

Приложение № 2
к главе 1
(к пунктам 8.26 и 8.28)

Расчет болтовых и сварных соединений

1. Расчет болтовых соединений с поперечной нагрузкой

1.1. Болт установлен в отверстия деталей без зазора. Болт работает на срез и смятие.

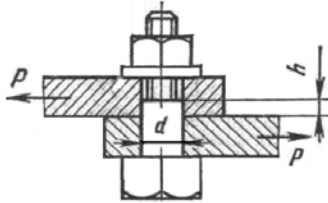


Рисунок 1

Болт цилиндрический

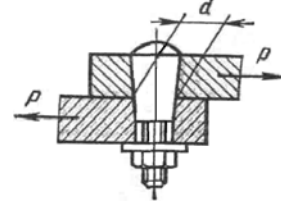


Рисунок 2

Болт конусный

На срез болт рассчитывают по формуле:

$$\pi (d/10)^2 [\tau_{\text{ср}}] / 4 \geq P, \text{ откуда } d \geq 10 \sqrt{4P / \pi [\tau_{\text{ср}}]},$$

где **P** – сила, действующая поперек болта, кгс;
[$\tau_{\text{ср}}$] – допускаемое напряжение на срез, кгс/см²;
d – диаметр посадочной поверхности болта, мм.

На смятие болт рассчитывают по формуле:

$$(d h [\sigma_{\text{см}}]) / 100 \geq P, \text{ откуда } h \geq 100P / d [\sigma_{\text{см}}],$$

где **h** – высота участка смятия, мм;
[$\sigma_{\text{см}}$] – допускаемое напряжение на смятие, кгс/см².

1.2. Болт установлен в отверстия деталей с зазором. Затяжкой болта обеспечивают достаточную силу трения между деталями для предупреждения их сдвига и перекоса болта.

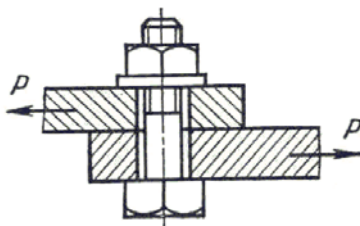


Рисунок 3

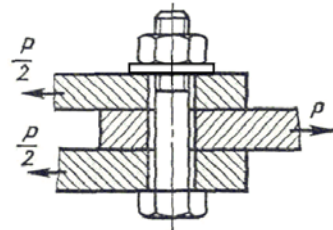


Рисунок 4

Болт рассчитывают на усилие затяжки **Q** по формулам:

$$Q = P / f = \pi (d_1/10)^2 [\sigma_p] / 4,$$

где **f** – коэффициент трения между соединяемыми деталями;

d₁ – внутренний диаметр резьбы болта, мм;

[σ_p] – допускаемое напряжение при растяжении, кгс/см².

$$Q = P / f i,$$

где **i** – число стыков.

2. Расчет сварных соединений

2.1. Стыковое соединение с прямым швом.

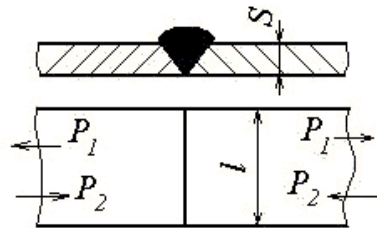


Рисунок 5

Допускаемое усилие для соединения при:

- растяжении $P_1 = [\sigma'_{\text{р}}] l S / 100$ (кгс);
- сжатии $P_2 = [\sigma'_{\text{сж}}] l S / 100$ (кгс),

где $[\sigma'_{\text{р}}]$, $[\sigma'_{\text{сж}}]$ – допускаемые напряжения для сварного шва соответственно при растяжении и сжатии, кгс/см²;

l , S – ширина и толщина соединяемых деталей, мм.

При расчете прочности все виды подготовки кромок в стыковых соединениях принимают равноценными.

2.2. Стыковое соединение с косым швом.

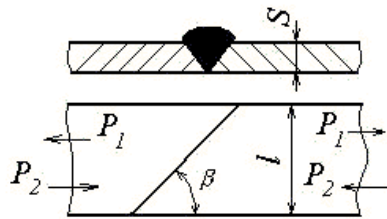


Рисунок 6

Допускаемое усилие для соединения при:

- растяжении $P_1 = [\sigma'_{\text{р}}] l S / 100 \sin \beta$ (кгс);
- сжатии $P_2 = [\sigma'_{\text{сж}}] l S / 100 \sin \beta$ (кгс),

при $\beta = 45^\circ$ соединение равнопрочно целому сечению.

2.3. Нахлесточное соединение.

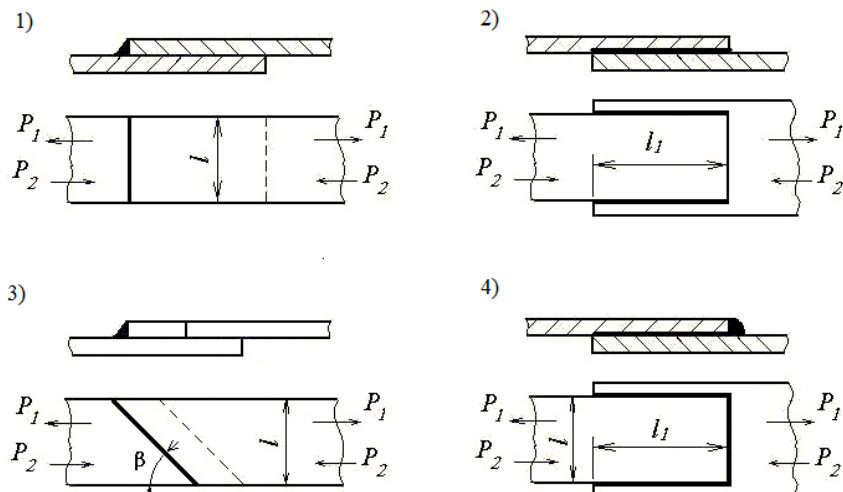


Рисунок 7

Соединения выполняют угловым швом. В зависимости от направления шва относительно направления действующих сил угловые швы называют лобовыми (рисунок 7-1)), фланговыми (рисунок 7-2)), косыми (рисунок 7-3)) и комбинированными (рисунок 7-4)).

Максимальную длину лобового и косого швов не ограничивают. Длину фланговых швов следует принимать не более $60K$, где K – величина катета шва (мм). Минимальная длина углового шва 30 мм; при меньшей длине дефекты в начале и конце шва значительно снижают его прочность. Минимальный катет углового шва K_{\min} принимают равным 3 мм, если толщина металла $S \geq 3$ мм.

Допускаемое усилие для соединения

$$P_1 = P_2 = 0,7 [\tau'_{\text{ср}}] KL/100 \text{ (кгс)},$$

где $[\tau'_{\text{ср}}]$ – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, кгс/см²;

K – катет шва, мм;

L – периметр угловых швов, мм:

- для лобовых швов $L=l$;
- для фланговых швов $L=2l_1$;
- для косых швов $L=l/\sin \beta$;
- для комбинированных швов $L=2l_1 + l$.

2.4. Соединение несимметричных элементов.

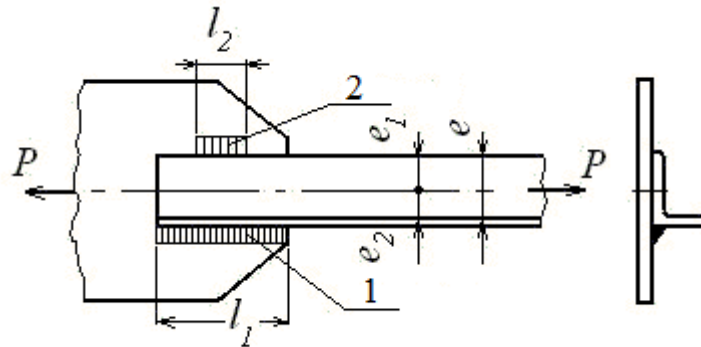


Рисунок 8

1 - шов 1, 2- шов 2

Усилия, передаваемые на швы 1 и 2, находят из уравнения статики:

$$P_1 = P e_1/e; \quad P_2 = P e_2/e.$$

Необходимая длина швов:

$$l_1 = P_1/0,007 [\tau'_{\text{ср}}] K \text{ (мм)}; \quad l_2 = P_2/0,007 [\tau'_{\text{ср}}] K \text{ (мм)},$$

где $[\tau'_{\text{ср}}]$ – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, кгс/см²;

K – катет шва, мм.

Допускается увеличение l_2 до размера l_1 .

2.5. Тавровое соединение, обеспечивающее лучшую передачу усилий.

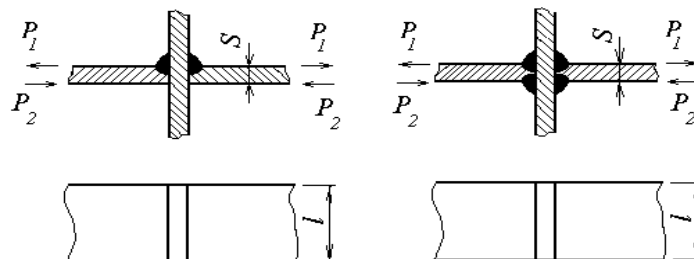


Рисунок 9

Допускаемое усилие при:

– растяжении $P_1 = [\sigma'_{\text{р}}] l S / 100$ (кгс);

– сжатии $P_2 = [\sigma'_{\text{сж}}] l S / 100$ (кгс),

где $[\sigma'_{\text{р}}]$, $[\sigma'_{\text{сж}}]$ – допускаемые напряжения для сварного шва соответственно при растяжении, сжатии, кгс/см²;

l, S - ширина и толщина пристыкованных деталей, мм.

2.6. Допускаемые напряжения для сварных швов.

Допускаемые напряжения для сварных швов принимают в соответствии с таблицей 1 в зависимости от допускаемых напряжений, принятых для основного металла.

Таблица 1

Допускаемые напряжения для сварных швов

Сварка	Для стыковых соединений		При срезе [$\tau'_{\text{ср}}$]
	при растяжении [$\sigma'_{\text{р}}$]	при сжатии [$\sigma'_{\text{сж}}$]	
Ручная электродами Э42	0,9 [$\sigma_{\text{р}}$]	[$\sigma_{\text{р}}$]	0,6 [$\sigma_{\text{р}}$]
Ручная электродами Э42А	[$\sigma_{\text{р}}$]	[$\sigma_{\text{р}}$]	0,65 [$\sigma_{\text{р}}$]

[$\sigma_{\text{р}}$] – допускаемое растяжение при растяжении для основного металла