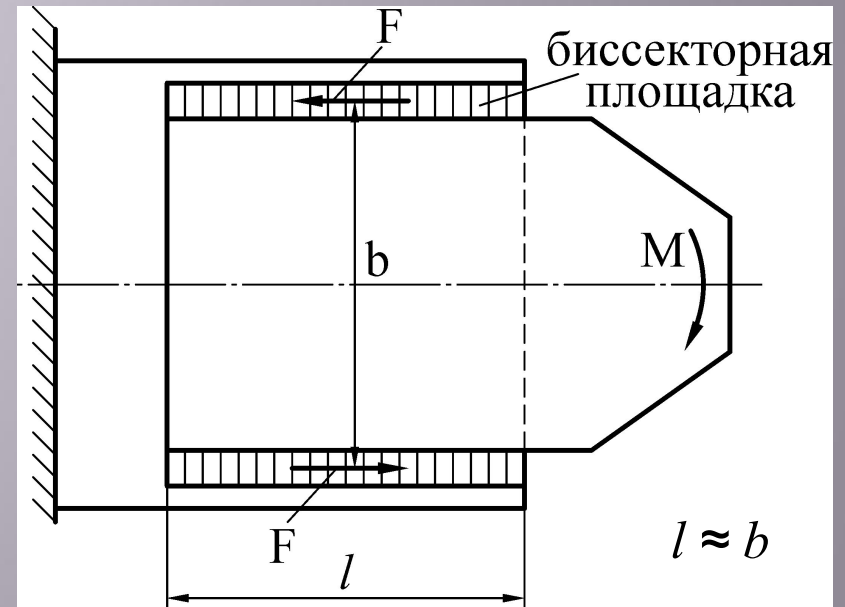
$l = 2l_{\text{фл}}$, для лобовых – $l = 2l_{\text{л}}$

Расчет на прочность соединений внахлестку

Расчет фланговых швов при действии момента в плоскости стыка



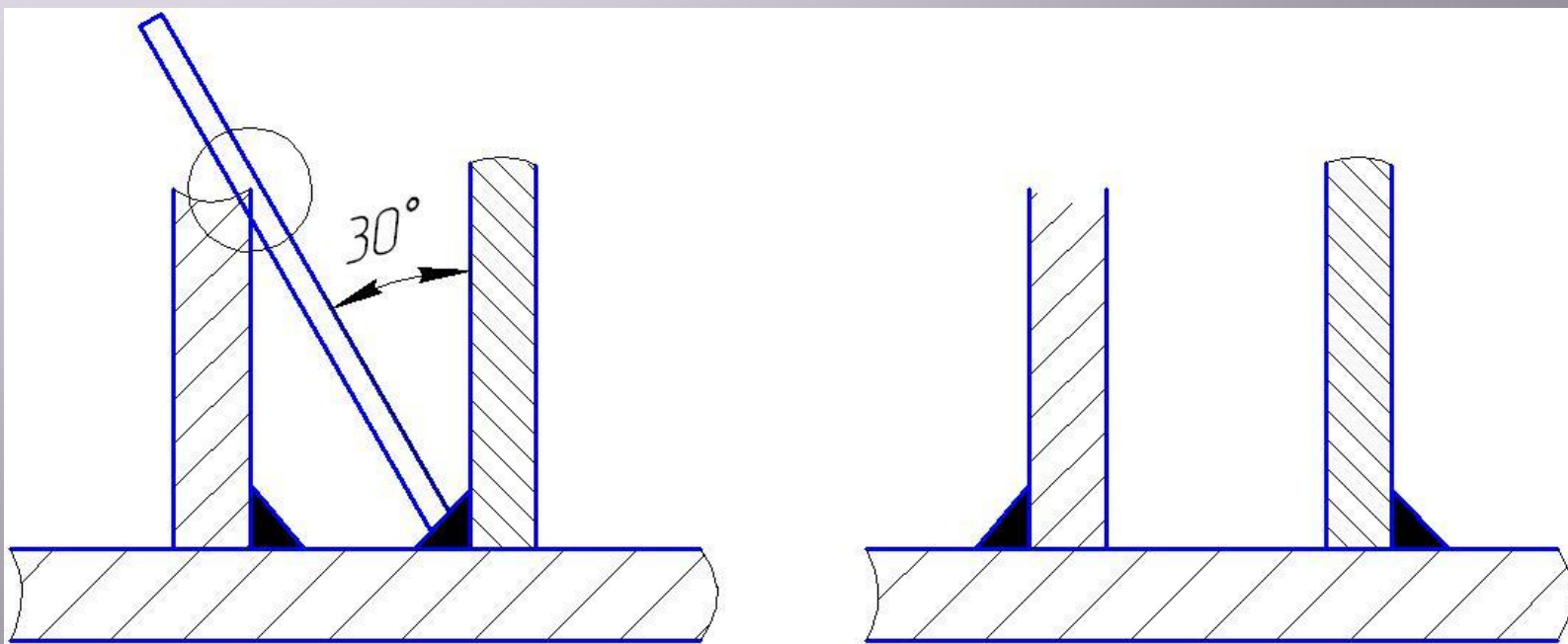
$$\tau = \frac{M\rho}{J_\rho}$$



$$\tau = \frac{M}{0,7klb} \leq \varphi\tau_B$$

Правила конструирования

Обеспечивать удобный подход электродов к сварному шву.

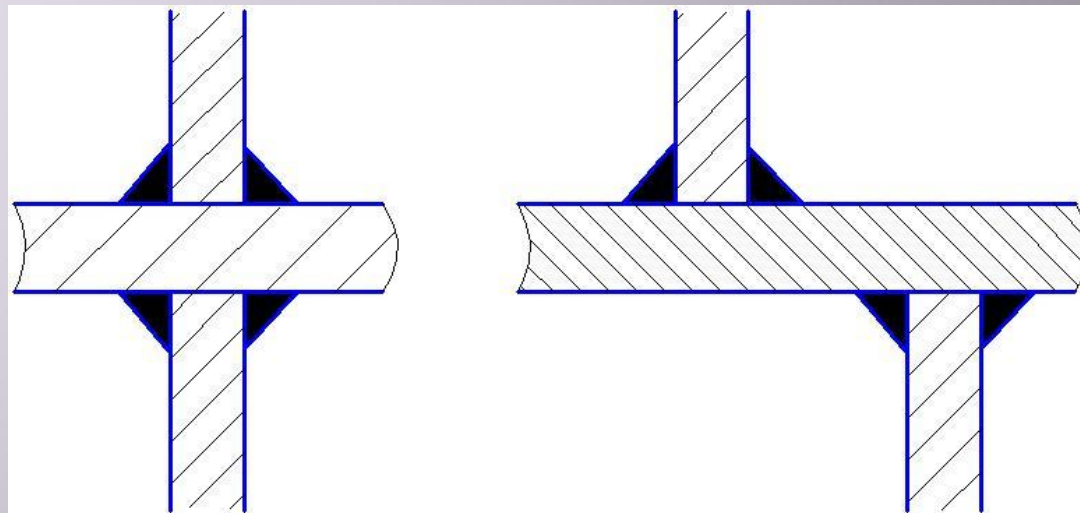


нежелательно

предпочтительно

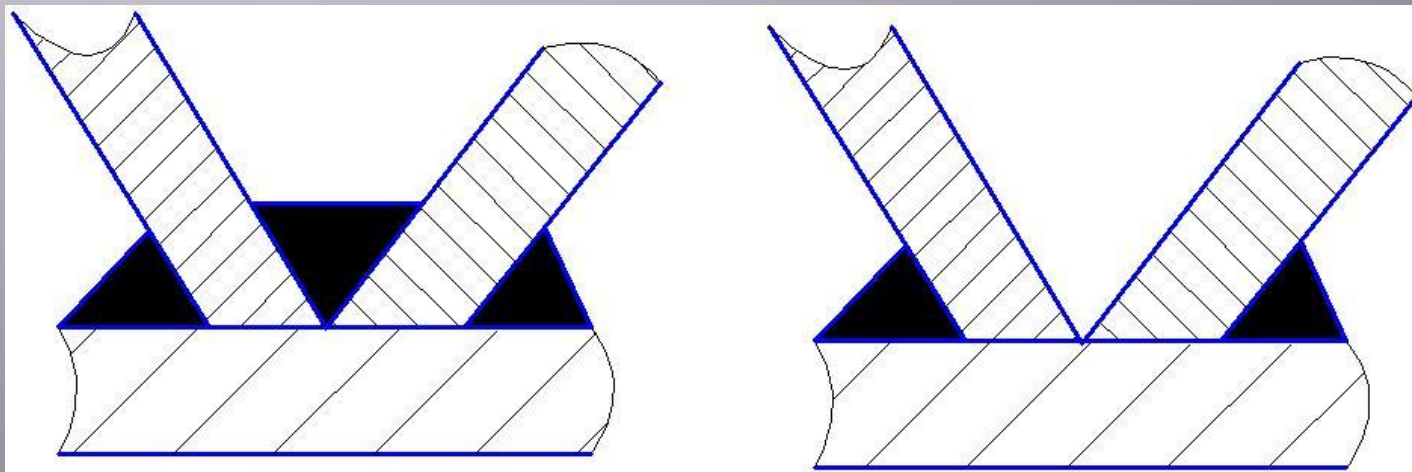
Правила конструирования

Избегать совмещения швов.



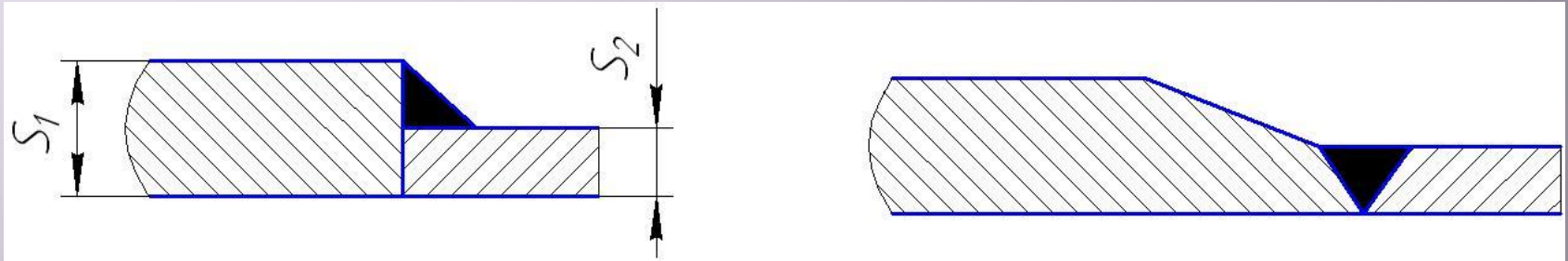
нежелательно

предпочтительно



Правила конструирования

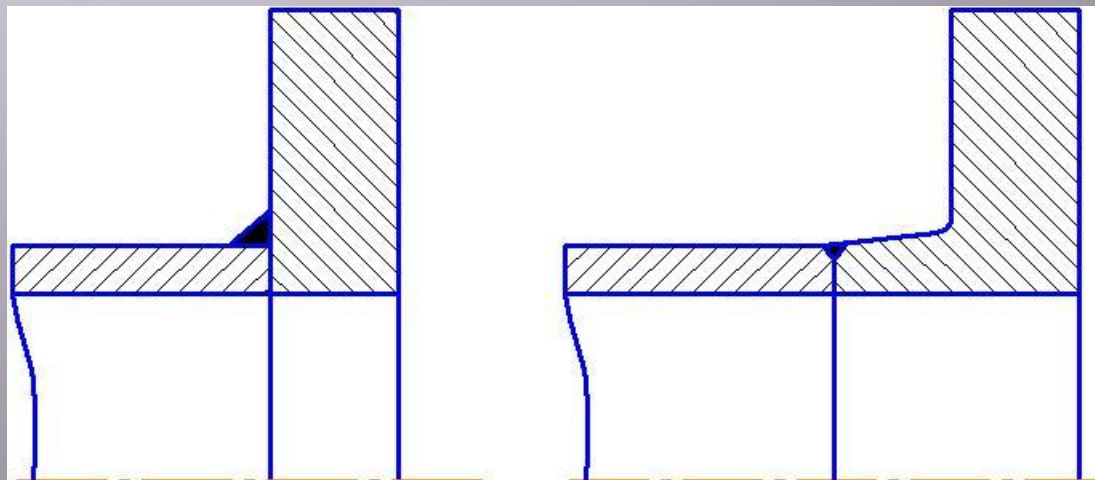
Избегать сварки массивных деталей с
ТОНКИМИ.



нежелательно

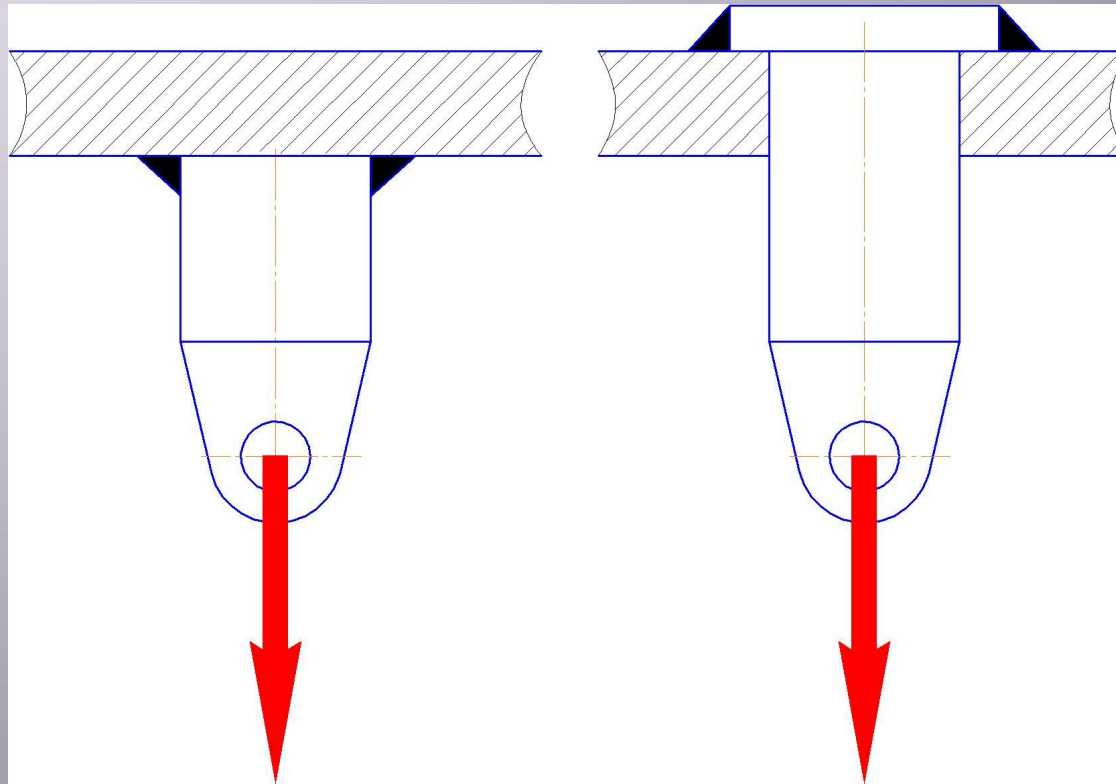
$$S_1/S_2 < 3$$

предпочтительно



Правила конструирования

Разгружать сварные швы, перенося восприятие нагрузок на участки целого материала.

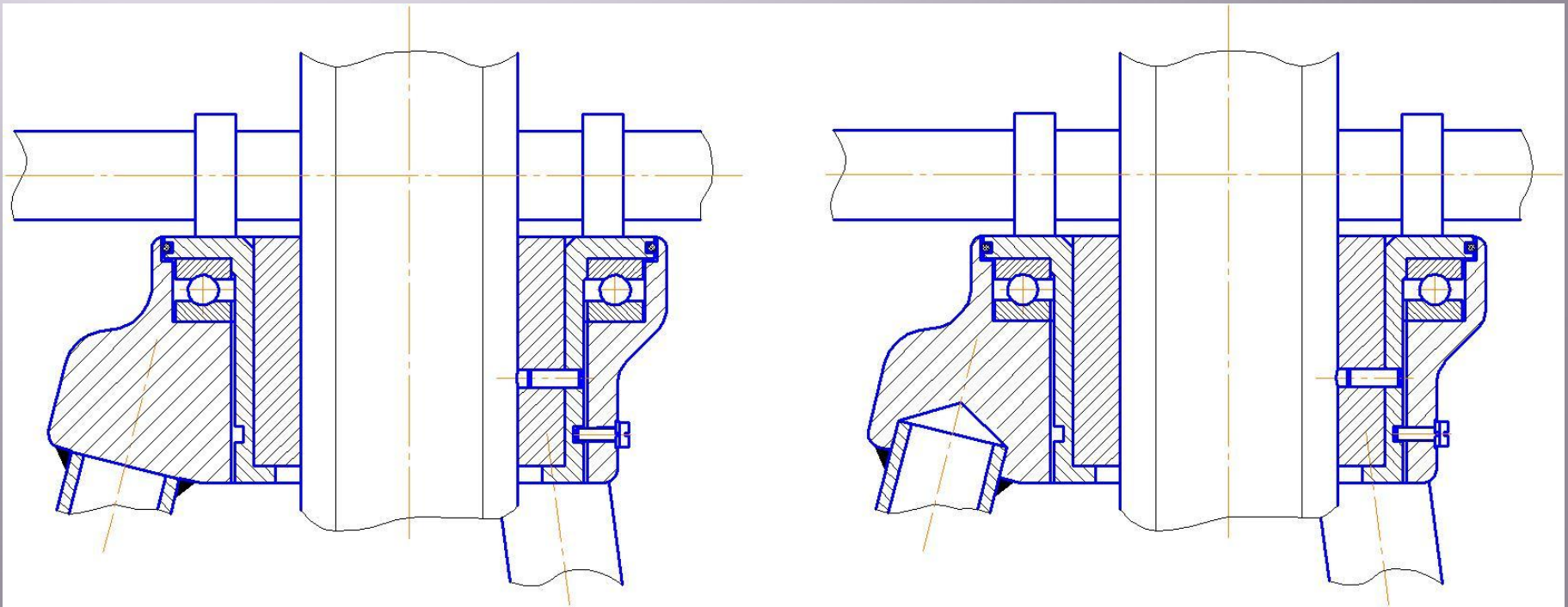


нежелательно

предпочтительно

Правила конструирования

Предусматривать взаимную фиксацию соединяемых деталей с целью устранения сварочных приспособлений

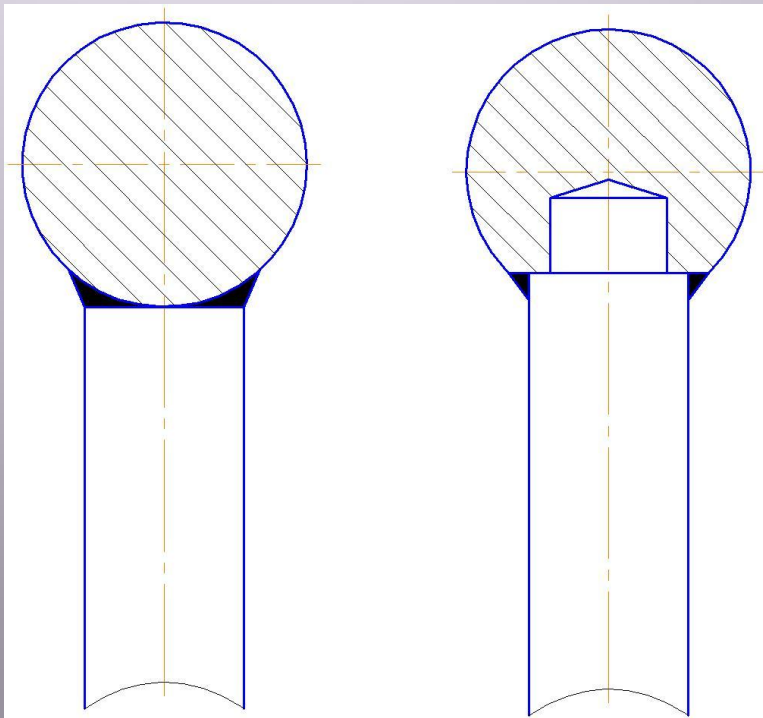


нежелательно

предпочтительно

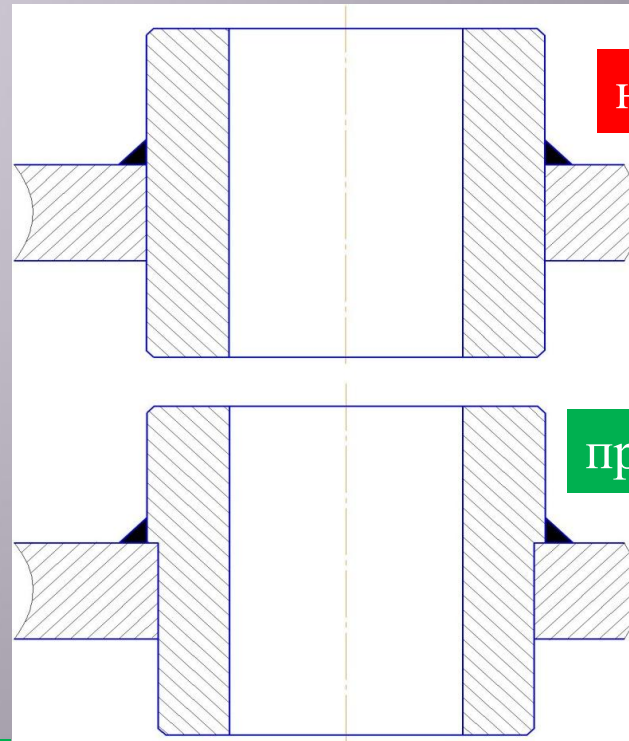
Правила конструирования

Предусматривать взаимную фиксацию соединяемых деталей с целью устранения сварочных приспособлений



нежелательно

предпочтительно

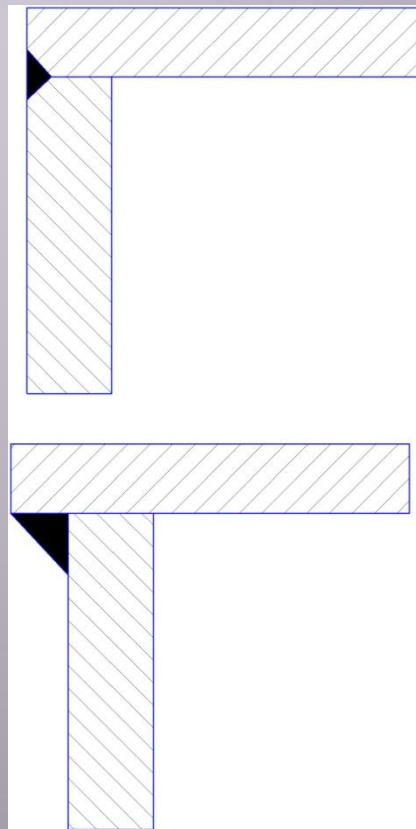
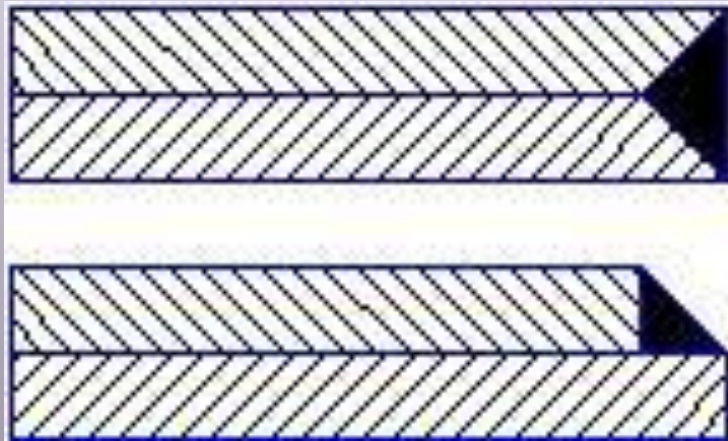


нежелательно

предпочтительно

Правила конструирования

Избегать трудоёмкой разделки кромок.
Сварочные ванны образовывать смещением
свариваемых деталей.

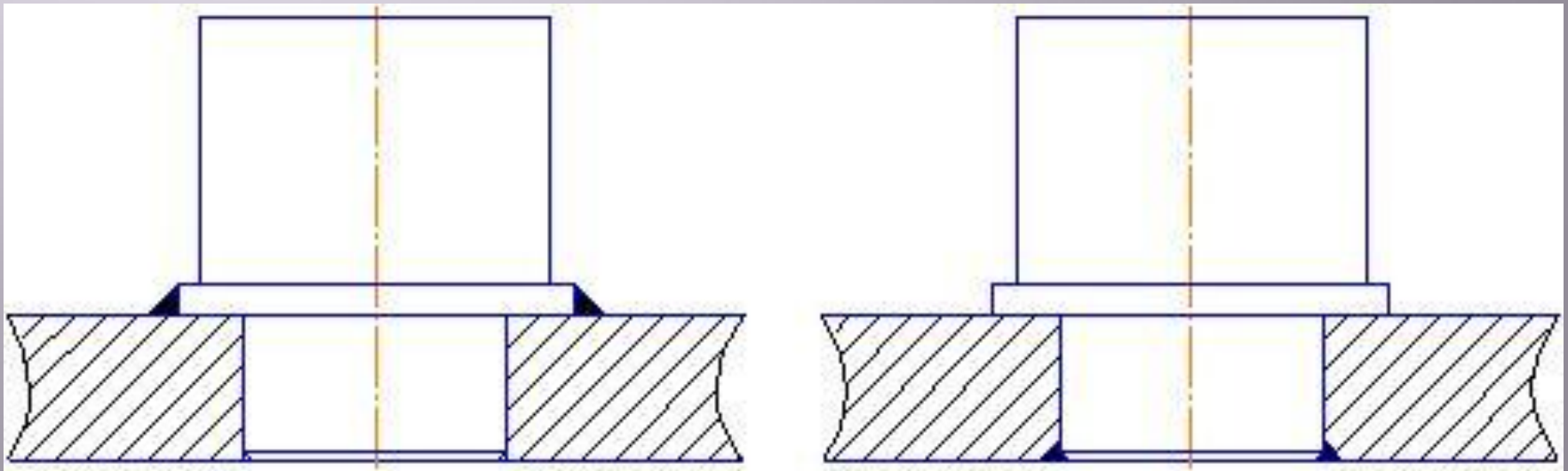


нежелательно

предпочтительно

Правила конструирования

Отдалять обработанные поверхности от сварочной зоны. Точные поверхности обрабатывать после сварки.



нежелательно

предпочтительно