

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.

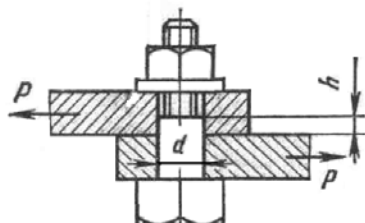


Рисунок П 1.1
Болт цилиндрический

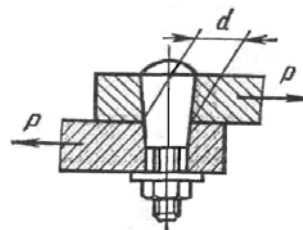


Рисунок П 1.2
Болт конусный

На срез болт рассчитывают по формуле:

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

где P – сила, действующая поперек болта, кгс;

$[\tau_{ср}]$ – допускаемое напряжение на срез, кгс/см²;

d – диаметр посадочной поверхности болта, мм.

На смятие болт рассчитывают по формуле:

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

где h – высота участка смятия, мм;

$[\sigma_{см}]$ – 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.

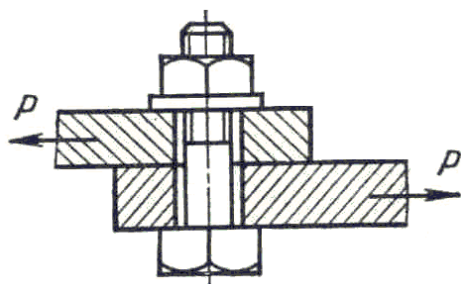


Рисунок П 1.3

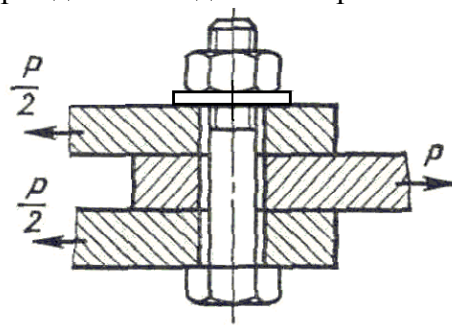


Рисунок П 1.4

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; принимается в соответствии с п. 11.3.1 настоящей главы;

d_1 – внутренний диаметр резьбы болта, мм;

$[\sigma_p]$ – 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.

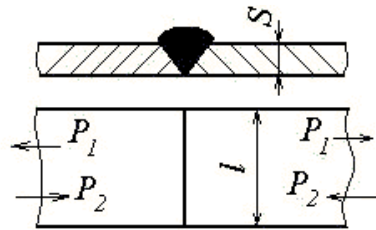


Рисунок П 1.5

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.

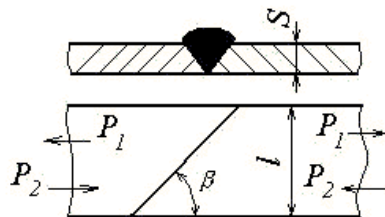


Рисунок П 1.6

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.

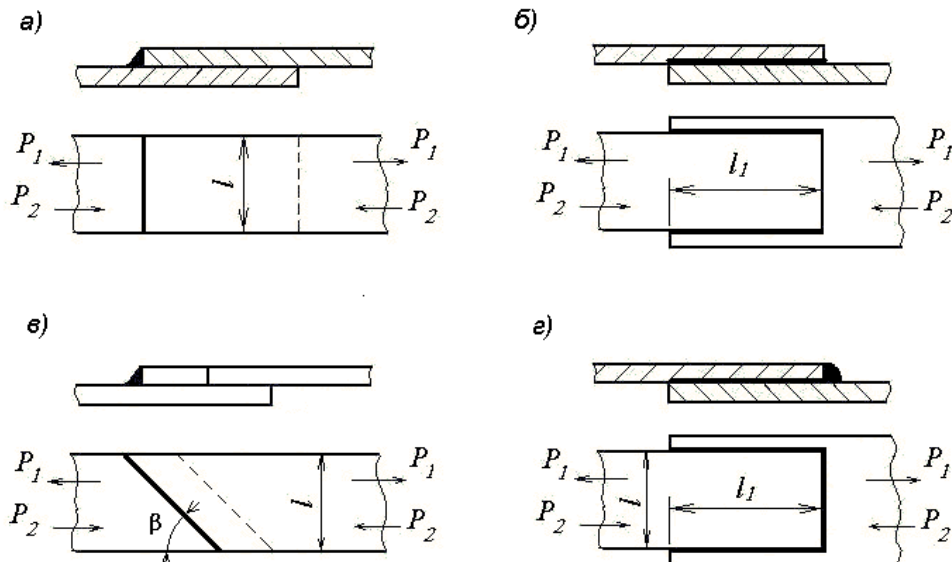


Рисунок П 1.7

Соединения выполняют угловым швом. В зависимости от направления шва относительно направления действующих сил угловые швы называют лобовыми (рисунок П 1.7 а), фланговыми (рисунок П 1.7 б), косыми (рисунок П 1.7 в) и комбинированными (рисунок П 1.7 г).

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.

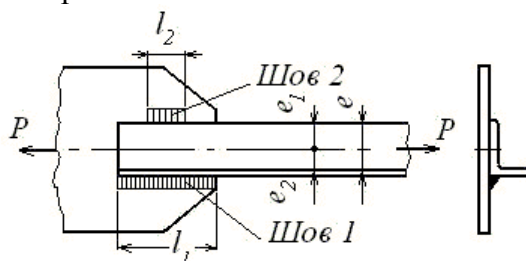


Рисунок П 1.8

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.

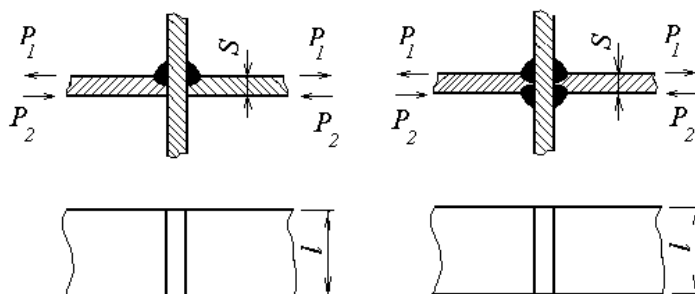


Рисунок П 1.9

Допускаемое усилие при:

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

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

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 П1.1 в зависимости от допускаемых напряжений, принятых для основного металла.

Таблица П 1.1

Допускаемые напряжения для сварных швов

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

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