



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР

---

## СОСУДЫ И АППАРАТЫ

НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ  
УКРЕПЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ

ГОСТ 24755—81  
(СТ СЭВ 1639—79)

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ  
Москва

**РАЗРАБОТАН** Министерством химического и нефтяного машиностроения

**ИСПОЛНИТЕЛИ**

**В. А. Фрейтаг**, канд. техн. наук; **В. И. Рачков**, канд. техн. наук (руководители темы); **Н. М. Самсонов**, канд. техн. наук; **В. Д. Бабанский**; **А. Р. Башенко**; **А. В. Горностаев**; **Н. Г. Машель**; **А. С. Милев**, канд. техн. наук.

**ВНЕСЕН** Министерством химического и нефтяного машиностроения

Член Коллегии **А. М. Васильев**

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15 мая 1981 г. № 2409

**СОСУДЫ И АППАРАТЫ**  
**Нормы и методы расчета на прочность**  
**укрепления отверстий**

Vessels and apparatuses. Norms and methods of strenght  
calculation for openings reinforcement

ОКП 36 1510

**ГОСТ**  
**24755—81**  
**(СТ СЭВ**  
**1639—79)**

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15 мая  
1981 г. № 2409 срок введения установлен

с 01.07 1981 г.

**Несоблюдение стандарта преследуется по закону**

Настоящий стандарт устанавливает нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий в обечайках, переходах и днищах сосудов и аппаратов, применяемых в химической, нефтеперерабатывающей и смежных отраслях промышленности, работающих под действием внутреннего или наружного давления и отвечающих требованиям ГОСТ 24306—80.

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

Стандарт действителен при условии выбора толщин стенок обечаек, переходов и днищ в соответствии с ГОСТ 14249—80.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 1639—79.

## **1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

1.1. Условия применения расчетных формул настоящего стандарта приведены в табл. 1

Таблица 1

Наименования параметров	Цилиндрические обечайки	Конические обечайки (переходы и днища)	Эллиптические днища	Сферические и торосферические днища
Отношение диаметров	$\frac{d_R}{D} \leq 1,0$	$\frac{d_R}{D_k} \leq 1,0$	$\frac{d_R}{D} \leq 0,5$	$\frac{d_R}{D} \leq 0,5$
Отношение толщины стенки обечайки или днища к диаметру	$\frac{s}{D} \leq 0,1$	$\frac{s}{D_k} \leq \frac{0,1}{\cos \alpha}$	$\frac{s}{D} \leq 0,1$	$\frac{s}{D} \leq 0,1$

1.2. При установке наклонных штуцеров с круговым поперечным сечением расчетные формулы настоящего стандарта применимы, если угол  $\gamma$  (см. черт. 9, б справочного приложения) не превышает  $45^\circ$ , а отношение осей овального отверстия  $d_1$  и  $d_2$  (см. черт. 9, а справочного приложения) удовлетворяет условию

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

Эти ограничения не распространяются на тангенциальные штуцера (см. черт. 9, в справочного приложения), на наклонные штуцера, ось которых лежит в плоскости поперечного сечения обечайки (см. черт. 9, г справочного приложения). Для смещенных (нецентральных) штуцеров на эллиптических днищах угол  $\gamma$  (см. черт. 10 справочного приложения) не должен превышать  $60^\circ$ .

1.3. Отверстия в краевой зоне обечаек и выпуклых днищ (кроме эллиптических), как правило, не допускаются. При этом: расстояние от оси штуцера до края цилиндрической или конической обечайки, измеряемое по образующей, должно быть не менее

$$0,5(L_0 + d);$$

расстояние от оси штуцера до края сферического и торосферического днища, измеряемое по проекции образующей на плоскость основания днища, должно быть не менее

$$\max\{0,10(D+2s); 0,09D+s\} + 0,5d.$$

В краевой зоне эллиптических днищ допускается размещение отверстий без ограничений.

Отверстия в краевой зоне выпуклых днищ допустимы без специальных расчетных или экспериментальных обоснований, если выполняется условие

$$d_R \leq \max\{(s-c); 0,2\sqrt{D_R(s-c)}\}. \quad (2)$$

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАСЧЕТНЫХ РАЗМЕРОВ И КОЭФФИЦИЕНТОВ

### 2.1. Расчетные диаметры

2.1.1. Расчетные диаметры укрепляемых элементов определяют по формулам:

для цилиндрической обечайки

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

для конической обечайки (перехода или днища)

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

для эллиптических днищ

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

для эллиптических днищ при  $H = 0,25D$

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

для сферических днищ, а также торосферических днищ вне зоны отбортовки

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

где  $R$  для торосферических днищ определяют по ГОСТ 14249—80.

2.1.2. Расчетный диаметр отверстия в стенке обечайки, перехода или днища при наличии штуцера с круговым поперечным сечением, ось которого совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия, а также расчетный диаметр отверстия для штуцера, ось которого лежит в плоскости поперечного сечения цилиндрической или конической обечайки (см. черт. 9, а, в, г справочного приложения) или кругового отверстия без штуцера равен

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

Расчетный диаметр отверстия смещенного штуцера на эллиптическом днище (см. черт. 10 справочного приложения) равен

$$d_R = \frac{d + 2c_s}{\sqrt{1 - \left(\frac{2x}{D_R}\right)^2}}. \quad (9)$$

При наличии наклонного штуцера с круговым поперечным сечением, когда большая ось овального отверстия составляет угол  $\omega$  с образующей обечайки (см. черт. 9, а справочного приложения), расчетный диаметр отверстия равен

$$d_R = (d + 2c_s)(1 + \operatorname{tg}^2 \gamma \cdot \cos^2 \omega). \quad (10)$$

Для цилиндрических и конических обечаек, когда ось штуцера лежит в плоскости продольного сечения обечайки ( $\omega = 0$ ), и для

всех отверстий в сферических и торосферических днищах расчетный диаметр определяют по формуле

$$d_R = \frac{d+2c_s}{\cos^2\gamma} \quad (11)$$

Расчетный диаметр овального отверстия определяют по формуле

$$d_R = (d_2 + 2c_s) \left[ \sin^2\omega + \left( \frac{d_1 + 2c_s}{d_2 + 2c_s} \right)^2 \cdot \cos^2\omega \right] \quad (12)$$

Для выпуклых днищ принимают  $\omega = 0$ .

Расчетный диаметр отверстия для штуцера с круговым поперечным сечением, ось которого совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия, при наличии отбортовки или торообразной вставки равен

$$d_R = d + 1,5(r - s_R) + 2c_s \quad (13)$$

2.2. Если ось сварного соединения удалена от наружной поверхности штуцера на расстояние более чем три толщины укрепляемого элемента ( $3s$ ), то коэффициент прочности этого сварного соединения при расчете укреплений отверстий следует принимать  $\varphi = 1$ . 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 и ось штуцера, образует угол не более  $30^\circ$  с плоскостью поперечного сечения цилиндрической или конической обечайки, то принимают  $\varphi_1 = 1$ . В остальных случаях принимают  $\varphi_1 \leq 1$  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—80. Для эллиптических днищ, работающих под внутренним давлением, расчетную толщину определяют по формуле

$$s_R = \frac{p \cdot D_R}{4\varphi \cdot [\sigma] - p} \quad (14)$$

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

$$s_{1R} = \frac{p(d+2c_s)}{2\varphi_1 \cdot [\sigma]_1 - p} \quad (15)$$

2.4. Расчетные длины внешней и внутренней частей штуцера, участвующие в укреплении отверстия и учитываемые при расчете (см. черт. 4 справочного приложения), определяются по формулам

$$l_{1R} = \min\{l_1; 1,25\sqrt{(d+2c_s)(s_1-c_s)}\}; \quad (16)$$

$$l_{3R} = \min\{l_3; 0,5\sqrt{(d+2c_s)(s_3-2c_s)}\}. \quad (17)$$

В случае проходящего штуцера (см. черт. 5 справочного приложения) принимают  $s_3 = s_1$ .

### 2.5. Расчетная ширина

2.5.1. Ширина зоны укрепления в обечайках, переходах и днищах

$$L_0 = \sqrt{D_R(s-c)}. \quad (18)$$

2.5.2. Расчетную ширину зоны укрепления в стенке обечайки, перехода или днища в окрестности штуцера определяют по формуле

$$l_R = \min\{l; \sqrt{D_R \cdot (s-c)}\}. \quad (19)$$

2.5.3. Расчетную ширину накладного кольца определяют по формуле

$$l_{2R} = \min\{l_2; \sqrt{D_R(s_2+s-c)}\}. \quad (20)$$

### 2.6. Отношения допускаемых напряжений:

$$x_1 = \min\left\{1, 0; \frac{[\sigma]_1}{[\sigma]}\right\} \text{— для внешней части штуцера;} \quad (21)$$

$$x_2 = \min\left\{1, 0; \frac{[\sigma]_2}{[\sigma]}\right\} \text{— для накладного кольца;} \quad (22)$$

$$x_3 = \min\left\{1, 0; \frac{[\sigma]_3}{[\sigma]}\right\} \text{— для внутренней части штуцера.} \quad (23)$$

2.7. Расчетный диаметр отверстия, не требующего укрепления при отсутствии избыточной толщины стенки сосуда

$$d_{0R} = 0,4\sqrt{D_R^2(s-c)}. \quad (24)$$

## 3. РАСЧЕТ УКРЕПЛЕНИЯ ОДИНОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ

3.1. Отверстие считают одиночным, если ближайшее к нему отверстие не оказывает на него влияния, что имеет место, когда расстояние между наружными поверхностями соответствующих штуцеров (см. черт. 12 и 13 справочного приложения) удовлетворяет условию.

$$b \geq \sqrt{D_R^2(s_2^2+s-c)} + \sqrt{D_R^2(s_2^2+s-c)}. \quad (25)$$

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

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

Если расчетный диаметр одиночного отверстия удовлетворяет условию

$$d_R < d_0, \quad (27)$$

то дальнейших расчетов укрепления отверстий не требуется.

### 3.3. Условия укрепления отверстий

3.3.1. При укреплении отверстия утолщением стенки сосуда или штуцера накладным кольцом или торообразной вставкой или отбортовкой должно выполняться условие укрепления

$$l_{1R} \cdot (s_1 - s_{1R} - c_s) \alpha_1 + l_{2R} s_2 \alpha_2 + l_{3R} (s_3 - 2c_s) \alpha_3 + l_R \cdot (s - s_R - c) \geq \geq 0,5(d_R - d_{0R})s_R. \quad (28)$$

Допускается укреплять отверстие без использования накладного кольца. В этом случае расчет укрепления производят по формуле (28), в которой принимают  $s_2 = 0$ . При этом длину внешней части штуцера  $l_1$  отсчитывают от наружной поверхности аппарата.

При отсутствии штуцера и укреплении отверстия накладным кольцом и утолщением стенки сосуда при расчете в условии укрепления принимают  $l_{1R} = l_{3R} = 0$ . При этом исполнительную ширину накладного кольца  $l_2$  отсчитывают от края отверстия.

3.3.2. Для отверстий, удаленных от других конструктивных элементов на расстояние  $L_k < L_0$  (см, например, черт. 6 справочного приложения), расчетную ширину  $l_R$  определяют следующим образом:

для зоны соединения обечайки с кольцом жесткости, плоским днищем, трубной решеткой — по разд. 2;

для зоны соединения конической обечайки с другой обечайкой и обечайки с коническим или выпуклым днищами, а также седловой опорой сосуда, нагруженного внутренним избыточным давлением, по формулам

$$l_R = L_k; \quad l_{2R} = \min\{l_2; L_k\}; \quad (29)$$

для зоны соединения обечайки с фланцем или седловой опорой сосуда, нагруженного наружным давлением, по формулам

$$l_R = 0; \quad l_{2R} = \min\{l_2; L_k\}. \quad (30)$$

3.3.3. При укреплении отверстия штуцером произвольной формы (см. черт. 11 справочного приложения) условие укрепления выражают в общем виде

$$A_1 + A_3 \geq A = 0,5(d_R - d_{0R})s_R. \quad (31)$$

Площади  $A_1$  и  $A_3$  определяют без учета прибавок  $c$ ,  $c_s$  и расчетных толщин стенок штуцера  $s_{1R}$  и сосуда  $s_R$ .

В этом случае расчетные длины штуцера, учитываемые при расчете по формуле (31), определяют следующим образом:



$l_{1R}$  — по формуле (16), а  $l_{3R}$  — по формуле (17).

3.3.4. Расчет укрепления отверстия при помощи накладного кольца производят по формуле (32), определяющей площадь поперечного сечения накладного кольца

$$A_2 \geq \frac{1}{\alpha_2} \{0,5(d_R - d_{0R})s_R - l_R \cdot (s - s_R - c) - l_{1R} \cdot (s_1 - s_{1R} - c_s) \alpha_1 - l_{3R} \cdot (s_3 - 2c_s) \alpha_3\}, \quad (32)$$

где  $A_2 = l_{2R} \cdot s_2$ .

Если  $s_2 > 2s$ , то накладные кольца допускается устанавливать снаружи и изнутри сосуда или аппарата, причем толщину наружного кольца принимают  $0,5s_2$ , внутреннего  $(0,5s_2 + c)$ .

3.4. Расчет укрепления отверстия без использования накладного кольца и без внутренней части штуцера производят по табл. 2 и номограммам черт. 1—3:

при известной толщине стенки штуцера по формуле

$$s \geq \frac{s_R}{V} + c; \quad (33)$$

при известной толщине стенки обечайки, перехода или днища по формуле

$$s_1 \geq \frac{s_{1R}}{V_1} + c_s, \quad (34)$$

где  $V$  и  $V_1$  определяют по табл. 2 и номограммам черт. 1—3.

При расчете по номограммам должны быть выполнены условия

$$l_1 \geq 1,25\sqrt{(d + 2c_s)(s_1 - c_s)}; \quad l_R \geq \sqrt{D_R(s - c)}. \quad (35)$$

3.5. Допускаемое внутреннее избыточное давление определяют по формуле

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

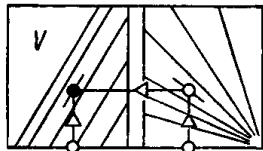
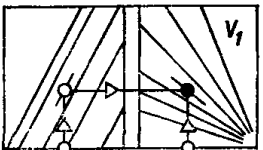
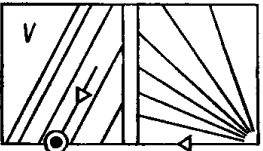
где  $K_1 = \begin{cases} 1 — \text{для цилиндрических и конических обечаек;} \\ 2 — \text{для выпуклых днищ} \end{cases}$

$$V = \min \left\{ 1,0; \frac{1 + \frac{l_{1R}(s_1 - c_s)\alpha_1 + l_{2R}s_2\alpha_2 + l_{3R}(s_3 - 2c_s)\alpha_3}{l_R(s - c)}}{1 + 0,5\frac{d_R - d_{0R}}{l_R} + K_1 \frac{d + 2c_s}{D_R} \cdot \frac{\varphi}{\varphi_1} \cdot \frac{l_{1R}}{l_R}} \right\}. \quad (37)$$

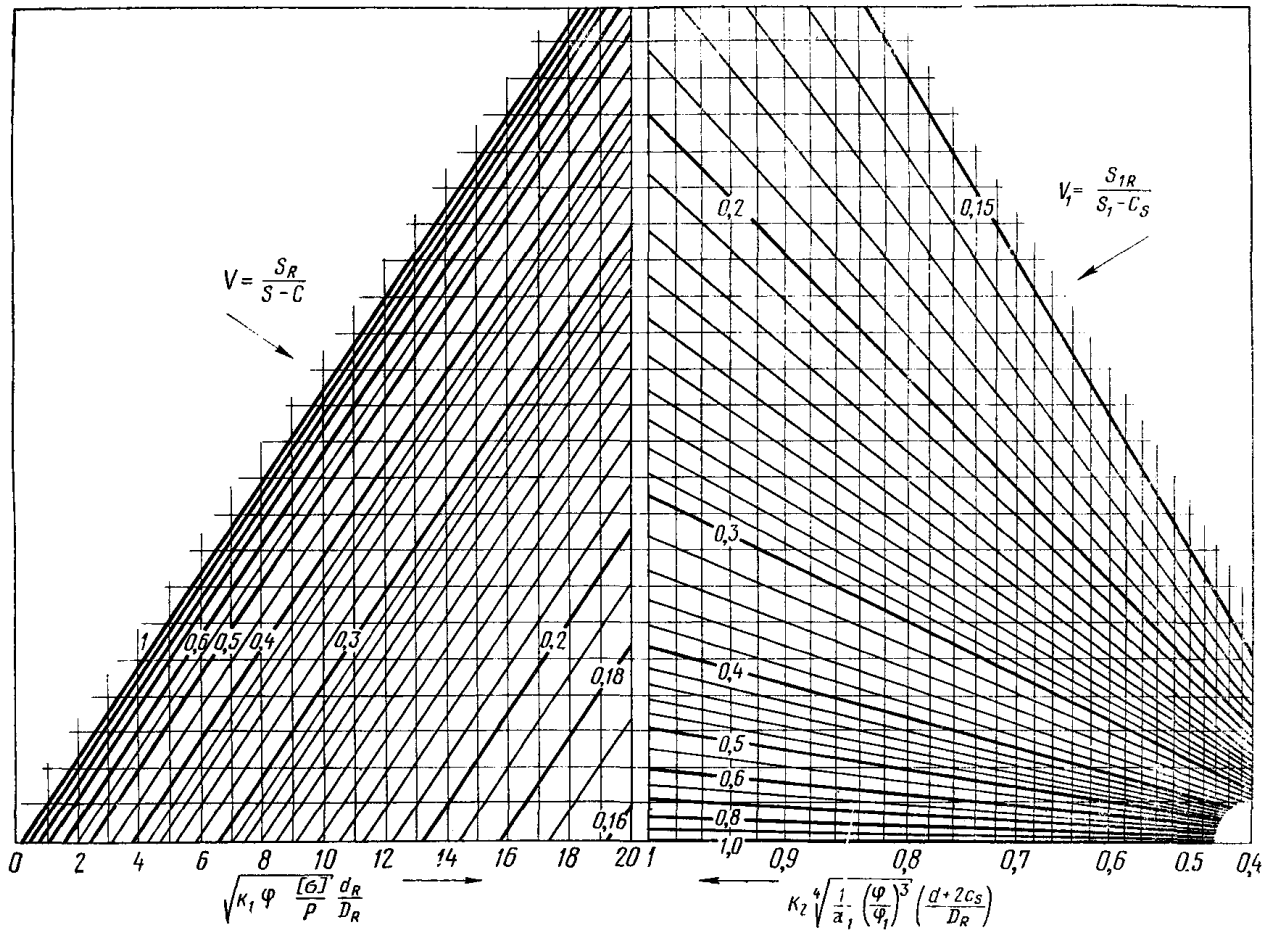
#### 4. РАСЧЕТ УКРЕПЛЕНИЯ ВЗАИМНОВЛИЮЩИХ ОТВЕРСТИЙ

4.1. Если не выполнено условие формулы (25), то расчет таких взаимновлияющих отверстий (см. черт. 12 и 13 справочного приложения) выполняют следующим образом: вначале рассчитывают

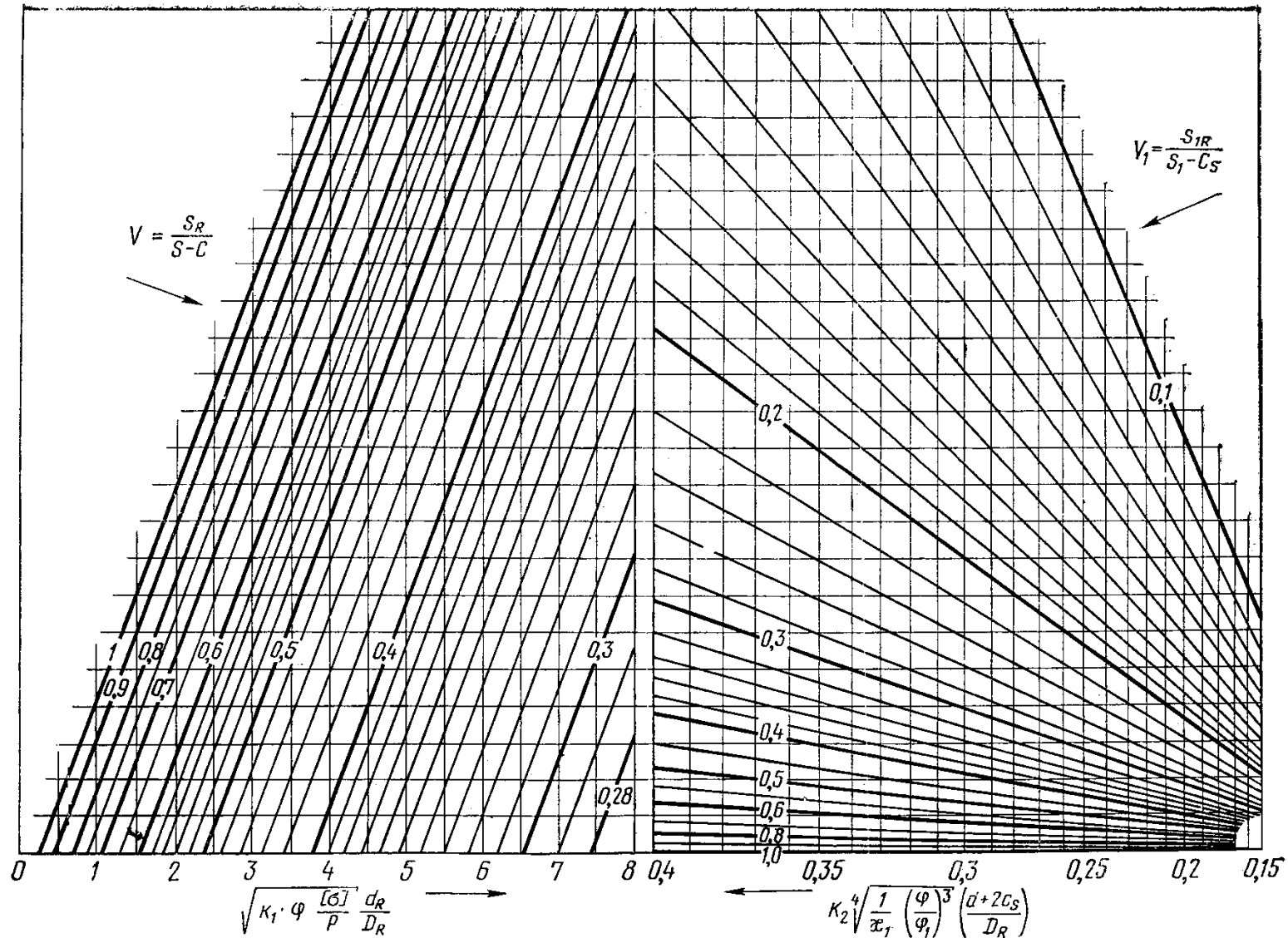
Таблица 2

Вариант укрепления	Расчитываемый элемент	Исходные геометрические данные	Расчетные параметры	Параметры, определяемые по программам	Формула, определяющая толщину стенки	Схема расчета: ○ — исходные и промежуточные данные; ● — результат
Укрепление отверстия штуцером и стенок сосуда	Толщина стенки сосуда	$d, d_R, D_R, s_1, s_{1R}, c_s$	$\frac{d_R}{D_R} \sqrt{K_1 \varphi \frac{[\sigma]}{p}} ;$ $\frac{K_2}{\sqrt{\chi_1}} \cdot \left( \frac{\varphi}{\varphi_1} \right)^{\frac{3}{4}} \left( \frac{d+2c_s}{D_R} \right) ;$ $V_1 = \frac{s_{1R}}{s_1 - c_s}$	V	(33)	
	Толщина стенки штуцера	$d, d_R, D, D_R, s, s_R, c, c_s$	$\frac{d_R}{D_R} \sqrt{K_1 \varphi \frac{[\sigma]}{p}} ;$ $\frac{K_2}{\sqrt{\chi_1}} \cdot \left( \frac{\varphi}{\varphi_1} \right)^{\frac{3}{4}} \left( \frac{d+2c_s}{D_R} \right) ;$ $V = \frac{s_R}{s - c}$	V <sub>1</sub>	(34)	
Укрепление отверстия без штуцера	Толщина стенки сосуда	$d_R, D_R, c$	$\frac{d_R}{D_R} \sqrt{K_1 \varphi \frac{[\sigma]}{p}}$ $V_1 = 1,0$	V	(33)	

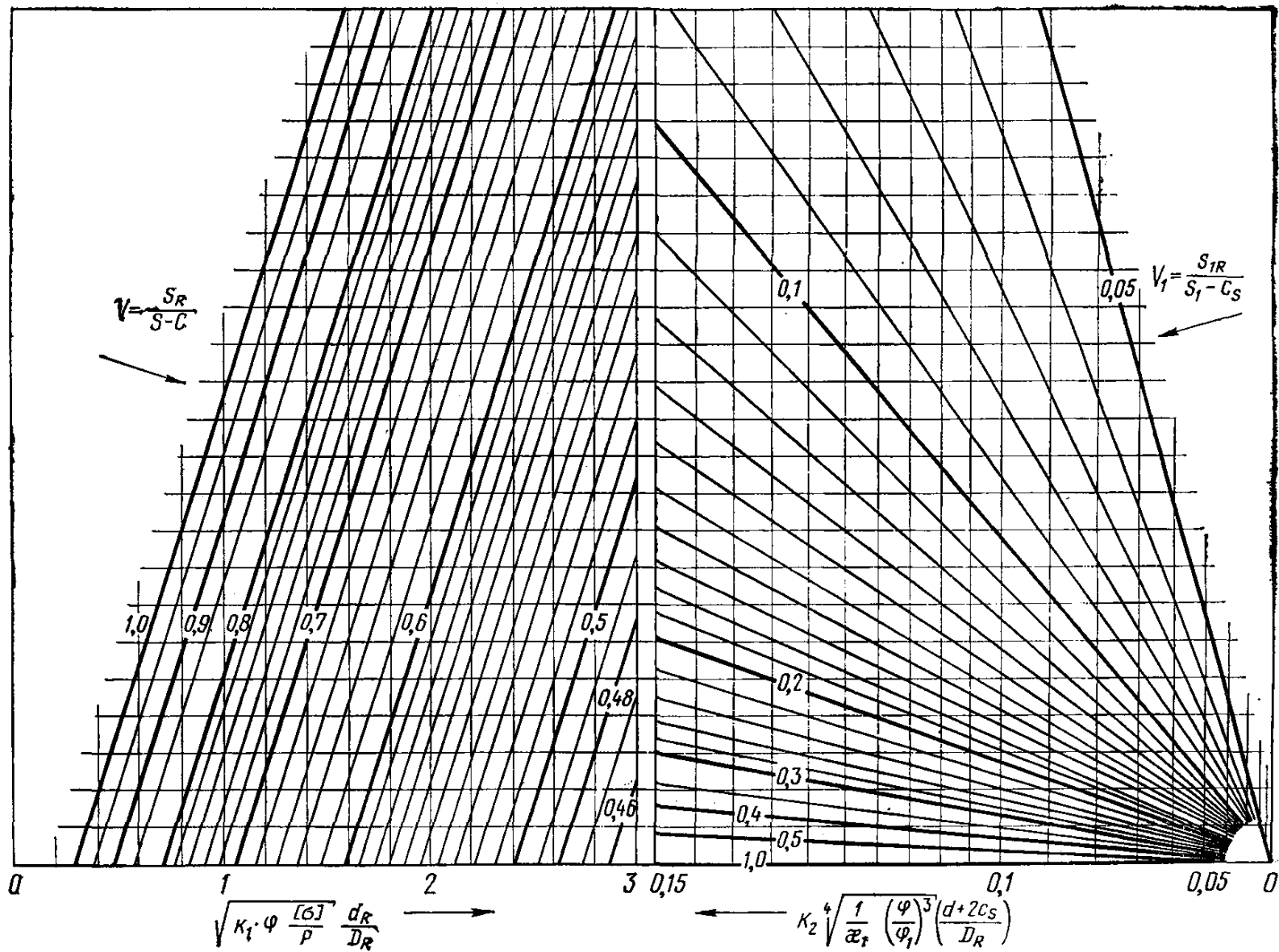
Примечание. Для сферических обечаек и выпуклых днищ  $K_1=2$ ;  $K_2=1,68$ ; для цилиндрических и конических обечаек  $K_1=1$ ;  $K_2=1$ .



Черт. 1



Черт. 2



Черт. 3

укрепления для каждого из этих отверстий отдельно в соответствии с разд. 3, затем проверяют достаточность укрепления перемычки между отверстиями, для чего определяют допускаемое давление для перемычки  $[p]$  по формуле

$$[p] = \frac{2K_1(s-c)\varphi[\sigma]}{0,5(D_R+D_R'')+s-c} \cdot V_1, \quad (38)$$

где

$$V_1 = \min \left\{ 1, 0; \frac{1 + \frac{l'_{1R}(s'-c'_s)x'_1 + l'_{2R}s'_2x'_2 + l'_{3R}(s'_3-2c'_s)x'_3}{b(s-c)}}{K_3 \left( 1 + 0,5 \frac{d'_R+d''_R}{b} \right) + K_1 \left( \frac{d'+2c'_s}{D'_R} \cdot \frac{\varphi}{\varphi_1} \cdot \frac{l'_{1R}}{b} + \frac{l''_{1R}(s''-c''_s)x''_1 + l''_{2R}s''_2x''_2 + l''_{3R}(s''_3-2c''_s)x''_3}{b(s-c)} + \frac{d''+2c''_s}{D''_R} \cdot \frac{\varphi}{\varphi_1} \cdot \frac{l''_{1R}}{b} \right)} \right\}. \quad (39)$$

Если ось сварного соединения обечайки 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 (38) и (39) принимают  $\varphi = 1$ . В остальных случаях принимают  $\varphi \leq 1$  в зависимости от вида и качества этого сварного шва.

Коэффициент прочности продольных сварных швов штуцеров  $\varphi_1 = 1$  и  $\varphi''_1 = 1$ , если соответствующие сварные швы составляют на окружности штуцеров с линией, соединяющей оси штуцеров, угол не менее  $60^\circ$ . 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 обечаек определяют по формуле

$$K_3 = \frac{1 + \cos^2\varphi}{2}. \quad (40)$$

Угол  $\varphi$  определяют по черт. 13 (см. справочное приложение).

Для выпуклых днищ  $K_3 = 1$ .

При укреплении двух близко расположенных отверстий другими способами нужно, чтобы половина площади, необходимой для укрепления в продольном сечении (см. черт. 12 справочного приложения), размещалась между этими отверстиями.

## 5. РАСЧЕТ УКРЕПЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ В СОСУДАХ И АППАРАТАХ, РАБОТАЮЩИХ ПОД НАРУЖНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

5.1. Допускаемое наружное давление  $[p]$  определяют по формуле

$$[p] = \frac{[p]_p}{\sqrt{1 + \left(\frac{[p]_p}{[p]_E}\right)^2}}, \quad (41)$$

где  $[p]_p$  — допускаемое наружное давление в пределах пластичности, определяемое по формуле (36) как допускаемое внутреннее избыточное давление.

При наличии взаимного влияния отверстий  $[p]_p$  определяют аналогично  $[p]$  по разд. 3 и 4 для каждого отверстия в отдельности и для перемычки, а затем из полученных значений принимают меньшее;

$[p]_E$  — допускаемое наружное давление в пределах упругости, определяемое по ГОСТ 14249—80 для соответствующих обечайки и днища без отверстий.

---

**ТЕРМИНЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В СТАНДАРТЕ,  
И ИХ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

Термин	Условное обозначение
Расчетная площадь вырезанного сечения (черт. 11), мм <sup>2</sup> (см <sup>2</sup> )	<i>A</i>
Площадь укрепляющего сечения внешней части штуцера, мм <sup>2</sup> (см <sup>2</sup> )	<i>A<sub>1</sub></i>
Площадь поперечного сечения накладного кольца, мм <sup>2</sup> (см <sup>2</sup> )	<i>A<sub>2</sub></i>
Площадь укрепляющего сечения внутренней части штуцера, мм <sup>2</sup> (см <sup>2</sup> )	<i>A<sub>3</sub></i>
Минимальное расстояние между наружными поверхностями двух соседних штуцеров (черт. 12 и 13), мм (см)	<i>b</i>
Сумма прибавок к расчетной толщине стенки обечайки, перехода или днища, мм (см)	<i>c</i>
Сумма прибавок к расчетной толщине стенки штуцера, мм (см)	<i>c<sub>s</sub>, c'<sub>s</sub>, c''<sub>s</sub></i>
Внутренний диаметр цилиндрической обечайки или выпуклого днища, мм (см)	<i>D</i>
Внутренний диаметр конической обечайки (перехода или днища) по центру укрепляемого отверстия, мм (см)	<i>D<sub>k</sub></i>
Расчетные внутренние диаметры укрепляемого элемента мм (см)	<i>D<sub>R</sub>, D'<sub>R</sub>, D''<sub>R</sub></i>
Внутренние диаметры штуцеров, мм (см)	<i>d, d', d''</i>
Наибольший расчетный диаметр отверстия, не требующего дополнительного укрепления, мм (см)	<i>d<sub>0</sub></i>
Наибольший расчетный диаметр отверстия, не требующего дополнительного укрепления, при отсутствии избыточной толщины стенки сосуда, мм (см)	<i>d<sub>0R</sub></i>
Большая и малая оси овального отверстия, мм (см)	<i>d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub></i>
Расчетный диаметр отверстия, мм (см)	<i>d<sub>R</sub></i>
Внутренняя высота эллиптической части днища, мм (см)	<i>H</i>
Коэффициенты	<i>K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub></i>
Ширина зоны укрепления, прилегающей к штуцеру, при отсутствии накладного кольца (черт. 11) мм (см)	<i>L<sub>0</sub></i>
Расстояние от наружной поверхности штуцера до ближайшего несущего конструктивного элемента (черт. 6), мм (см)	<i>L<sub>k</sub></i>
Исполнительная ширина торообразной вставки или вварного кольца, мм (см)	<i>l</i>
Расчетная ширина зоны укрепления в окрестности штуцера или торообразной вставки, мм (см)	<i>l<sub>R</sub></i>
Длины штуцеров, мм (см)	<i>l<sub>1</sub>, l'<sub>1</sub>, l''<sub>1</sub> l<sub>3</sub>, l'<sub>3</sub>, l''<sub>3</sub></i>



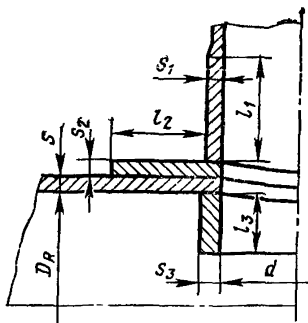
## Продолжение

Термин	Условное обозначение
Расчетные длины штуцеров, мм (см)	$l_{1R}, l'_{1R}, l''_{1R}$
	$l_{3R}, l'_{3R}, l''_{3R}$
Исполнительная ширина накладного кольца, мм (см)	$l_2$
Расчетная ширина накладного кольца, мм (см)	$l_{2R}$
Расчетное давление в сосуде или аппарате, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$p$
Допускаемое давление в элементах сосудов и аппаратов с отверстиями, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$[p]$
Допускаемое давление в пределах пластичности, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$[p]_p$
Допускаемое давление в пределах упругости, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$[p]_E$
Наибольший внутренний радиус выпуклого днища, мм (см)	$R$
Радиус отбортовки или торовой части торообразной вставки (черт. 7 и 8), мм (см)	$r$
Исполнительная толщина стенки обечайки, перехода, днища, мм (см)	$s$
Расчетная толщина стенки обечайки, перехода или днища, мм (см)	$s_R$
Исполнительные толщины стенок штуцеров, мм (см)	$s_1, s'_1, s''_1$
Расчетные толщины стенок штуцеров, мм (см)	$s_{1R}, s'_{1R}, s''_{1R}$
Исполнительные толщины накладных колец, мм (см)	$s_2, s'_2, s''_2$
Исполнительные толщины внутренних частей штуцеров (черт. 4, 6, 11 и 12), мм (см)	$s_3, s'_3, s''_3$
Коэффициенты понижения прочности	$V, V_1$
Расстояние от центра укрепляемого отверстия до оси эллиптического днища, мм (см)	$x$
Половина угла при вершине конической обечайки, угловой градус	$\alpha$
Угол между линией, соединяющей центры двух взаимодействующих отверстий, и образующей обечайки (черт. 13), угловой градус	$\beta$
Угол между осью наклонного штуцера и нормалью к поверхности цилиндрической или конической обечайки, а также выпуклого днища (черт. 9, 6 и 10), угловой градус	$\gamma$
Отношения допускаемых напряжений	$x_1, x_2, x_3$
	$x'_1, x'_2, x'_3$
	$x''_1, x''_2, x''_3$
Допускаемые напряжения для материала обечайки перехода или днища при расчетной температуре, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$[\sigma]$
Допускаемое напряжение для материала внешней части штуцера при расчетной температуре, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$[\sigma]_1$
Допускаемое напряжение для материала накладного кольца при расчетной температуре, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$[\sigma]_2$
Допускаемое напряжение для материала внутренней части штуцера при расчетной температуре, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$[\sigma]_3$
Коэффициент прочности сварных соединений обечаек и днищ	$\varphi$

Термин	Условное обозначение
Коэффициент прочности продольного сварного соединения штуцера	$\Phi_1$
Угол между большой осью овального отверстия и осью обечайки сосуда (черт. 9), угловой градус	$\omega$

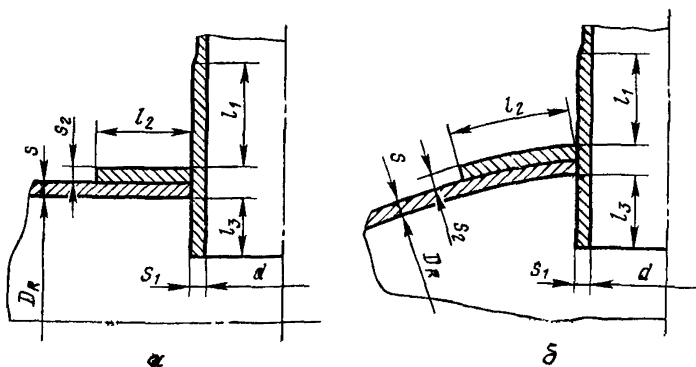
Величины  $s$ ,  $s_s$ ,  $p$ ,  $[\sigma]$ ,  $[\sigma]_1$ ,  $[\sigma]_2$ ,  $[\sigma]_3$ ,  $\varphi$ ,  $\Phi_1$  определяют по ГОСТ 14249—80.

**Основная расчетная схема  
соединения штуцера  
со стенкой сосуда**



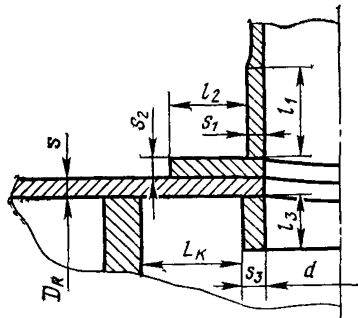
Черт. 4

**Укрепление отверстий при наличии проходящего штуцера**



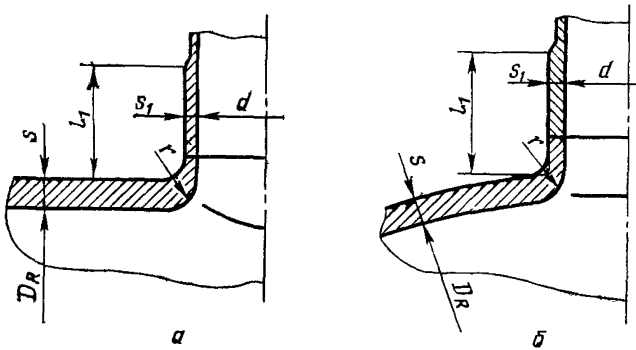
Черт. 5

**Укрепление отверстий при наличии близко расположенных конструктивных элементов**



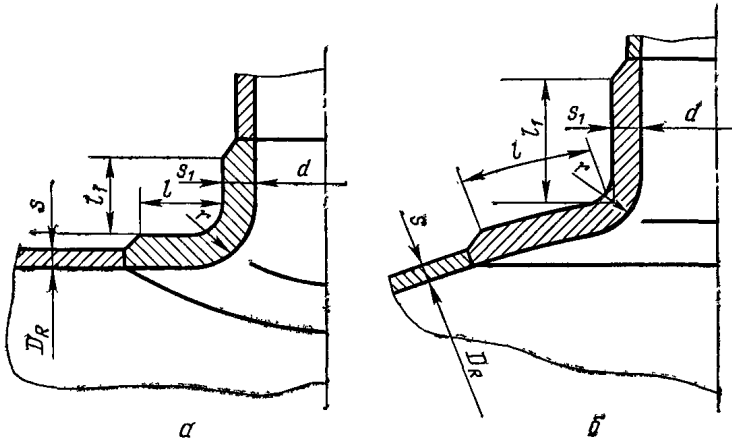
Черт. 6

**Укрепление отверстия отбортовкой**



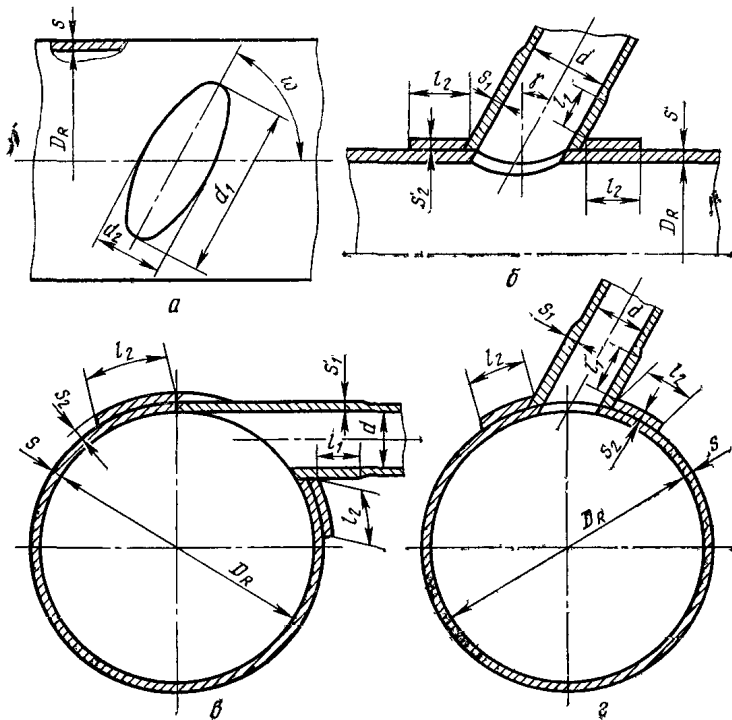
Черт. 7

Укрепление отверстия торообразной вставкой



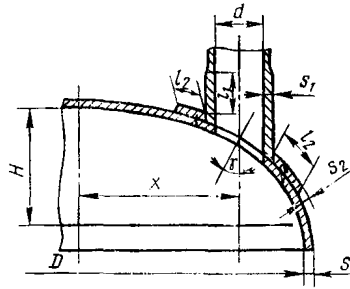
Черт. 8

Наклонные штуцеры на обечайках



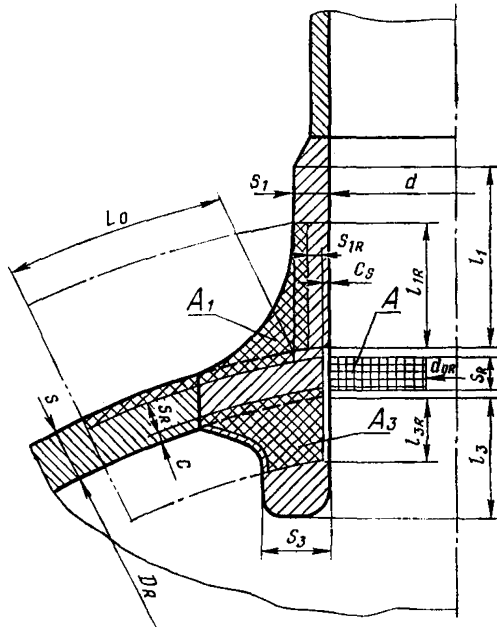
Черт. 9

Смещенный штуцер  
на эллиптическом днище



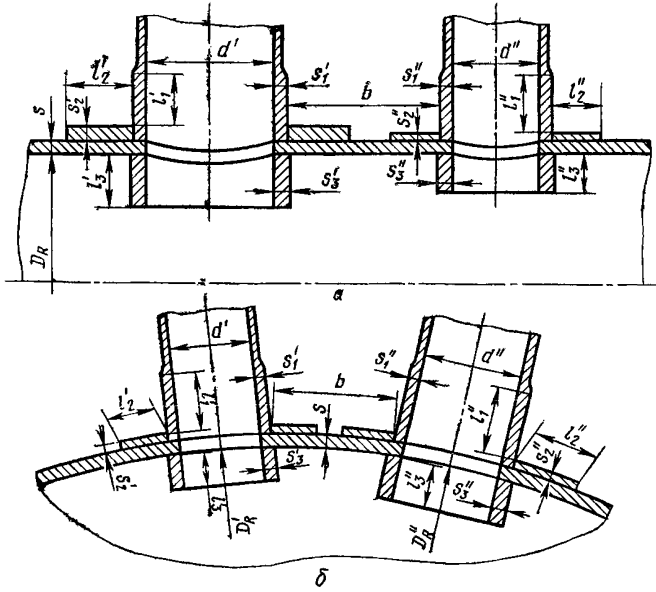
Черт. 10

Компенсация вырезанного сечения  
штуцером произвольной формы



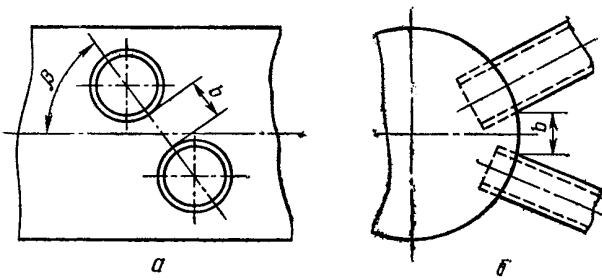
Черт. 11

Укрепление взаимовлияющих отверстий



Черт. 12

Общий случай расположения взаимовлияющих отверстий



Черт. 13

Редактор *Е. И. Глазкова*  
Технический редактор *А. Г. Каширин*  
Корректор *Е. А. Богачкова*

Сдано в наб. 01.06.81. Подп. к печ. 11.09.81 1,5 п. л. 1,27 уч.-изд. л. Тир. 20000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3  
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 1562