

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

СОСУДЫ И АППАРАТЫ

Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий

**Vessels and apparatus. Norms and methods of strength
calculation for openings reinforcement**

ОКСТУ 3603

Дата введения 1990-01-01

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством химического и нефтяного машиностроения

ИСПОЛНИТЕЛИ

В.А. Фрейтаг, канд. техн. наук; В.И. Рачков, канд. техн. наук (руководители темы); О.С. Суворова, канд. техн. наук; В.Д. Бабанский; А.Р. Бащенко; Ю.Б. Яковлев, канд. техн. наук.

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18.05.89 N1263

3. Срок проверки - 1995 г.; периодичность проверки - 5 лет.

4. ВЗАМЕН ГОСТ 25755-81

5. Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 1639-88.

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ:

| Обозначение НТД, на который дана ссылка | Номер пункта, приложения |
|---|--------------------------|
| ГОСТ 14249-89 | 1.1; 2.1.1; 2.3.1; 5 |

Настоящий стандарт устанавливает нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий в обечайках, переходах и выпуклых днищах сосудов и аппаратов, применяемых в химической нефтеперерабатывающей и смежных отраслях промышленности, работающих под действием внутреннего или наружного давления.

Нормы и методы расчета применимы для определения размеров укрепляющих элементов, а также допускаемых давлений цилиндрических и конических обечайек, выпуклых и конических днищ с круглыми и овальными отверстиями при соблюдении "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденных Госгортехнадзором СССР, и при условии, что отклонения от геометрической формы и неточности изготовления рассчитываемых элементов сосудов и аппаратов не превышают допусков, установленных нормативно-технической документацией.

Основные термины и их пояснения приведены в приложении.

1. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Стандарт действителен при условии выбора толщин стенок обечайек, переходов и днищ в соответствии с ГОСТ 14249.

Приведенные ниже методы расчета применимы для определения размеров укрепляющих элементов, а также допускаемых давлений цилиндрических и конических обечайек, выпуклых и конических днищ с круглыми и овальными отверстиями.

Расчетные схемы приведены в приложении.

1.2. Пределы применения расчетных формул и номограмм ограничиваются условиями, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

| Наименование параметров | Условия применения формул для расчета укрепления отверстий | | | |
|-------------------------|--|--|------------------------|--|
| | в цилиндрических обечайках | в конических обечайках, переходах или днищах | в эллиптических днищах | в сферических и торосферических днищах |
| Отношение диаметров | | | | |

| | | | | |
|---|---------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|
| Отношение толщины стенки обечайки или днища к диаметру | $\frac{d_p - 2c_s}{D} \leq 1,0$ | $\frac{d_p - 2c_s}{D_k} \leq 1,0$ | $\frac{d_p - 2c_s}{D} \leq 0,6$ | $\frac{d_p - 2c_s}{D} \leq 0,6$ |
| | $\frac{s - c}{D} \leq 0,1$ | $\frac{s - c}{D_k} \leq \frac{0,1}{c_0}$ | $\frac{s - c}{D} \leq 0,1$ | $\frac{s - c}{D} \leq 0,1$ |

1.3. При значениях отношений, превышающих пределы, установленные в табл. 1, рекомендуется использовать специальные методы расчета на прочность укреплений отверстий, не охватываемые настоящим стандартом.

1.4. При установке наклонных штуцеров с круговым поперечным сечением настоящий метод применим, если угол γ (черт. 9б) не превышает 45° , а отношение осей овального отверстия d_1 и d_2 (черт 9а) удовлетворяет условию

$$\frac{d_1}{d_2} \leq 1 + 2 \frac{\sqrt{D_p(s-c)}}{d_2}. \quad (1)$$

Эти ограничения не распространяются на тангенциальные штуцера (черт. 9в), на наклонные штуцера, ось которых лежит в плоскости поперечного сечения обечайки (черт. 9г). Для смещенных (нецентральных) штуцеров на эллиптических днищах угол γ (черт. 11) не должен превышать 60° .

1.5. Расстояние от края штуцера до края внешней поверхности сферического неотбортованного и торосферического днища, измеряемое по проекции образующей на плоскости основания днища, должно быть не менее

$$\max\{0,10(D + 2s); (0,09D + s)\}$$

Малые отверстия, диаметр которых удовлетворяет условию

$$d_p \leq \max\{(s - c); 0,2\sqrt{D_p(s - c)}\}, \quad (2)$$

допускается размещать в краевой зоне выпуклых днищ без специальных расчетных или экспериментальных обоснований.

При размещении отверстий в краевой зоне цилиндрических и конических обечаек необходим учет ограничений, указанных в п. 2.5.4.

В краевой зоне эллиптических и полусферических днищ допускается размещение отверстий без ограничений.

2. ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА

2.1. Расчетные диаметры

2.1.1. Расчетные диаметры укрепляемых элементов определяют по формулам:

1) для цилиндрической обечайки

$$D_p = D; \quad (3)$$

2) для конической обечайки, перехода или днища

$$D_p = \frac{D_k}{\cos \alpha}; \quad (4)$$

3) для эллиптических днищ

$$D_p = \frac{D^2}{2H} \sqrt{1 - 4 \frac{(D^2 - 4H^2)}{D^4} \cdot x^2}; \quad (5)$$

4) в случае эллиптических днищ при $H = 0,25D$

$$D_p = 2D \sqrt{1 - 3 \left(\frac{x}{D} \right)^2}; \quad (6)$$

5) для сферических днищ, а также торосферических днищ вне зоны отбортовки

$$D_p = 2R, \quad (7)$$

где R - для торосферических днищ определяют по ГОСТ 14249.

2.1.2. Расчетный диаметр отверстия в стенке обечайки, перехода или днища при наличии штуцера с круглым поперечным сечением, ось которого совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия (черт. 4, 6а, 6б, 11б) или кругового отверстия без штуцера определяют по формуле

$$d_p = d + 2c_s. \quad (8)$$

Расчетный диаметр отверстия и штуцера, ось которого лежит в плоскости поперечного сечения цилиндрической или конической обечайки (черт. 9в и 9г), определяют по формуле

$$d_p = \max \{d; 0,5t\} + 2c_s. \quad (9)$$

Расчетный диаметр отверстия для смещенного штуцера на эллиптическом днище (черт. 11а) определяют по формуле

$$d_p = \frac{d + 2c_s}{\sqrt{1 - \left(\frac{2x}{D_p}\right)^2}}. \quad (10)$$

При наличии наклонного штуцера с круглым поперечным сечением, когда большая ось овального отверстия составляет угол ϖ с образующей обечайки (черт. 9а), расчетный диаметр отверстия определяют по формуле

$$d_p = (d + 2c_s)(1 + \operatorname{tg}^2 \gamma \cdot \cos^2 \varpi). \quad (11)$$

Для цилиндрических и конических обечаек в случае, когда ось штуцера (черт. 9б) лежит в плоскости продольного сечения обечайки ($\varpi=0$) и для всех отверстий в сферических и тороосферических днищах расчетный диаметр определяют по формуле

$$d_p = \frac{d + 2c_s}{\cos^2 \gamma}. \quad (12)$$

Расчетный диаметр овального отверстия для перпендикулярно расположенного штуцера к поверхности обечайки определяют по формуле

$$d_p = (d_2 + 2c_s) \left[\sin^2 \varpi + \frac{(d_1 + 2c_s)(d_1 + d_2 + 4c_s)}{2(d_2 + 2c_s)^2} \cos^2 \varpi \right]. \quad (13)$$

Для выпуклых днищ $\varpi=0$.

Расчетный диаметр отверстия для штуцера с круглым поперечным сечением, ось которого совпадает с нормалью к поверхности обечайки в центре отверстия, при наличии отбортовки или торообразной вставки, определяют по формуле

$$d_p = d + 1,5(r - s_p) + 2c_s. \quad (14)$$

2.2. Коэффициент прочности сварных соединений

Если ось сварного шва обечайки (днища) удалена от наружной поверхности штуцера на расстояние более чем три толщины укрепляемого элемента ($3s$, черт. 6б), то коэффициент прочности этого сварного соединения при расчете укрепления отверстий следует принимать $\varphi=1$. В исключительных случаях, когда сварной шов пересекает отверстие или удален от наружной поверхности штуцера на расстояние менее $3s$, принимают $\varphi \leq 1$ в зависимости от вида и качества сварного шва.

Если плоскость, проходящая через продольный шов вальцованного штуцера и ось этого штуцера, образует угол ψ не менее 60° с плоскостью продольного осевого сечения цилиндрической или конической обечайки (черт. 12), то принимают $\varphi_1 = 1$. В остальных случаях $\varphi_1 \leq 1$ в зависимости от вида и качества сварного шва.

2.3. Расчетные толщины стенок

2.3.1. Расчетные толщины стенок укрепляемых элементов определяют в соответствии с ГОСТ 14249. Для эллиптических днищ, работающих под внутренним давлением, расчетную толщину стенки s_p определяют по формуле

$$s_p = \frac{pD_p}{4\varphi[\sigma] - p}, \quad (15)$$

где коэффициент φ определяют по п. 2.2.

2.3.2. Расчетную толщину стенки штуцера, нагруженного как внутренним, так и наружным давлением, определяют по формуле

$$s_{1p} = \frac{p(d + 2c_s)}{2[\sigma]_1 \cdot \varphi_1 - p}, \quad (16)$$

где коэффициент φ_1 определяют по п. 2.2.

Для овального штуцера в этой формуле $d = d_1$.

2.4. Расчетные длины штуцеров

Расчетные длины внешней и внутренней частей круглого штуцера, участвующие в укреплении отверстий и учитываемые при расчете (черт. 4), определяют по формулам:

$$l_{1p} = \min \left\{ l_1; 1,25\sqrt{(d + 2c_s)(s_1 - c_s)} \right\}, \quad (17)$$

$$l_{3p} = \min \left\{ l_3; 0,5\sqrt{(d + 2c_s)(s_3 - c_s - c_{s1})} \right\}. \quad (18)$$

Для овального штуцера (черт. 10) в этих формулах $d = d_2$.

В случае проходящего штуцера (черт. 5) $s_3 = s_1$.

2.5. Расчетная ширина

2.5.1. Ширину зоны укрепления в обечайках, переходах и днищах определяют по формуле

$$L_0 = \sqrt{D_p(s - c)}. \quad (19)$$

2.5.2. Расчетную ширину зоны укрепления в стенке обечайки, перехода или днища в окрестности штуцера при наличии торообразной вставки или вварного кольца (черт. 8) определяют по формуле

$$l_p = \min \{l; L_0\}. \quad (20)$$

В случае отбортовки (черт. 7), а также при отсутствии торообразной вставки или вварного кольца

$$l_p = L_0. \quad (21)$$

2.5.3. Расчетную ширину накладного кольца определяют по формуле

$$l_{2p} = \min \{l_2; \sqrt{D_p(s_2 + s - c)}\} \quad (22)$$

2.5.4. Для отверстий, удаленных от других конструктивных элементов на расстояние $L_k < L_0$ (черт. 6), расчетную ширину l_p , l_{2p} определяют следующим образом:

для зоны соединения обечайки с кольцом жесткости, плоским днищем, трубной решеткой (черт. 6а) - по формулам (20) или (21) и (22);

для зоны соединения конической обечайки с другой обечайкой и обечайки с коническим или выпуклым днищем (черт. 6б), а также с фланцем или седловой опорой сосуда по формулам:

$$l_p = L_k; l_{2p} = \min \{l_2; L_k\}. \quad (23)$$

2.6. Отношения допускаемых напряжений:

1) для внешней части штуцера $x_1 = \min \left\{ 1,0; \frac{[\sigma]_1}{[\sigma]} \right\}$;

2) для накладного кольца $x_2 = \min \left\{ 1,0; \frac{[\sigma]_2}{[\sigma]} \right\}$;

3) для внутренней части штуцера $x_3 = \min \left\{ 1,0; \frac{[\sigma]_3}{[\sigma]} \right\}$

2.7. Расчетный диаметр определяют по формуле

$$d_{0p} = 0,4 \sqrt{D_p(s - c)}. \quad (24)$$

3. ОДИНОЧНЫЕ ОТВЕРСТИЯ В СОСУДАХ И АППАРАТАХ

Отверстие считается одиночным, если ближайшее к нему отверстие не оказывает на него влияния, что имеет место, когда расстояние между наружными поверхностями соответствующих штуцеров (черт. 13) удовлетворяет условию

$$b \geq \sqrt{D'_p(s-c)} + \sqrt{D''_p(s-c)}. \quad (25)$$

3.1. Расчетный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления

Расчетный диаметр одиночного отверстия, не требующего дополнительного укрепления, при наличии избыточной толщины стенки сосуда вычисляется по формуле

$$d_0 = 2 \left(\frac{s-c}{s_p} - 0,8 \right) \sqrt{D_p(s-c)}. \quad (26)$$

Если расчетный диаметр одиночного отверстия удовлетворяет условию

$$d_p \leq d_0, \quad (27)$$

то дальнейших расчетов укрепления отверстий не требуется.

В случае невыполнения условия (27) расчет укрепления проводят по пп. 3.2 и 3.3 или 3.4.

3.2. Условие укрепления одиночных отверстий

3.2.1. В случае укрепления отверстия утолщением стенки сосуда или штуцера либо накладным кольцом, либо торообразной вставкой или отбортовкой должно выполняться условие

$$l_{1p}(s_1 - s_{1p} - c_s)\chi_1 + l_{2p}s_2\chi_2 + l_{3p}(s_3 - c_s - c_{s1})\chi_3 + l_p(s - s_p - c) \geq \geq 0,5(d_p - d_{0p})s_p. \quad (28)$$

Рекомендуемым вариантом укрепления является укрепление без использования накладного кольца. В этом случае расчет укрепления проводят с помощью условия укрепления (28), в котором принимается $s_2 = 0$. При этом длина внешней части штуцера l_1 отсчитывается от наружной поверхности аппарата.

При отсутствии штуцера и укреплении отверстия накладным кольцом или утолщением стенки сосуда при расчете в условии укрепления $l_{1p} = l_{3p} = 0$. При этом исполнении ширину накладного кольца отсчитывают от края отверстия:

3.2.2. При укреплении отверстия штуцером произвольной формы (черт. 14) условие укрепления выражается в общем виде

$$A_1 + A_3 \geq A = 0,5(d_p - d_{0p})s_p. \quad (29)$$

Здесь площади A_1 и A_3 определяются без учета прибавок c , c_s и расчетных толщин стенок штуцера s_{1p} и сосуда s_p .

Расчетные длины штуцера, учитываемые при определении площадей A_1 и A_3 , определяются следующим образом: l_{1p} - по формуле (17), l_{3p} - по формуле (18).

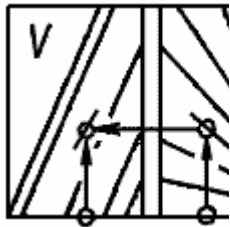
3.2.3. Расчет укрепления отверстия с помощью накладного кольца при необходимости определения площади этого кольца проводится по формуле

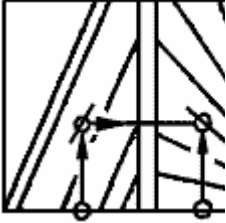
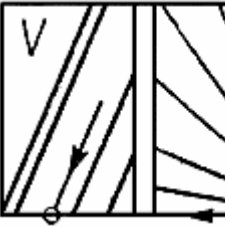
$$A_2 \geq \frac{1}{\chi_2} \{0,5(d_p - d_{0p})s_p - l_p(s - s_p - c) - l_{1p}(s_1 - s_{1p} - c_s)\chi_1 - l_{3p}(s_3 - c_s - c_{s1})\chi_3\}, \quad (30)$$

где $A_2 = l_{2p} \cdot s_2$ - площадь накладного кольца.

Если $s_2 > 2s$, то накладные кольца рекомендуется устанавливать снаружи и изнутри сосуда или аппарата, причем толщина наружного кольца принимается $0,5s_2$, внутреннего - $(0,5s_2 + c)$.

Таблица 2

| Вариант укрепления | Расчитываемый элемент | Исходные геометрические данные | Расчетные параметры | Параметры, определяемые по номограммам | Уравнение, определяющее толщину стенки | Схема расчета: исходные и промежуточные данные; ● - рез |
|--|-----------------------|---------------------------------|---|--|--|---|
| Укрепление отверстия штуцером и стенкой сосуда | Толщина стенки сосуда | $d, d_p, D_p, s_1, s_{1p}, c_s$ | $\frac{d_p}{D_p} \sqrt{K_1 \frac{[\sigma]}{p}}$ $\frac{K_2}{\sqrt{\chi_1}} \left(\frac{\varphi}{\varphi_1} \right)^{3/4} \cdot \left(\frac{d + 2c_s}{D_p} \right)$ | V | (31) |  |

| | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------------------|---|-------|------|--|
| | | | $V_1 = \frac{s_{1p}}{s_1 - c_3}$ | | | |
| Укрепление отверстия штуцером и стенкой сосуда | Толщина стенки штуцера | $d, d_p, D_p, s, s_p, c, c_s$ | $\frac{d_p}{D_p} \sqrt{K_1 \varphi \frac{[\sigma]}{p}}$ $\frac{K_2}{\sqrt[4]{\chi_1}} \left(\frac{\varphi}{\varphi_1} \right)^{3/4} \cdot \left(\frac{d + 2c_s}{D_p} \right)$ $V = \frac{s_p}{s - c}$ | V_1 | (32) |  |
| Укрепление отверстия без штуцера | Толщина стенки сосуда | d_p, D_p, c | $\frac{d_p}{D_p} \sqrt{K_1 \varphi \frac{[\sigma]}{p}}$ $V = 1,0$ | V | (30) |  |

Для сферических обечаек и выпуклых днищ $K_1=2$; $K_2=1,68$.

Для цилиндрических и конических обечаек $K_1=1$; $K_2=1$.

Все исходные данные определяются по соответствующим пунктам настоящего стандарта.

3.3. Графический расчет

Расчет укрепления отверстия без использования накладного кольца и внутренней части штуцера можно производить с использованием номограмм по черт. 1-3 и табл. 2:

1) при известной толщине стенки штуцера по формуле

$$s \geq \frac{s_p}{V} + c; \tag{31}$$

2) при известной толщине стенки обечайки, перехода или днища по формуле

$$s_1 \geq \frac{s_{1p}}{V_1} + c_s, \quad (32)$$

где V и V_1 определяются по номограммам черт. 1-3 и табл. 2.

При расчете по номограммам должны быть выполнены условия

$$\left. \begin{aligned} l_1 &\geq 1,25\sqrt{(d + 2c_s)(s_1 - c_s)}; \\ l_p &\geq \sqrt{D_p(s - c)}. \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

3.4. Допускаемое внутреннее избыточное давление

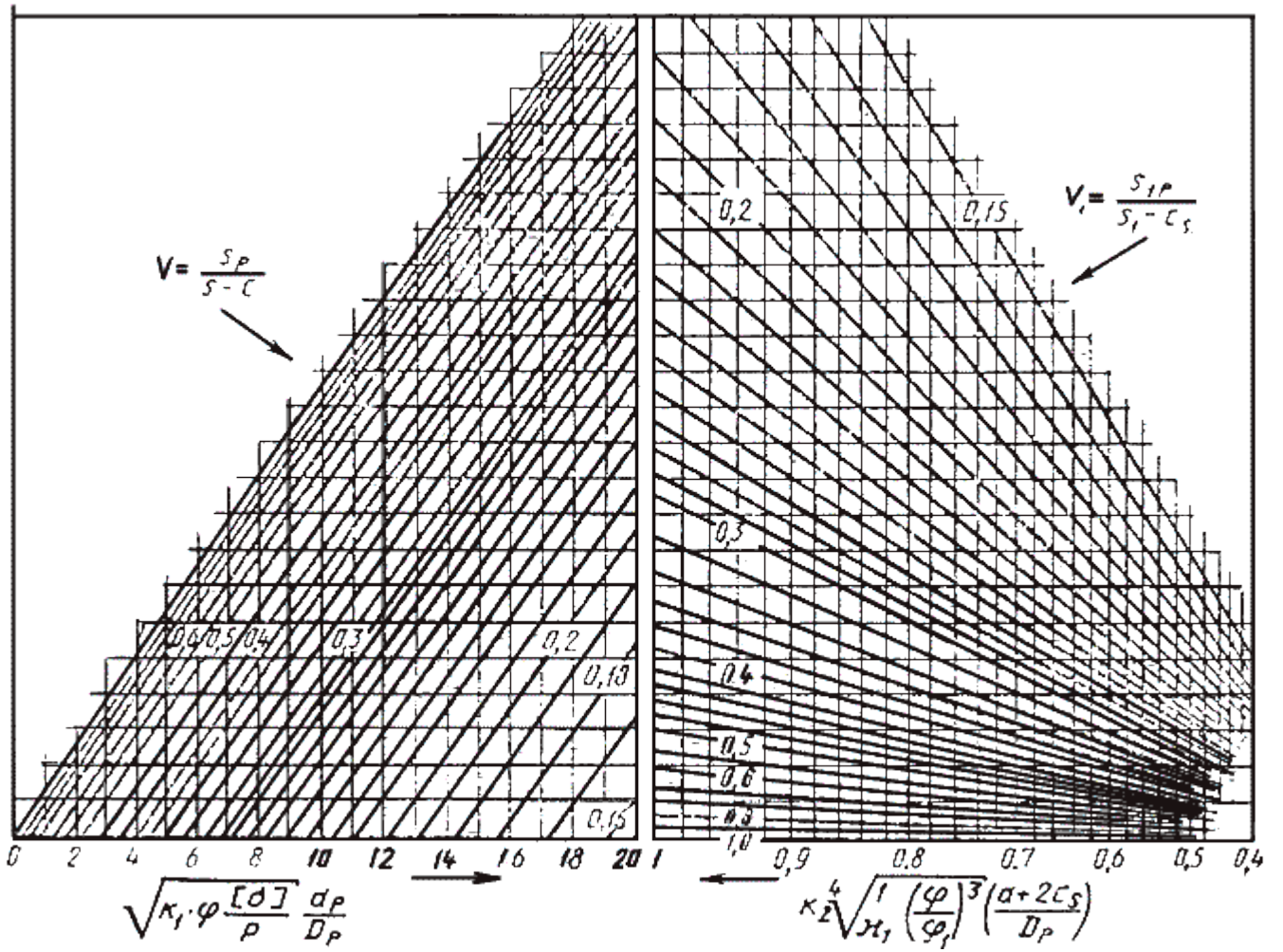
Допускаемое внутреннее избыточное давление определяют по формуле

$$[p] = \frac{2K_1(s - c)\varphi[\sigma]}{D_p + (s - c)V} \cdot V, \quad (34)$$

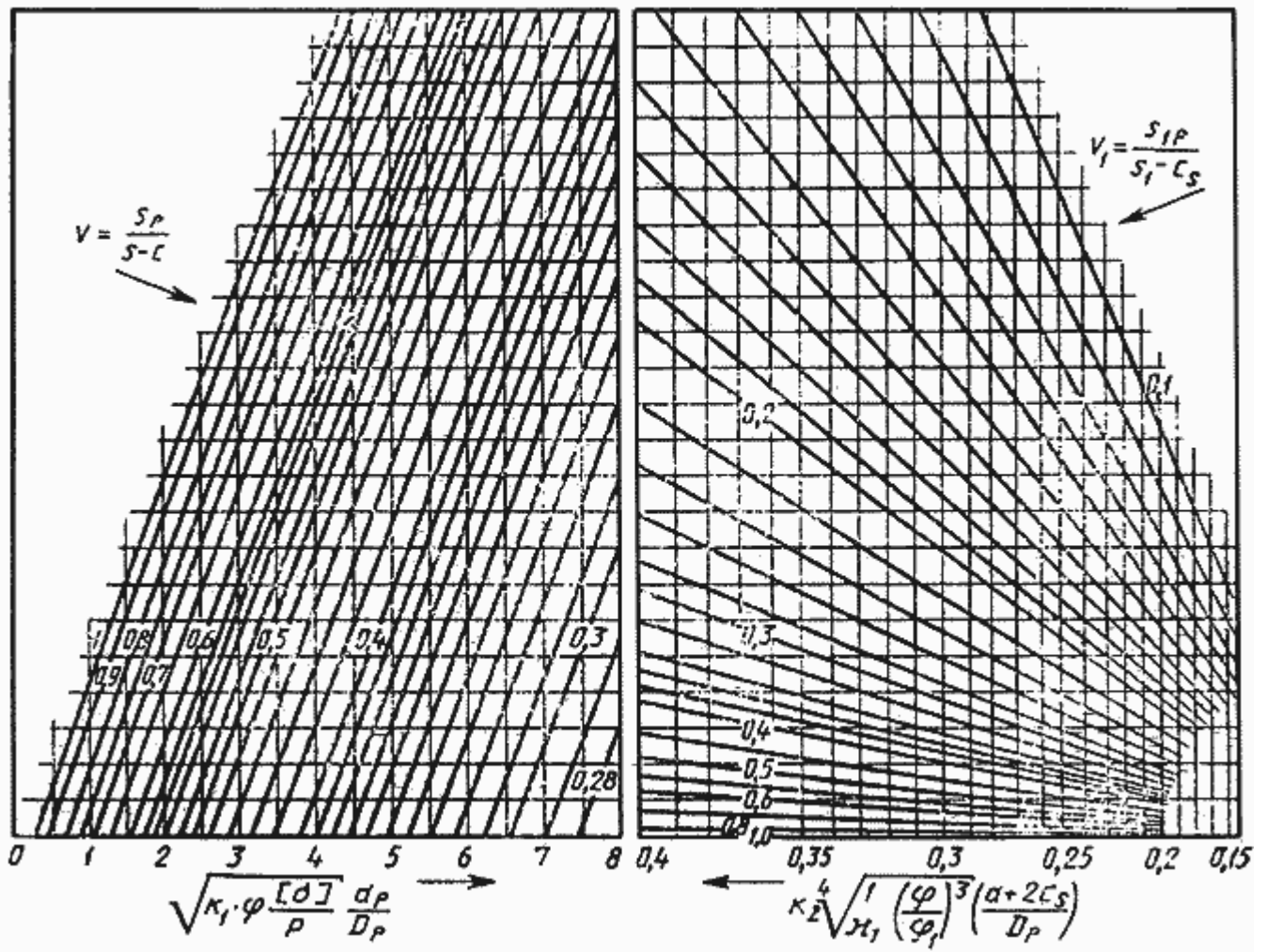
где $K_1 = \begin{cases} 1 - \text{для цилиндрических и конических обечаек;} \\ 2 - \text{для выпуклых днищ.} \end{cases}$

$$V = \min \left\{ 1; \frac{1 + \frac{l_{1p}(s_1 - c_s)\chi_1 + l_{2p}s_2\chi_2 + l_{3p}(s_3 - c_s - c_{s1})\chi_3}{l_p(s - c)}}{1 + 0,5\frac{d_p - d_{0p}}{l_p} + K_1\frac{d + 2c_s}{D_p} \cdot \frac{\varphi}{\varphi_1} \cdot \frac{l_{1p}}{l_p}} \right\} \quad (35)$$

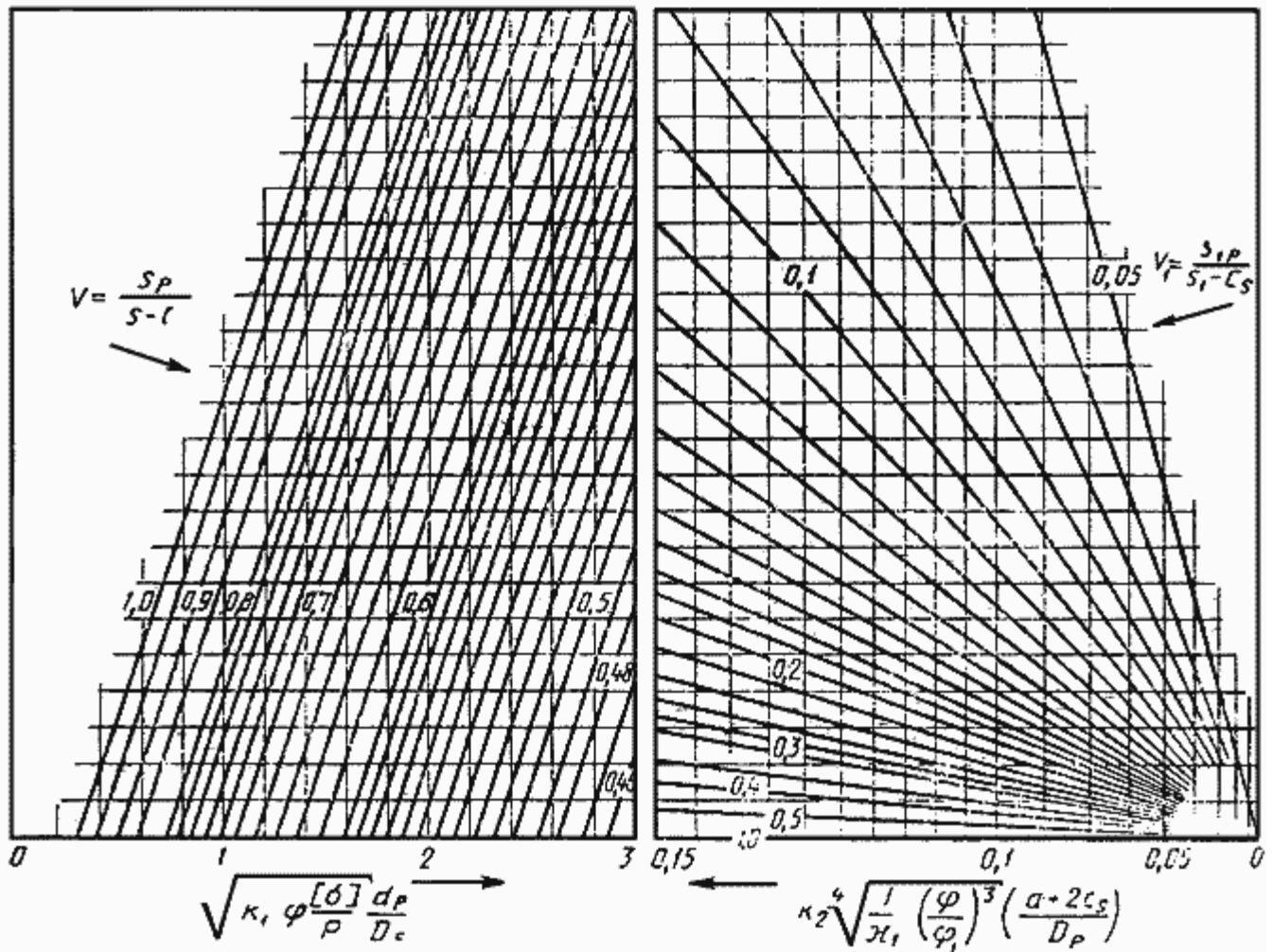
Для овального штуцера в этой формуле $d = d_1$.



Черт. 1



Черт. 2



Черт. 3

4. УЧЕТ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ОТВЕРСТИЙ В СОСУДАХ И АППАРАТАХ, НАГРУЖЕННЫХ ВНУТРЕННИМ ДАВЛЕНИЕМ

Если не выполнено условие (25), то расчет таких взаимовлияющих отверстий (черт. 13 и 15) выполняется следующим образом: вначале рассчитываются укрепления для каждого из этих отверстий отдельно в соответствии с разд. 4, затем проверяется достаточность укрепления перемычки между отверстиями, для чего должно быть определено допускаемое давление для перемычки по формуле

$$[p] = \frac{2K_1(s-c) \cdot \varphi[\sigma]}{0,5(D_p' + D_p'') + (s-c)V} \cdot V, \quad (36)$$

где

$$V = \min \left\{ 1; \frac{1 + \frac{l'_{1p}(s'_1 - c'_s)\chi'_1 + l'_{2p}s'_2\chi'_2 + l'_{3p}(s'_3 - c'_s - c'_{s1})\chi'_3}{b(s-c)}}{K_3 \left(0,8 + \frac{d'_p - d''_p}{2b} \right) + K_1 \left(\frac{d' + 2c'_s}{D'_p} \cdot \frac{\varphi'}{\varphi'_1} \cdot \frac{l'_{1p}}{b} + \frac{l''_{1p}(s''_1 - c_s)\chi''_1 + l''_{2p}s''_2\chi''_2 + l''_{3p}(s''_3 - c''_s - c''_{s1})\chi''_3}{b(s-c)} + \frac{d'' + 2c''_s}{D''_p} \cdot \frac{\varphi''}{\varphi''_1} \cdot \frac{l''_{1p}}{b} \right)} \right\}. \quad (37)$$

При совместном укреплении двух взаимовлияющих отверстий общим накладным кольцом (черт. 13) коэффициент понижения прочности определяют по формуле

$$V = \min \left\{ 1; \frac{1 + \frac{l'_{1p}(s'_1 - c'_s)\chi'_1 + l''_{1p}(s''_1 - c_s)\chi''_1 + L_2 s_2 \chi_2 + l'_{3p}(s'_3 - c'_s - c'_{s1})\chi'_3 + l''_{3p}(s''_3 - c''_s - c''_{s1})\chi''_3}{b(s-c)}}{K_3 \left(0,8 + \frac{d'_p + d''_p}{2b} \right) + K_1 \left(\frac{d' + 2c}{D_p} \cdot \frac{\varphi'}{\varphi'_1} \cdot \frac{l'_{1p}}{b} + \frac{d'' + 2c''_s}{D''_p} \cdot \frac{\varphi''}{\varphi''_1} \cdot \frac{l''_{1p}}{b} \right)} \right\}. \quad (38)$$

где $L_2 = \min \{b; l'_{2p} + l''_{2p}\}$.

Для овального штуцера в формулах (37) и (38) $d' = d'_1$ и $d'' = d''_1$.

Если ось сварного шва обечайки (днища) удалена от наружных поверхностей обоих штуцеров более чем на три толщины стенки укрепляемого элемента ($3s$) и не пересекает перемычку, то коэффициент прочности этого сварного шва в формулах (36), (37) и (38) следует принимать $\varphi = 1$. В остальных случаях $\varphi \leq 1$ в зависимости от вида и качества этого сварного шва.

Коэффициенты прочности продольных сварных швов штуцеров $\varphi'_1 = 1$ и $\varphi''_1 = 1$, если соответствующие сварные швы составляют на окружности штуцеров с линией, соединяющей центры отверстий (черт. 12) центральные углы ψ' и ψ'' не менее 60° . В остальных случаях $\varphi'_1 \leq 1$ и $\varphi''_1 \leq 1$ в зависимости от вида и качества соответствующего сварного шва.

Коэффициент K_3 для цилиндрических и конических обечайек определяется по формуле

$$K_3 = \frac{1 + \cos^2 \beta}{2}. \quad (39)$$

Угол β определяется в соответствии с черт. 15.

Для выпуклых днищ $K_3=1$.

При укреплении двух близко расположенных отверстий другими способами нужно, чтобы половина площади, необходимой для укрепления в продольном сечении (черт. 13), размещалась между этими отверстиями.

Для ряда отверстий (черт. 17) коэффициент понижения прочности определяется по формуле

$$V = \min \left\{ 1; \frac{2b_1}{(b_1 + d + 2c_s)(1 + \cos^2 \beta_1)}; \frac{2b_2}{(b_2 + d + 2c_s)(1 + \cos^2 \beta_2)} \right\} \quad (40)$$

Расчет по разд. 5 не применим, если имеются взаимовлияющие отверстия и одно из них выполнено в соответствии с черт. 8.

5. УКРЕПЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ В СОСУДАХ И АППАРАТАХ, НАГРУЖЕННЫХ НАРУЖНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

Допускаемое наружное давление определяют по формуле

$$[p] = \frac{[p]_{\text{п}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{[p]_{\text{п}}}{[p]_{\text{E}}} \right)^2}}, \quad (41)$$

где $[p]_{\text{п}}$ - допускаемое наружное давление в пределах пластичности, определяемое по формуле (34) как допускаемое внутреннее избыточное давление для сосуда или аппарата с отверстием;

$[p]_{\text{E}}$ - допускаемое наружное давление в пределах упругости, определяемое по ГОСТ 14249 для соответствующих обечайки и днища без отверстий.

При наличии взаимного влияния отверстий $[p]_{\text{п}}$ определяется аналогично $[p]$ по разд. 4 для каждого отверстия в отдельности и для перемычки, а затем из полученных значений принимается меньше.

Для обечаек или днищ с кольцами жесткости расчет проводится отдельно для каждого участка с отверстиями между соседними кольцами.

6. МИНИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ СВАРНЫХ ШВОВ

Минимальные размеры сечения сварных швов $\Delta, \Delta_1, \Delta_2$, соединяющих приварные штуцера или накладные кольца с корпусом сосуда или аппарата, должны удовлетворять следующим условиям:

для штуцеров в соответствии с черт. 18а, б

$$\Delta \geq 2,1 \frac{l_1 s_1}{d + 2s_1};$$

для накладных колец в соответствии с черт. 18 в

$$\left(1 + \frac{2l_2}{d + 2s_1}\right) \Delta_1 + \Delta_2 \geq 2,1 \frac{l_2 s_2}{d + 2s_1},$$

где $\Delta, \Delta_1, \Delta_2$ - минимальные размеры сечения сварных швов (черт. 18).

ПРИЛОЖЕНИЕ

ТЕРМИНЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В СТАНДАРТЕ, И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

| Термин | Условное обозначение |
|--|----------------------|
| Расчетная площадь вырезанного сечения (черт. 14), мм ² | A |
| Площадь укрепляющего сечения внешней части штуцера, мм ² | A_1 |
| Площадь поперечного сечения накладного кольца, мм ² | A_2 |
| Площадь укрепляющего сечения внутренней части штуцера, мм ² | A_3 |

| | |
|--|-----------------------------|
| Минимальное расстояние между наружными поверхностями двух соседних штуцеров (черт. 13 и 15), измеряемое по поверхности укрепляемого элемента, мм | b |
| Сумма прибавок к расчетной толщине стенки обечайки перехода или днища, мм | c |
| Сумма прибавок к расчетной толщине стенки, мм | c_s, c'_s, c''_s |
| Прибавка на коррозию к расчетной толщине стенки штуцера, мм | $c_{s1}, c'_{s1}, c''_{s1}$ |
| Внутренний диаметр цилиндрической обечайки или выпуклого днища, мм | D |
| Внутренний диаметр конической обечайки (перехода или днища) по центру укрепляемого отверстия (черт. 6б), мм | D_k |
| Расчетные внутренние диаметры укрепляемого элемента, мм | D_p, D'_p, D''_p |
| Внутренние диаметры штуцеров, мм | d, d', d'' |
| Наибольший расчетный диаметр отверстия, не требующего дополнительного укрепления, мм | d_0 |
| Расчетный диаметр, мм | d_{0p} |
| Большая и малая оси овального отверстия, мм | d_1, d_2 |
| Расчетный диаметр отверстия, мм | d_p |
| Расстояние от края штуцера до внешнего края днища (черт. 11а, 11б), мм | e |
| Внутренняя высота эллиптической части днища, мм | H |
| Коэффициенты | K_1, K_2, K_3 |
| Ширина зоны укрепления, прилегающей к штуцеру, при отсутствии накладного кольца (черт. 14), мм | L_0 |
| Расстояние от наружной поверхности штуцера до ближайшего несущего конструктивного элемента (черт. 6), мм | L_k |
| Расчетная ширина зоны укрепления при использовании общего накладного кольца для двух отверстий, мм | L_2 |

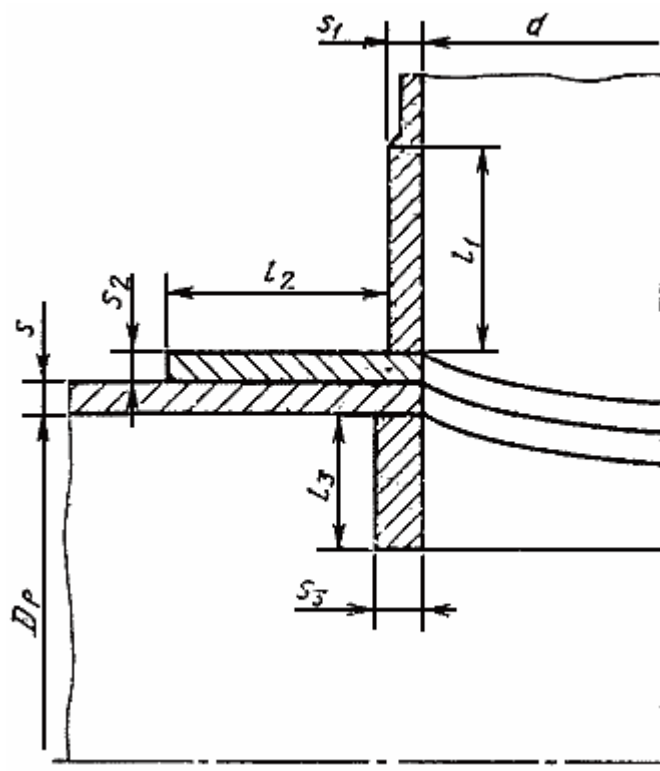
| | |
|---|--|
| Исполнительная ширина торообразной вставки или сварного кольца, мм | l |
| Расчетная ширина зоны укрепления в окрестности штуцера или торообразной вставки, мм | l_p |
| Исполнительные длины штуцеров, мм | l_1, l'_1, l''_1 l_3, l'_3, l''_3 |
| Расчетные длины штуцеров, мм | $l_{1p}, l'_{1p}, l''_{1p}$ $l_{3p}, l'_{3p}, l''_{3p}$ |
| Исполнительная ширина накладного кольца, мм | l_2 |
| Расчетная ширина накладного кольца, мм | l_{2p} |
| Расчетное давление в сосуде или аппарате, МПа | p |
| Допускаемое давление в элементах сосудов и аппаратов, МПа | $[p]$ |
| Допускаемое давление в пределах пластичности, МПа | $[p]_{\text{п}}$ |
| Допускаемое давление в пределах упругости, МПа | $[p]_{\text{Е}}$ |
| Наибольший внутренний радиус выпуклого днища, мм | R |
| Радиус кругового накладного кольца при совместном укреплении отверстий (черт. 16), мм | $R_{\text{н}}$ |
| Радиус несимметричного накладного кольца около отверстия диаметром d^1 (черт. 16), мм | R' |
| Радиус несимметричного накладного кольца около отверстия диаметром d'' (черт. 16), мм | R'' |
| Радиус отбортовки или торовой части торообразной вставки (черт. 7 и 8а), мм | r |
| Исполнительная толщина стенки обечайки, перехода или днища, мм | s |
| Расчетная толщина стенки обечайки, перехода или днища, мм | s_p |
| Исполнительные толщины стенок штуцеров, мм | s_1, s'_1, s''_1 |
| Расчетные толщины стенок штуцеров, мм | $s_{1p}, s'_{1p}, s''_{1p}$ |

| | |
|---|---|
| Исполнительные толщины накладных колец, мм | s_2, s_2', s_2'' |
| Исполнительные толщины внутренних частей штуцеров (черт. 4-6, 13), мм | s_3, s_3', s_3'' |
| Длина отверстия в окружном направлении (черт. 9в, 9г), мм | t |
| Коэффициенты понижения прочности | V, V_1 |
| Расстояние от центра укрепляемого отверстия до оси эллиптического днища, мм | x |
| Половина угла при вершине конической обечайки, $^{\circ}$ | α |
| Угол между линией, соединяющей центры двух взаимовлияющих, и образующей обечайки (черт. 15), $^{\circ}$ | β |
| Угол между осью наклонного штуцера и нормалью к поверхности цилиндрической или конической обечайки, а также выпуклого днища (черт. 9б и 11), $^{\circ}$ | γ |
| Минимальные размеры сварных швов, соединяющих штуцеры и накладные кольца со стенкой обечайки, перехода или днища, мм | $\Delta, \Delta_1, \Delta_2$ |
| Отношения допускаемых напряжений | $\chi_1, \chi_2, \chi_3,$ $\chi_1', \chi_2', \chi_3',$ $\chi_1'', \chi_2'', \chi_3''$ |
| Допускаемое напряжение для материала обечайки, перехода или днища при расчетной температуре, МПа | $[\sigma]$ |
| Допускаемое напряжение для материала внешней части штуцера при расчетной температуре, МПа | $[\sigma]_1$ |
| Допускаемое напряжение для материала накладного кольца при расчетной температуре, МПа | $[\sigma]_2$ |
| Допускаемое напряжение для материала внутренней части штуцера при расчетной температуре, МПа | $[\sigma]_3$ |
| Коэффициент прочности сварных соединений обечаек и днищ | φ |
| Коэффициент прочности продольного сварного соединения штуцера | φ_1 |

| | |
|--|-----------------|
| Угол между плоскостью, проходящей через продольный шов и ось штуцера, и плоскостью продольного осевого сечения обечайки (черт. 12 а), +° | ψ |
| Углы между плоскостью, проходящей через ось и продольный шов штуцера, и плоскостью, проходящей через линию, соединяющую центры отверстий (черт. 12б), +° | ψ', ψ'' |
| Угол между большой осью овального отверстия и плоскостью, проходящей через ось обечайки сосуда (черт. 15), +° | ϖ |

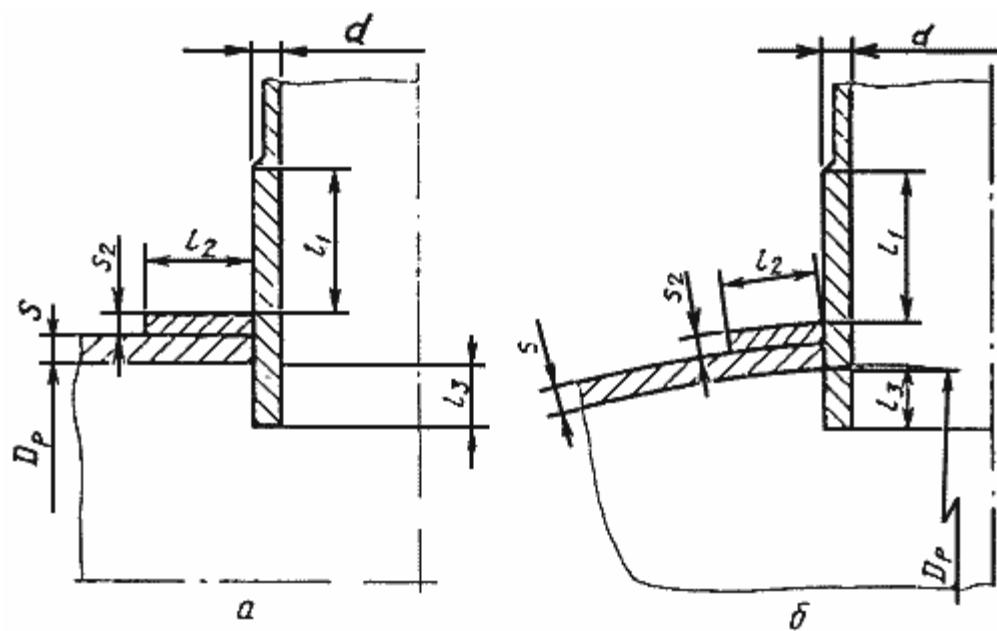
Величины $c, c_s, p, [\sigma], [\sigma]_1, [\sigma]_2, [\sigma]_3, \varphi, \varphi_1$ определяются по ГОСТ 14249.

Основная расчетная схема соединения штуцера со стенкой сосуда



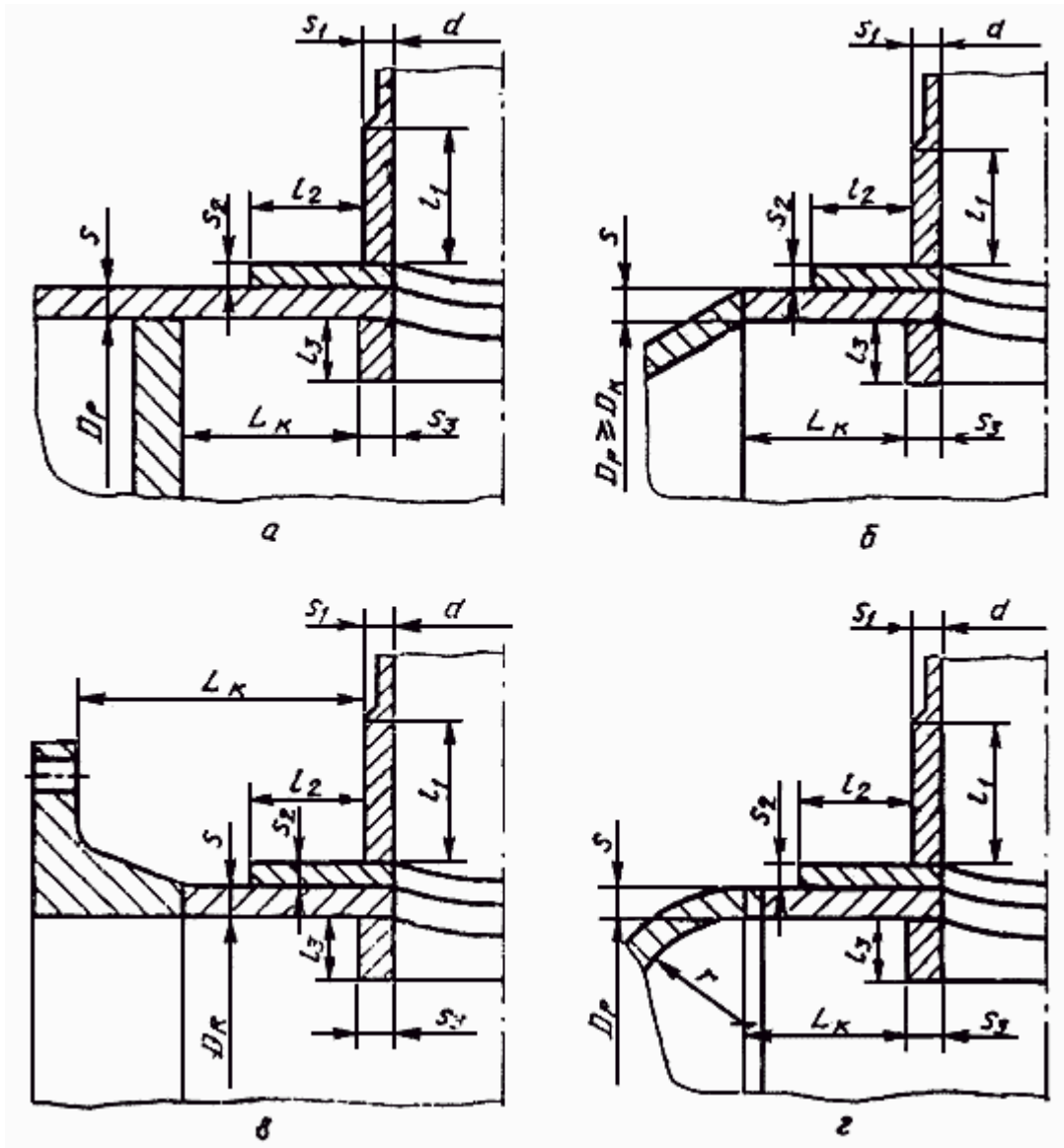
Черт. 4

Укрепление отверстий при наличии проходящего штуцера



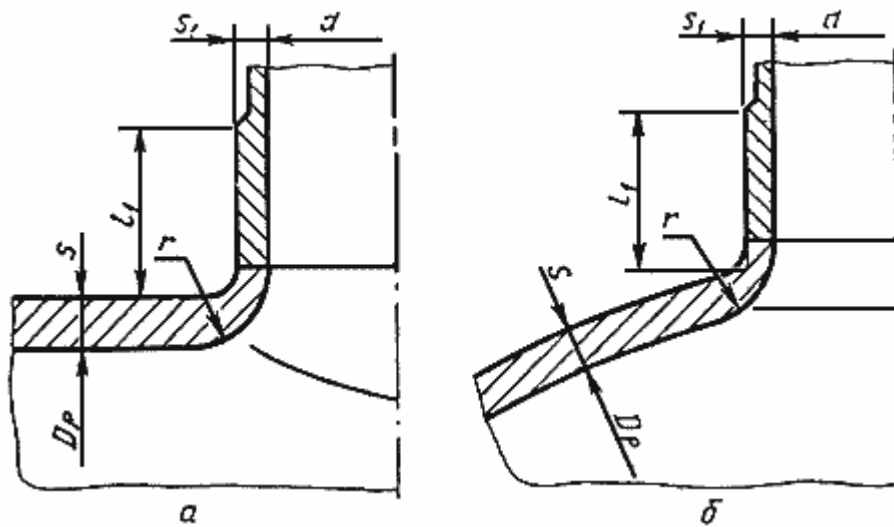
Черт. 5

Укрепление отверстий при наличии близко расположенных конструктивных элементов (непроходящие штуцера)



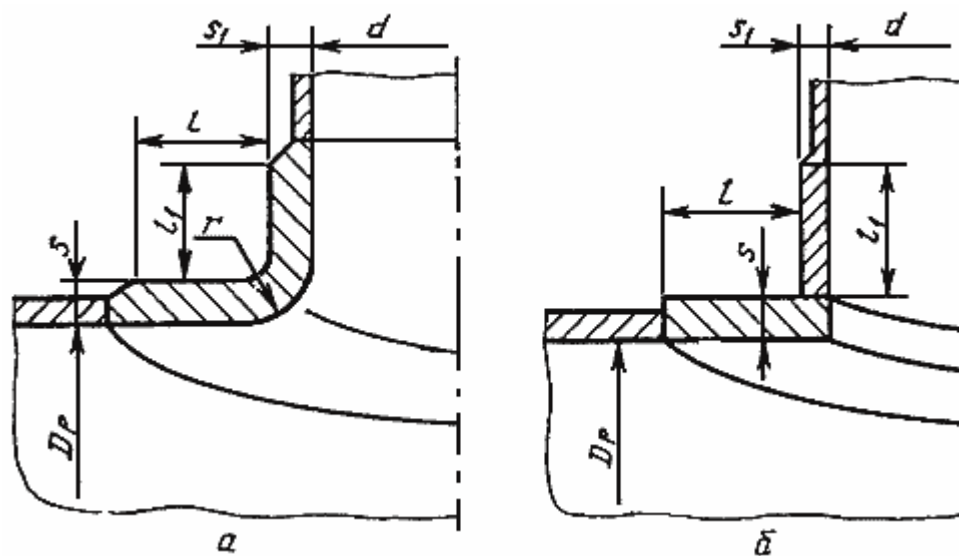
Черт. 6

Укрепление отверстия отбортовкой



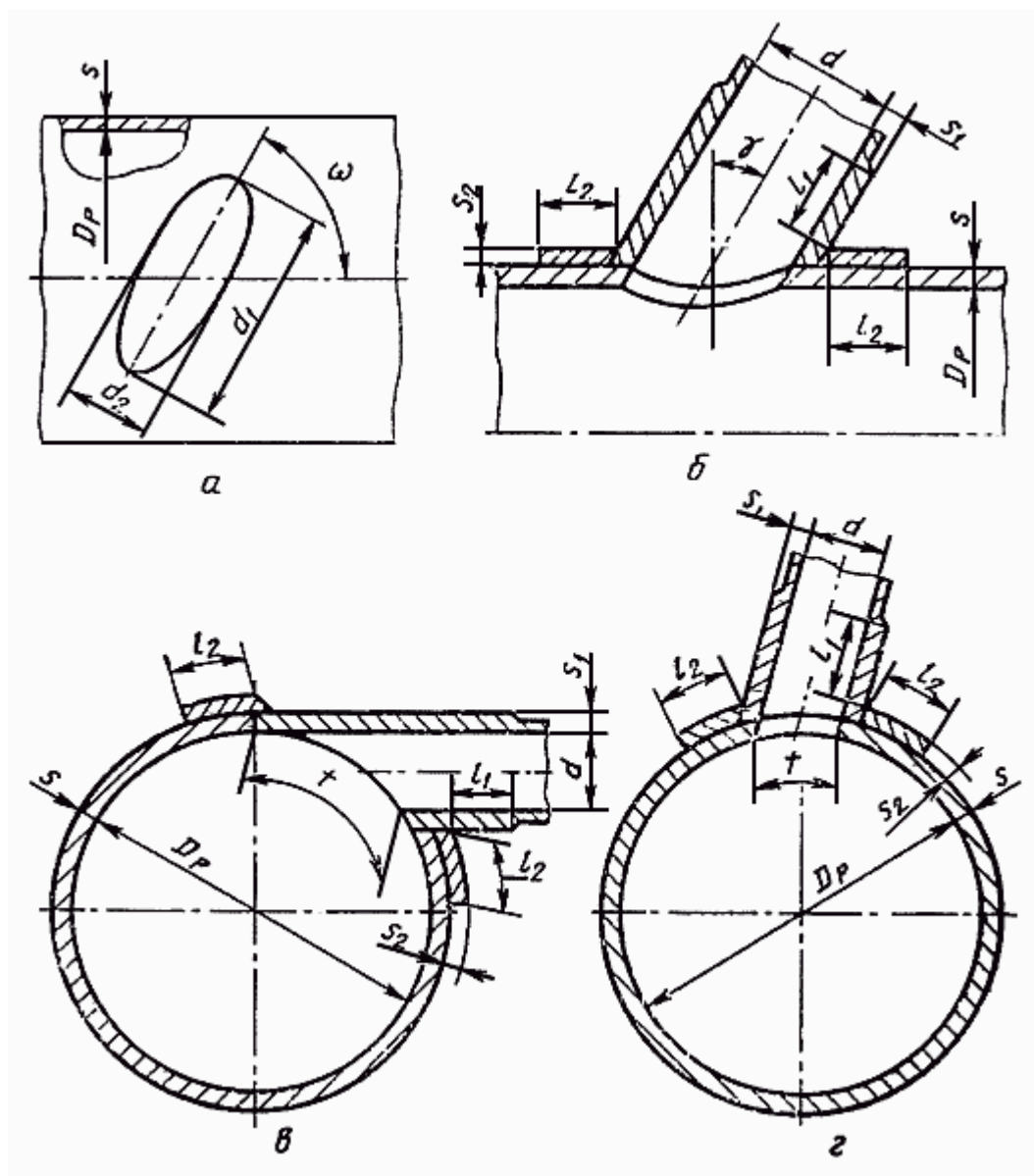
Черт. 7

Укрепление отверстия торообразной вставкой или сварным кольцом



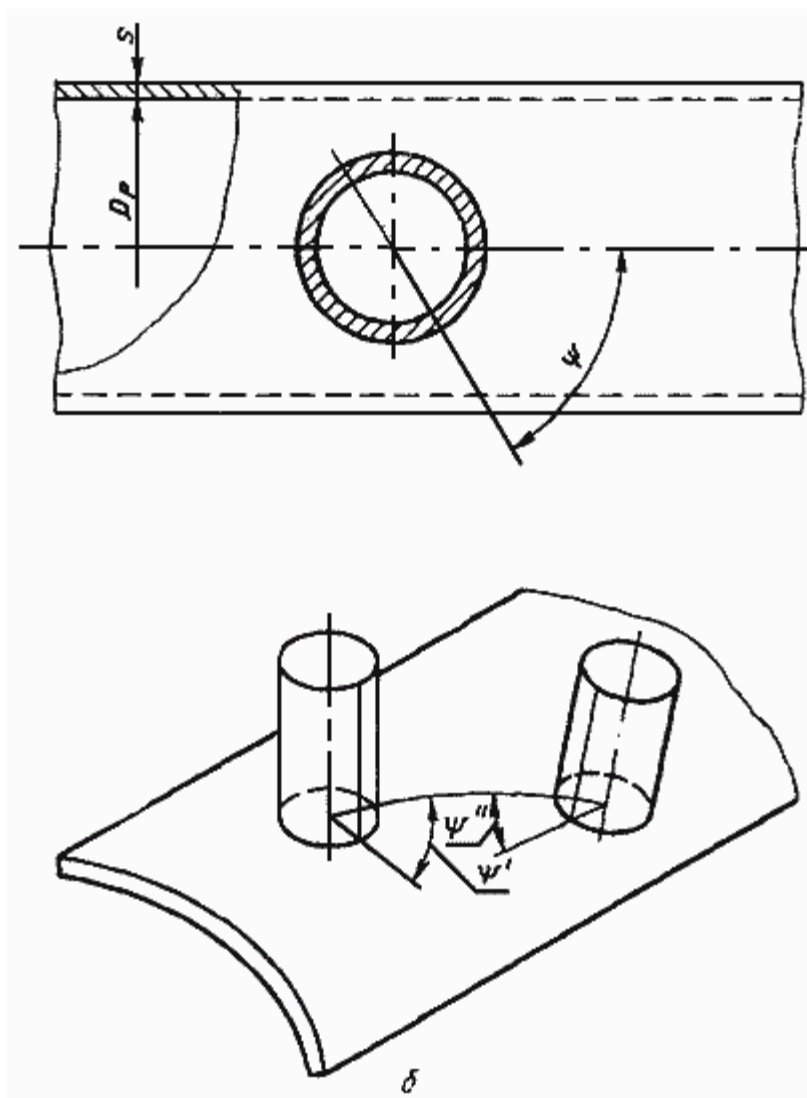
Черт. 8

Наклонные штуцера на обечайке



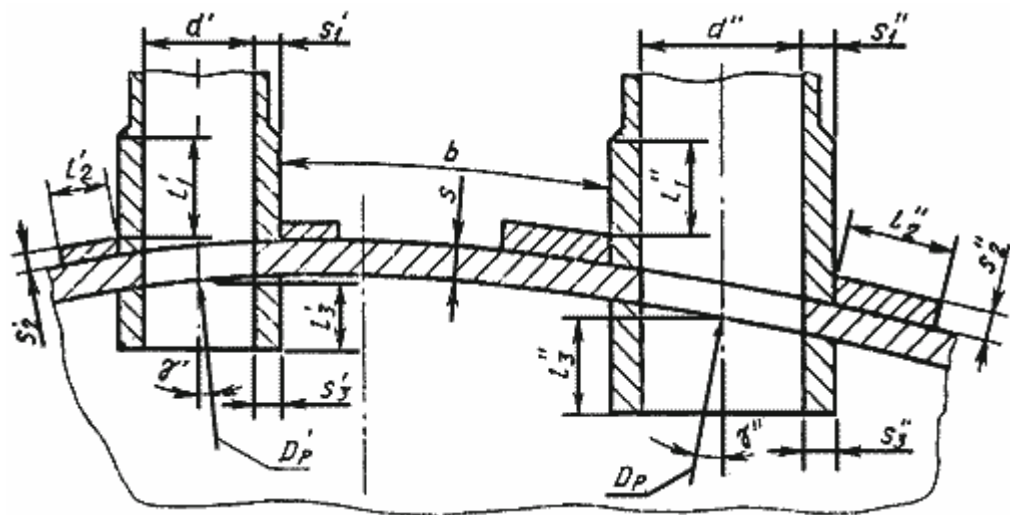
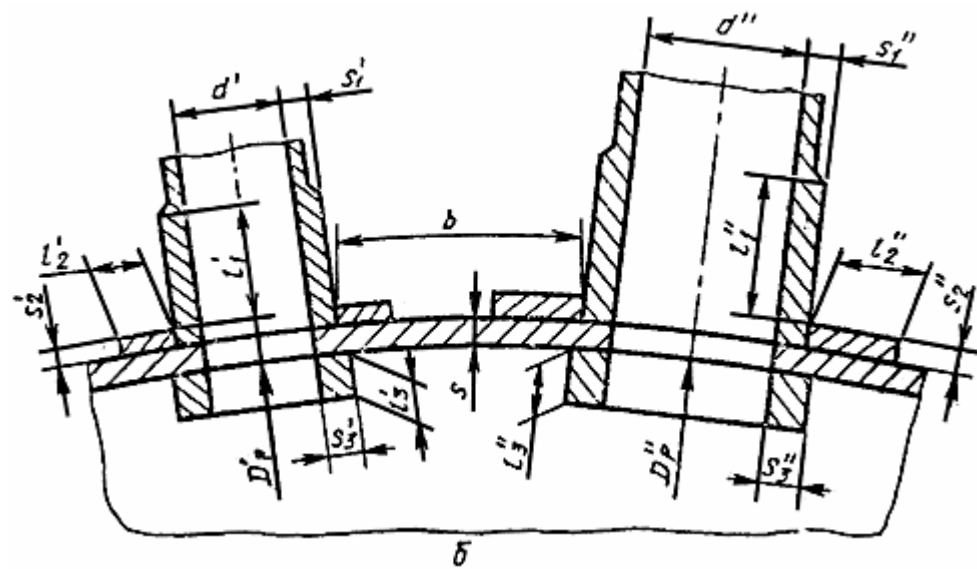
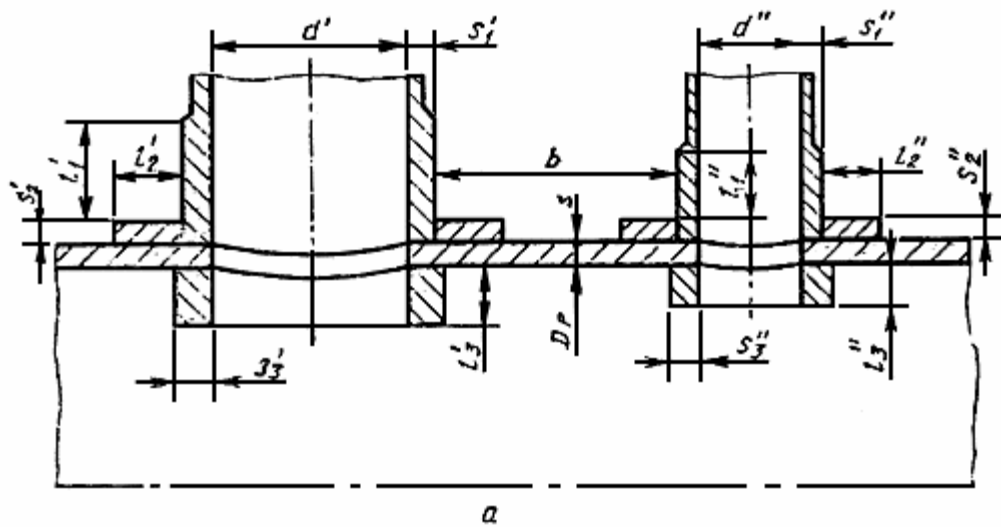
Черт. 9

Отверстие для овального штуцера, перпендикулярного к поверхности обечайки



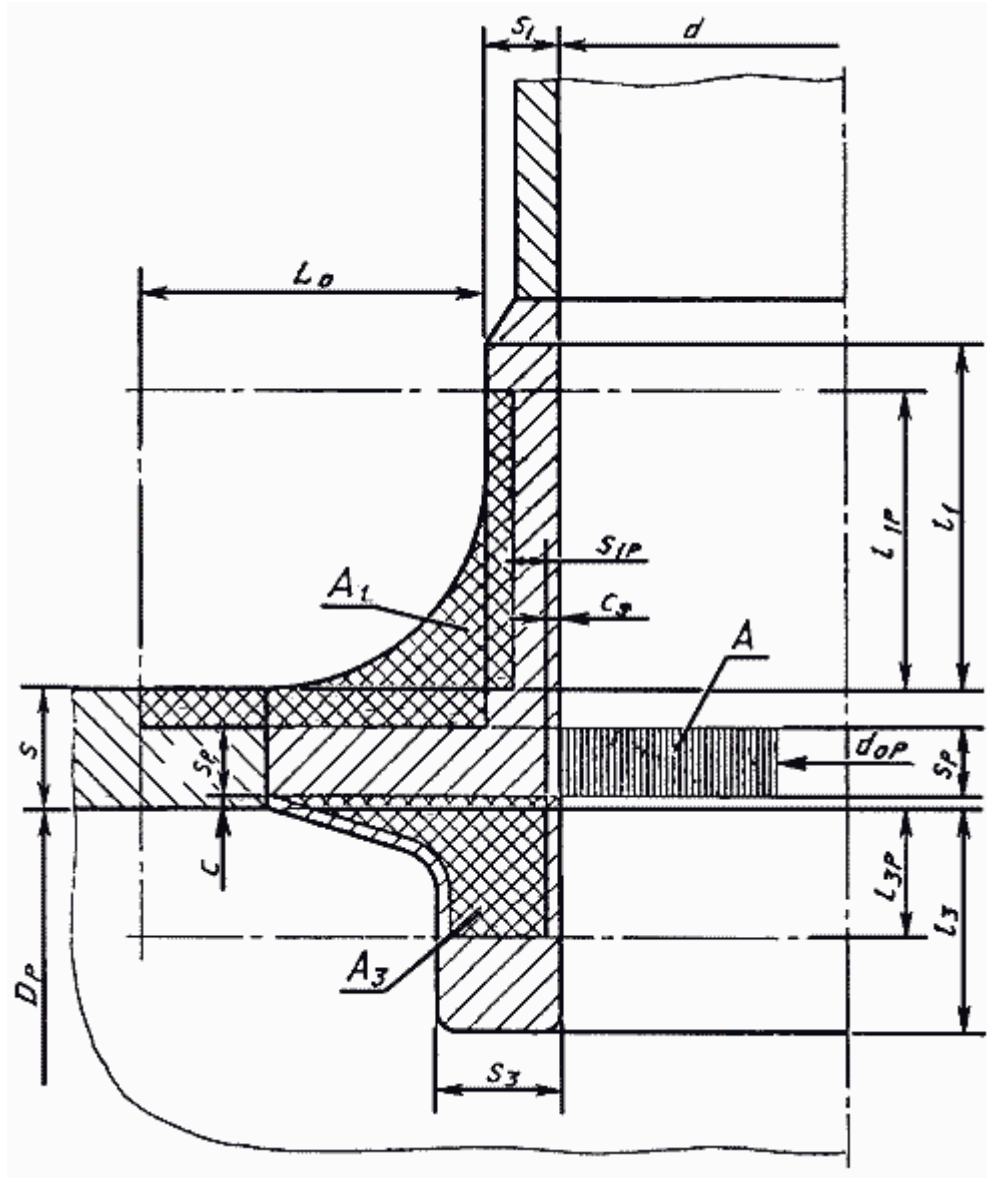
Черт. 12

Укрепление взаимовлияющих отверстий



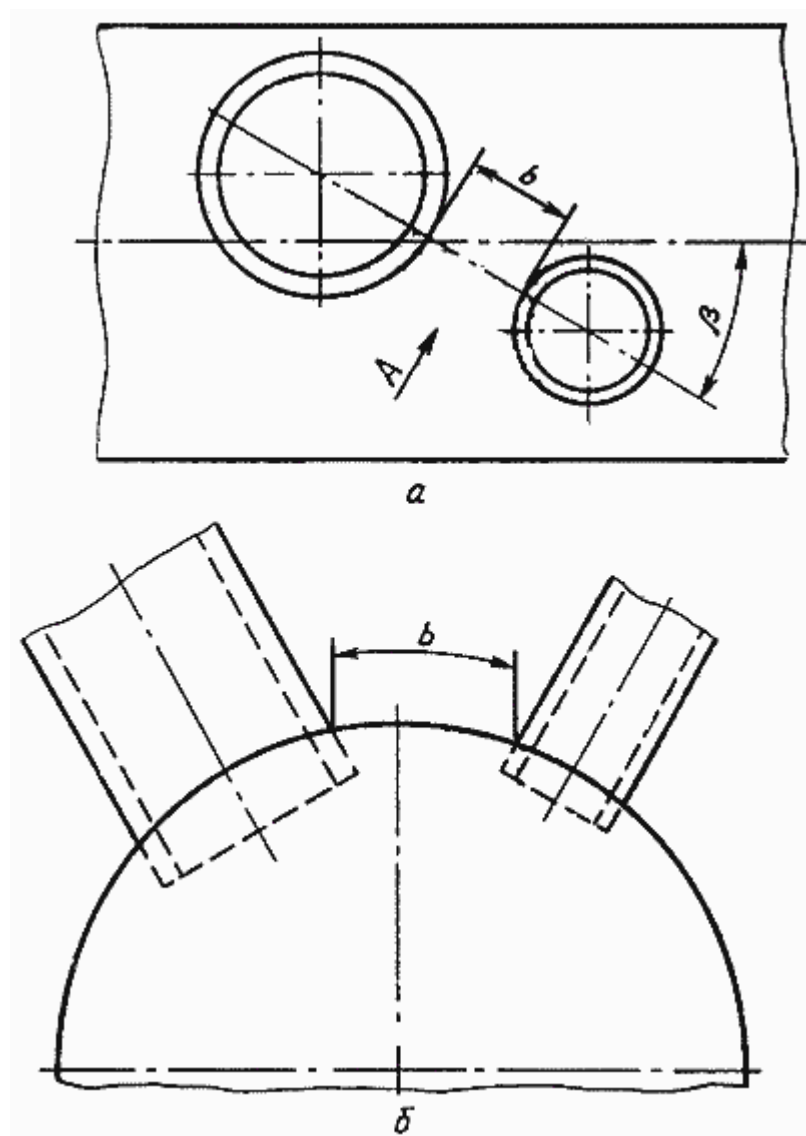
Черт. 13

Компенсация вырезанного сечения штуцером произвольной формы



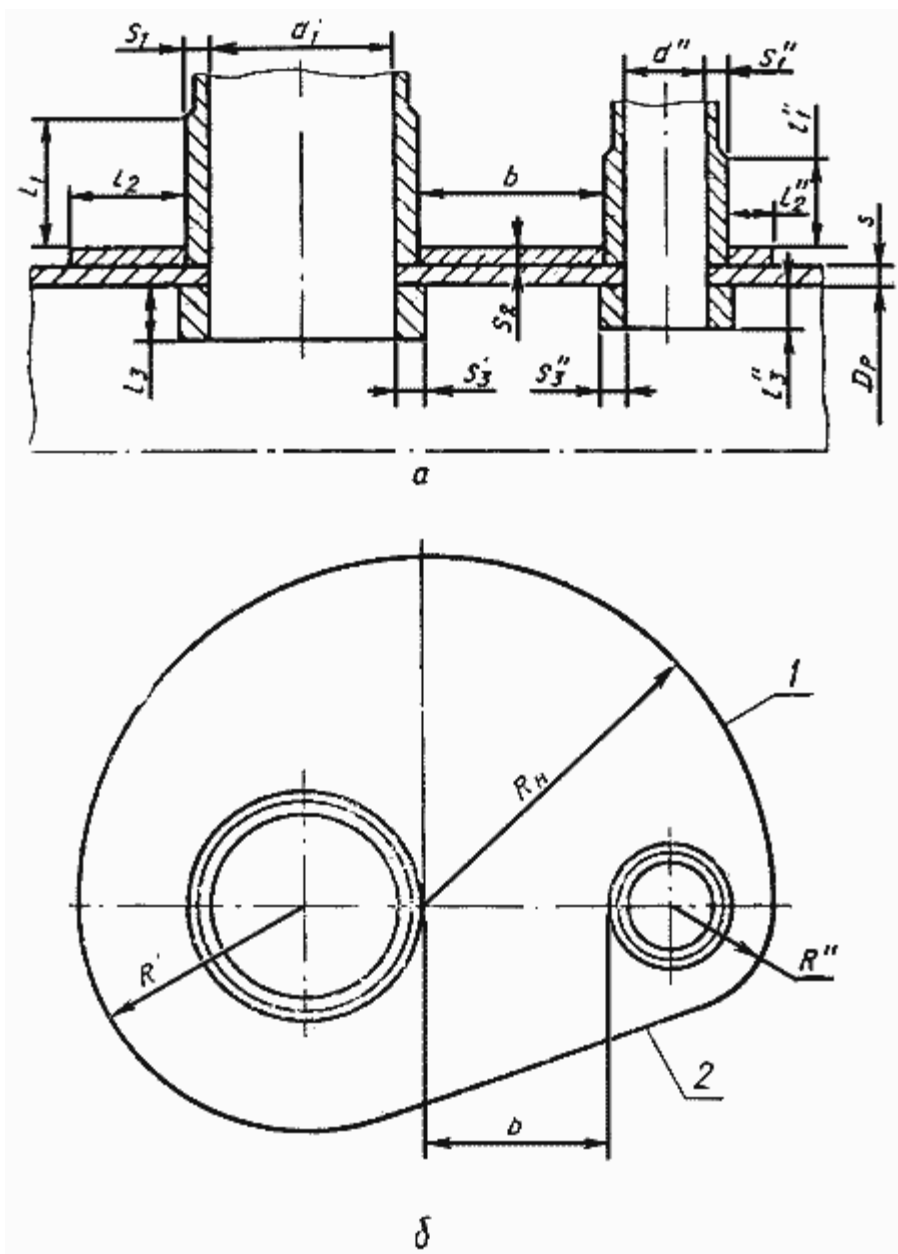
Черт. 14

Общий случай расположения взаимовлияющих отверстий



Черт. 15

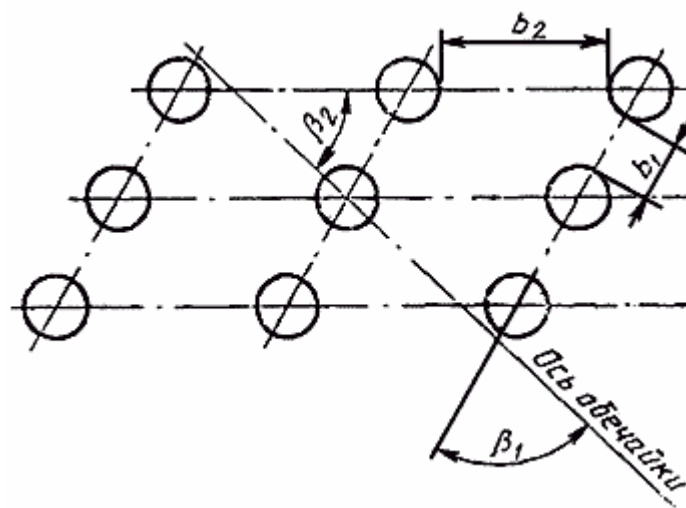
Совместное укрепление взаимовлияющих отверстий



- 1 - укрепление круговым накладным кольцом;
- 2 - укрепление несимметричным кольцом

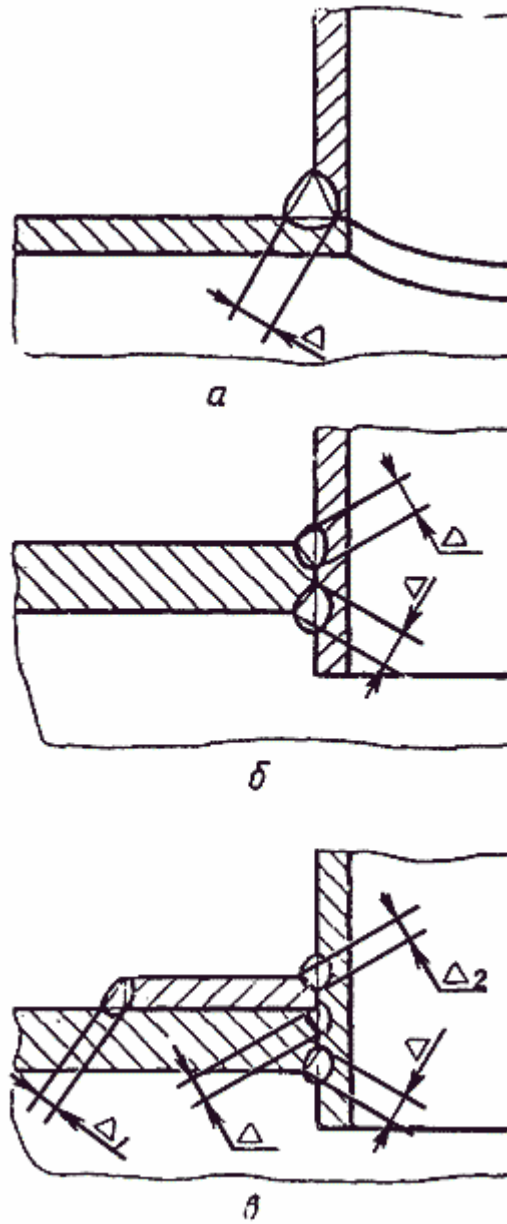
Черт. 16

Ряды отверстий



Черт. 17

Минимальные размеры сварных швов



Черт. 18

Текст документа сверен по:
официальное издание
М.: Издательство стандартов, 1989