Оглавление

Предисловие 3
Раздел I. МАТЕМАТИКА И РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ 5
I.1. Математика 5
1. Основные алгебраические формулы 5
2. Основные тригонометрические формулы 6
3. Решение треугольников 9
4. Математические таблицы 10
5. Таблицы определения геометрических параметров простейших фигур и тел 20
I.2. Расчет конструкций 23
1. Общие указания по расчету конструкций 23
2. Расчет элементов стальных конструкций на центральное растяжение и сжатие 24
3. Расчет элементов стальных конструкций на изгиб 35
4. Расчет элементов стальных конструкций на внецентренные сжатие и растяжение 37
Раздел II. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖЕЙ КМД, ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ, ТРАНСПОРТИРОВКА И ЭКОНОМИКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ 39
II.1. Основные принципы разработки рабочих чертежей строительных металлических конструкций 39
II.2. Оформление чертежей КМД 40
II.3. Оборудование заводов металлических конструкций 43
II.4. Расчет крепления грузов на открытом подвижном составе 45
II.5. Экономика металлических конструкций 52
Раадел III. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ 61
III.1. Колонны 61
III.2. Подкрановые балки 64
III.3. Элементы покрытия 65
III.4. Балочные клетки 66
Раздел IV. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛИСТОВЫХ И ТРУБЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ 71
IV.1. Листовые конструкции 71
1. Особенности конструирования 71
2. Соединения листовых деталей 71
3. Геометрия 72
4 Цилиндрические поверхности 76
5. Конические поверхности 95
6. Сферические поверхности 121
7. Торовые поверхности 128
8. Винтовые поверхности 130
IV.2. Трубчатые конструкции 132
Раздел V. РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ 137
V.1. Сварные соединения 137
1. Расчет сварных соединений 137
2. Конструктивные требования, предъявляемые к сварным соединениям 139
3. Несущая способность сварных швов 142
4. Материалы, рекомендуемые для сварки 148
5. Основные типы и конструктивные элементы швов сварных соединений 150
V.2. Болтовые соединения 162
1. Расчет болтовых соединений 162
2. Несущая способность болтов 168
3. Таблицы болтов, гаек и шайб 172
4. Соединения на высокопрочных болтах 178
Раздел VI. НОРМАЛИ 185
VI.1. Расстояния между прокладками составных сечений. Прокладки 185
VI.2. Вырезы под полки швеллеров и двутавров 190
VI.3. Стыки элементов из прокатных профилей 192
VI.4. Ребра жесткости прокатных профилей 215
VI.5. Проушины для транспортировки элементов, монтажные приспособления 225
VI.6. Детали крепления и стыки рельсов 231
Раздел VII. СТАЛИ И СОРТАМЕНТ 231
VII.1. Стали, применяемые в строительстве 231
1. Углеродистые стали 231
2. Низколегированные стали 234
3. Группы конструкций и рекомендации по применению сталей 239
VII.2. Сортамент 246
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 286

ББК39. 54-02Я2
6С4.05(083)

УДК 624.016.7

Справочник конструктора металлических конструкций / Васильченко В. Т., Рутман А. Н., Лукьяненко Е. П.— Киев : Будівельник, 1980.— 288 с.

В справочнике систематизированы данные, необходимые для разработки чертежей строительных металлоконструкций на стадии КМ и КМД: сортамент прокатных и гнутых профилей стали, указания по конструированию основных конструктивных элементов промышленных зданий и сооружений, расчету соединений и др. Особое внимание уделено вопросам упрощения конструирования.

Нормативные материалы приведены по состоянню на 01.08.80.

Справочник рассчитан на инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, изготовлением и монтажом металлических конструкций, а также может быть полезным студентам вузов и техникумов строительных специальностей.

Табл. 161. Ил. 226. Библиогр. с. 286.

Редакция литературы по архитектуре
Заведующий редакцией *С. Н. Балацкий*

В $\frac{30213-160}{М203(04)-80}$ 68. 80. 3203000000

© Издательство «Будівельник», 1980

ПРЕДИСЛОВИЕ

Гланное напранление технического прогресса в строительстве, определенное XXV съездом КПСС,— дальнейшая индустриализация строительства на основе последних достижений науки и техники. В полной мере это относится и к производству строительных металлических конструкций, которое в настоящее время превратилось в отрасль промышленности, располагающую многочисленными универсальными и специализированными предприятиями с различным технологическим оборудованием для изготовления и монтажа металлоконструкций. Намечено значительно увеличить заводское изготовление металлоконструкций, повысить производительность труда при однонременном снижении трудозатрат, материалоемкости и стоимости их.

В свете решений XXV съезда КПСС, декабрьского (1977 г.) и ноябрьского (1978 г.) Пленумов ЦК КПСС перед проектными организациями, заводами металлокоиструкций и монтажно-строительными организациями стоят большие задачи, иаправленные на выполнение решений партии и правительства по ускорению технического прогресса в капитальном строительстве.

В этих условиях возрастает роль и ответственность проектировщиков и конструкторов за технический и экономический уронень проектных и конструкторских решений, позволяющих снизить расход стали и трудозатраты при изготовлении и монтаже металлических конструкций, а также сократить сроки и снизить стоимость строительно-монтажных работ.

В справочнике помещены материалы, использование которых при разработке рабочих чертежей строительных металлических конструкций позволит повысить производительность труда разработчиков, а также качество разработки, обеспечивающей снижение расхода металла, стоимости изготовления и монтажа и сокращения сроков строительства.

Справочник состоит из семи разделов.

В разделе I помещены основные алгебраические и тригонометрические формулы и таблицы, необходимые конструктору для выполнения расчетов. Расчет конструкций дан на основании положений СНиП II-В.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования».

В разделе II приведены рекомендации по разработке чертежей КМД — их оформление, учет технических и технологических возможностей основного оборудования заводов металлоконструкций, возможности их перенозки железнодорожным транспортом, приведены оптовые цены на различные виды проката и конструкций.

В разделе III содержатся материалы по конструиронанию элементов промышленных зданий и сооружений (колонн, подкрановых балок и балочных клеток, элемен-

тов покрытия). В связи с тем, что на указанные конструкции разработаны альбомы типовых конструкций и узлов, в справочнике даны только краткие рекомендации по рабочему конструрованию.

В разделе IV рассмотрено конструирование листовых и трубчатых конструкций. Даны развертки цилиндрических, конических, сферических, торовых и винтовых поверхностей.

В разделе V освещены вопросы конструирования соединений металлических конструкций — сварных и болтовых, даны таблицы несущей способности сварных швов и болтов, а также другие материалы, необходимые при конструировании соединений.

В разделе VI приведены нормали — стыки элементов из прокатных профилей, ребра жесткости, кантовочные и транспортные проушины, крепление рельсов к подкрановым балкам и т. п.

В разделе VII даны химический состав и механические свойства углеродистой и низколегированных сталей, а также сортамент прокатных профилей.

В справочнике значения силы, напряжения и т. п. даны в международной системе единиц СИ, в которой за единицу силы принят ньютон (Н). Для перевода сил из существовавшей до последнего времени системы единиц МКГСС в систему СИ можно с достаточной для технических целей степенью точности принять: 1 кгс $\approx$ 10 Н; 1 тс $\approx$ 10 кН; 1 кгс/см^2 $\approx$ 10 Н /см^2; 1 тс/см^2 $\approx$ 10 кН/см^2 и т. п.

I.1. МАТЕМАТИКА

1. ОСНОВНЫЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ

Формулы сокращенного умножения:

$$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2;$$

$$(a \pm b)^3 = a^3 \pm b^3 \pm 3a^2b + 3ab^2;$$

$$a^2 - b^2 = (a + b)(a - b);$$

$$a^3 \pm b^3 = (a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2);$$

$$(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc;$$

$$(a + b + c)^3 = a^3 + b^3 + c^3 + 3a^2b + 3ab^2 + 3a^2c + 3ac^2 + 3bc^2 + 3b^2c + 6abc.$$

Степени и корни:

$$a^m a^n = a^{m+n}; \quad \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}; \quad a^0 = 1; \quad \frac{1}{a^n} = a^{-n};$$

$$(a^m)^n = a^{mn}; \quad \sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}.$$

Система двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{aligned} a_1x + b_1y + c_1 &= 0; \\ a_2x + b_2y + c_2 &= 0; \end{aligned} \quad x = \frac{b_1c_2 - b_2c_1}{a_1b_2 - c_2b_1}; \quad y = \frac{c_1a_2 - c_2a_1}{a_1b_2 - a_2b_1}.$$

Система трех уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{aligned} &a_1x + b_1y + c_1z + d_1 = 0; \quad A_1 = b_3c_2 - b_2c_3; \quad B_1 = a_3d_2 - a_2d_3; \\ &a_2x + b_2y + c_2z + d_2 = 0; \quad A_2 = b_1c_3 - b_3c_1; \quad B_2 = a_1d_3 - a_3d_1; \\ &a_3x + b_3y + c_3z + d_3 = 0; \quad A_3 = b_2c_1 - b_1c_2; \quad B_3 = a_2d_1 - a_1d_2; \end{aligned}$$

$$x = -\frac{A_1d_1 + A_2d_2 + A_3d_3}{A_1a_1 + A_2a_2 + A_3a_3}; \quad y = -\frac{B_1c_1 + B_2c_2 + B_3c_3}{A_1a_1 + A_2a_2 + A_3a_3};$$

$$z = \frac{B_1b_1 + B_2b_2 + B_3b_3}{A_1a_1 + A_2a_2 + A_3a_3}.$$

Квадратные уравнения:

$$px + q = 0; \quad x = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q};$$

$$ax^2 + bx + c = 0; \quad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Логарифмы:

$$A^a = N; \quad \lg_A N = a; \quad \lg 1 = 0; \quad \lg(N_1 \times N_2) = \lg N_1 + \lg N_2;$$

$$\lg \frac{N_1}{N_2} = \lg N_1 - \lg N_2; \quad \lg N^n = n \lg N;$$

$$\lg \sqrt[n]{N} = \frac{1}{n} \lg N; \quad \ln x = 2{,}302585 \lg x;$$

$$\lg x = 0{,}434294 \ln x.$$

$$\sin\alpha = \frac{AB}{OA}; \quad \cos\alpha = \frac{OB}{OA};$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{CD}{OD}; \quad \operatorname{ctg}\alpha = \frac{OD}{CD};$$

$$\sec\alpha = \frac{OA}{OB}; \quad \operatorname{cosec}\alpha = \frac{OA}{AB},$$

где *AB; OA, OB, CD, OD* приведены на рис. I.1.

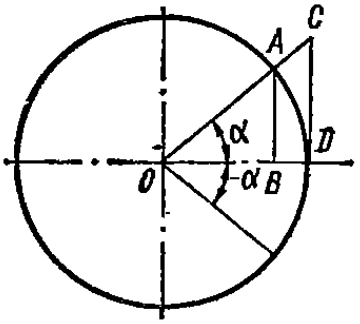


Рис. I.1. К определению основных тригонометрических функций.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}; \quad \operatorname{ctg}\alpha = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}; \quad \operatorname{ctg}\alpha = \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha};$$

$$\sec\alpha = \frac{1}{\cos\alpha}; \quad \operatorname{cosec}\alpha = \frac{1}{\sin\alpha}; \quad \sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1;$$

$$1 + \operatorname{tg}^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha} = \sec^2\alpha; \qquad 1 + \operatorname{ctg}^2\alpha = \frac{1}{\sin^2\alpha} = \operatorname{cosec}^2\alpha;$$

$$\operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{ctg}\alpha = 1.$$

Таблица I.1. Значения фуикций некоторых углов

Функция	Угол, град				
	0	30	45	60	90
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tg	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	$\pm\infty$
ctg	$+\infty$	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0
sec	1	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{2}$	2	$\pm\infty$
cosec	$+\infty$	2	$\sqrt{2}$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	1

Таблица I.2. **Формулы приведения функций для некоторых углов**

Функция	Угол							
	$-\alpha$	$90^\circ - \alpha$	$90^\circ + \alpha$	$180^\circ - \alpha$	$180^\circ + \alpha$	$270^\circ - \alpha$	$270^\circ + \alpha$	$360^\circ - \alpha$
$\sin\alpha$	$-\sin\alpha$	$+\cos\alpha$	$+\cos\alpha$	$+\sin\alpha$	$-\sin\alpha$	$-\cos\alpha$	$-\cos\alpha$	$-\sin\alpha$
$\cos\alpha$	$+\cos\alpha$	$+\sin\alpha$	$-\sin\alpha$	$-\cos\alpha$	$-\cos\alpha$	$-\sin\alpha$	$+\sin\alpha$	$+\cos\alpha$
$\operatorname{tg}\alpha$	$-\operatorname{tg}\alpha$	$+\operatorname{ctg}\alpha$	$-\operatorname{ctg}\alpha$	$-\operatorname{tg}\alpha$	$+\operatorname{tg}\alpha$	$+\operatorname{ctg}\alpha$	$-\operatorname{ctg}\alpha$	$-\operatorname{tg}\alpha$
$\operatorname{ctg}\alpha$	$-\operatorname{ctg}\alpha$	$+\operatorname{tg}\alpha$	$-\operatorname{tg}\alpha$	$-\operatorname{ctg}\alpha$	$+\operatorname{ctg}\alpha$	$+\operatorname{tg}\alpha$	$-\operatorname{tg}\alpha$	$-\operatorname{ctg}\alpha$

Функции суммы двух углов:

$$\sin(\alpha+\beta)=\sin\alpha\cdot\cos\beta+\cos\alpha\cdot\sin\beta;$$

$$\cos(\alpha+\beta)=\cos\alpha\cdot\cos\beta-\sin\alpha\cdot\sin\beta;\quad \operatorname{tg}(\alpha+\beta)=\frac{\operatorname{tg}\alpha+\operatorname{tg}\beta}{1-\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\beta};$$

$$\operatorname{ctg}(\alpha+\beta)=\frac{\operatorname{ctg}\alpha\operatorname{ctg}\beta-1}{\operatorname{ctg}\alpha+\operatorname{ctg}\beta}.$$

Функции разности двух углов:

$$\sin(\alpha-\beta)=\sin\alpha\cos\beta-\cos\alpha\sin\beta;\quad \cos(\alpha-\beta)=\cos\alpha\cos\beta+$$

$$+\sin\alpha\sin\beta;\quad \operatorname{tg}(\alpha-\beta)=\frac{\operatorname{tg}\alpha-\operatorname{tg}\beta}{1+\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\beta};\quad \operatorname{ctg}(\alpha-\beta)=-\frac{\operatorname{ctg}\alpha\operatorname{ctg}\beta+1}{\operatorname{ctg}\alpha-\operatorname{ctg}\beta}.$$

Функции двойного угла:

$$\sin 2\alpha=2\sin\alpha\cos\alpha;\quad \cos 2\alpha=\cos^2\alpha-\sin^2\alpha;$$

$$\cos 2\alpha=1-2\sin^2\alpha;\quad \cos 2\alpha=2\cos^2\alpha-1;$$

$$\operatorname{tg}2\alpha=\frac{2\operatorname{tg}\alpha}{1-\operatorname{tg}^2\alpha};\quad \operatorname{ctg}2\alpha=\frac{\operatorname{ctg}^2\alpha-1}{2\operatorname{ctg}\alpha}.$$

Функции половинного угла:

$$\sin\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}};\quad \cos\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}};\quad \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{1+\cos\alpha}};$$

$$\sin\alpha=\frac{2\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}}{1+\operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}};\quad \cos\alpha=\frac{1-\operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}}{1+\operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}};\quad \operatorname{tg}\alpha=\frac{2\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}}{1-\operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}};$$

$$\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\sec\alpha-1;\quad \operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\frac{1-\cos\alpha}{\cos\alpha};$$

$$2\sin^2\frac{\alpha}{2}=1-\cos\alpha.$$

Суммы функций двух углов:

$$\sin\alpha+\sin\beta=2\sin\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2};\quad \cos\alpha+\cos\beta=$$

$$=2\cos\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2};\ \operatorname{tg}\alpha+\operatorname{tg}\beta=\frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\alpha\cos\beta};$$

$$\operatorname{ctg}\alpha+\operatorname{ctg}\beta=\frac{\sin(\alpha+\beta)}{\sin\alpha\sin\beta};\quad \cos\alpha+\sin\alpha=\sqrt{2}\cos(45^\circ-\alpha)=$$

$$=\sqrt{2}\sin(45^\circ+\alpha);\quad 1+\sin\alpha=2\cos^2\left(45-\frac{\alpha}{2}\right);$$

$$1+\cos\alpha=2\cos^2\frac{\alpha}{2};\quad 1+\operatorname{tg}\alpha=\sqrt{2}\frac{\sin(45^\circ+\alpha)}{\cos\alpha};$$

$$\cos\alpha\cos\beta=\frac{\cos(\alpha-\beta)+\cos(\alpha+\beta)}{2};\quad \sin\alpha\cos\beta=\frac{\sin(\alpha+\beta)+\sin(\alpha-\beta)}{2}.$$

Разности функций двух углов:

$$\sin\alpha-\sin\beta=2\cos\frac{\alpha+\beta}{2}\sin\frac{\alpha-\beta}{2};$$

$$\cos\alpha-\cos\beta=-2\sin\frac{\alpha+\beta}{2}\sin\frac{\alpha-\beta}{2};$$

$$\operatorname{tg}\alpha-\operatorname{tg}\beta=\frac{\sin(\alpha-\beta)}{\cos\alpha\cos\beta};\quad \operatorname{ctg}\alpha-\operatorname{ctg}\beta=\frac{\sin(\beta-\alpha)}{\sin\alpha\sin\beta};$$

$$\cos\alpha-\sin\alpha=\sqrt{2}\sin(45^\circ-\alpha)=\sqrt{2}\cos(45^\circ+\alpha);$$

$$1-\sin\alpha=2\sin^2\left(45^\circ-\frac{\alpha}{2}\right);\quad 1-\cos\alpha=2\sin^2\frac{\alpha}{2};$$

$$1-\operatorname{tg}\alpha=\frac{\sqrt{2}\sin(45^\circ-\alpha)}{\cos\alpha};\quad 1-\operatorname{ctg}^2\alpha=-\frac{\cos 2\alpha}{\sin^2\alpha};$$

$$1-\operatorname{tg}^2\alpha=\frac{\cos 2\alpha}{\cos^2\alpha};\quad \cos(\alpha-\beta)-\cos(\alpha+\beta)=2\sin\alpha\sin\beta.$$

Таблица 1.3. **Определение**

Данные параметры	Определяемые		
	A	B	C
	Прямоугольные		
$a;\ b$	$\operatorname{tg}A=\frac{a}{b}$	$\operatorname{tg}B=\frac{b}{a}$	90°
$a;\ c$	$\sin A=\frac{a}{c}$	$\cos B=\frac{a}{c}$	90°
$A;\ a$	—	$90^\circ-A$	90°
$A;\ b$	—	$90^\circ-A$	90°
$A;\ c$	—	$90^\circ-A$	90°

3. РЕШЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

Теорема синусов:

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R;$$

$$\sin\frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{bc}};$$

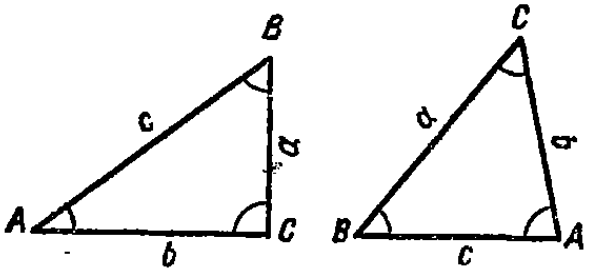
$$\cos\frac{A}{2} = \sqrt{\frac{p(p-a)}{bc}}.$$

Теорема косинусов:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos A;$$
$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac\cos B;$$
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos C;$$
$$a = b\cos C + c\cos B;$$
$$b = a\cos C + c\cos A;$$
$$c = b\cos A + a\cos B.$$

$$S = \frac{1}{2}ab\sin C = 2R^2\sin A\sin B\sin C = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} = \frac{abc}{4R},$$

где S — площадь треугольника; p — полупериметр; R — радиус описанного круга; a, b, c, A, B, C — стороны и углы треугольников (рис. I.2).



I.2. К решению треугольников.

параметров треугольников

параметры			
a	b	c	S
треугольники			
—	—	$\sqrt{a^2+b^2}$	$\frac{ab}{2}$
—	$\sqrt{c^2-a^2}$	—	$\frac{a}{2}\sqrt{c^2-a^2}$
—	$a\operatorname{ctg}A$	$\frac{a}{\sin A}$	$\frac{a^2\operatorname{ctg}A}{2}$
$b\operatorname{tg}A$	—	$\frac{b}{\cos A}$	$\frac{b^2\operatorname{tg}A}{2}$
$c\sin A$	$c\cos A$	—	$\frac{c^2\sin 2A}{4}$

Данные параметры	Определяемые		
	A	B	C
			Косоугольные
a; b; c	$\cos A = \frac{c^2 - a^2 + b^2}{2bc}$	$\cos B = \frac{a^2 - b^2 + c^2}{2ac}$	$\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$
a; b; A	—	$\sin B = \frac{b \sin A}{a}$	$180° - A - B$
a; b; C	$\sin A = \frac{a \sin C}{c}$	$180° - A - C$	—
a; B; C	$180° - B - C$	—	—
a; A; B	—	—	$180° - A - B$

4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ

Таблица 1.4. **Перевод десятичных долей градуса в минуты и секунды**

Стотысячные доли градуса, с

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18	0,22	0,25	0,29	0,32
1	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68
2	0,72	0,76	0,79	0,83	0,86	0,90	0,94	0,97	1,01	1,05
3	1,08	1,12	1,15	1,19	1,22	1,26	1,30	1,33	1,37	1,40
4	1,44	1,48	1,51	1,55	1,58	1,62	1,66	1,69	1,73	1,76
5	1,80	1,84	1,87	1,91	1,94	1,98	2,02	2,05	2,09	2,12
6	2,16	2,20	2,23	2,27	2,30	2,34	2,38	2,41	2,45	2,48
7	2,52	2,56	2,59	2,63	2,66	2,70	2,74	2,77	2,81	2,84
8	2,88	2,92	2,95	2,99	3,02	3,06	3,10	3,13	3,17	3,20
9	3,24	3,28	3,31	3,35	3,38	3,42	3,46	3,49	3,53	3,56

Тысячные доли градуса, мин и с

°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
0,000	0	0,00	0,010	0	36,0	0,020	1	12,0	0,030	1	48,0
1	0	03,6	1	0	39,6	1	1	15,6	1	1	51,6
2	0	07,2	2	0	43,2	2	1	19,2	2	1	55,2
3	0	10,8	3	0	46,8	3	1	22,8	3	1	58,8
4	0	14,4	4	0	50,4	4	1	26,4	4	2	02,4
5	0	18,0	5	0	54,0	5	1	30,0	5	2	06,0
6	0	21,6	6	0	57,6	6	1	33,6	6	2	09,6
7	0	25,2	7	1	01,2	7	1	37,2	7	2	13,2
8	0	28,8	8	1	04,8	8	1	40,8	8	2	16,8
9	0	32,4	9	1	08,4	9	1	44,4	9	2	20,4

Продолжение табл. I.3.

параметры			
a	b	c	S
треугольники			
—	—	—	$\frac{ab \sin C}{2}$
—	—	$\frac{e \sin C}{\sin B}$	$\frac{ab \sin C}{2}$
—	—	$\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos C}$	$\frac{ab \sin C}{2}$
—	$\frac{a \sin B}{\sin A}$	$\frac{a \sin C}{\sin A}$	$\frac{a^2 \sin B \sin C}{2 \sin A}$
—	$\frac{a \sin B}{\sin A}$	$\frac{a \sin C}{\sin A}$	$\frac{a^2 \sin B \sin C}{2 \sin A}$

Продолжение табл. I.4.

°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
0,040	2	24,0	0,070	4	12,0	0,100	6	00,0	0,130	7	48,0
1	2	27,6	1	4	15,6	1	6	03,6	1	7	51,6
2	2	31,2	2	4	19,2	2	6	07,2	2	7	55,2
3	2	34,8	3	4	22,8	3	6	10,8	3	7	58,8
4	2	38,4	4	4	26,4	4	6	14,4	4	8	02,4
5	2	42,0	5	4	30,0	5	6	18,0	5	8	06,0
6	2	45,6	6	4	33,6	6	6	21,6	6	8	09,6
7	2	49,2	7	4	37,2	7	6	25,2	7	8	13,2
8	2	52,8	8	4	40,8	8	6	28,8	8	8	16,8
9	2	56,4	9	4	44,4	9	6	32,4	9	8	20,4
0,050	3	00,0	0,080	4	48,0	0,110	6	36,0	0,140	8	24,0
1	3	03,6	1	4	51,6	1	6	39,6	1	8	27,6
2	3	07,2	2	4	55,2	2	6	43,2	2	8	31,2
3	3	10,8	3	4	58,8	3	6	46,8	3	8	34,8
4	3	14,4	4	5	02,4	4	6	50,4	4	8	38,4
5	3	18,0	5	5	06,0	5	6	54,0	5	8	42,0
6	3	21,6	6	5	09,6	6	6	57,6	6	8	45,6
7	3	25,2	7	5	13,2	7	7	01,2	7	8	49,2
8	3	28,8	8	5	16,8	8	7	04,8	8	8	52,8
9	3	32,4	9	5	20,4	9	7	08,4	9	8	56,4
0,060	3	36,0	0,090	5	24,0	0,120	7	12,0	0,150	9	00,0
1	3	39,6	1	5	27,6	1	7	15,6	1	9	03,6
2	3	43,2	2	5	31,2	2	7	19,2	2	9	07,2
3	3	46,8	3	5	34,8	3	7	22,8	3	9	10,8
4	3	50,4	4	5	38,4	4	7	26,4	4	9	14,4
5	3	54,0	5	5	42,0	5	7	30,0	5	9	18,0
6	3	57,6	6	5	45,6	6	7	33,6	6	9	21,6
7	4	01,2	7	5	49,2	7	7	37,2	7	9	25,2
8	4	04,8	8	5	52,8	8	7	40,8	8	9	28,8
9	4	08,4	9	5	56,4	9	7	44,4	9	9	32,4

Продолжение табл. I.4.

°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
0,160	9	36,0	6	12	57,6	2	16	19,2	7	19	37,2
1	9	39,6	7	13	01,2	3	16	22,8	8	19	40,8
2	9	43,2	8	13	04,8	4	16	26,4	9	19	44,4
3	9	46,8	9	13	08,4	5	16	30,0	0,330	19	48,0
4	9	50,4	0,220	13	12,0	6	16	33,6	1	19	51,6
5	9	54,0	1	13	15,6	7	16	37,2	2	19	55,2
6	9	57,6	2	13	19,2	8	16	40,8	3	19	58,8
7	10	01,2	3	13	22,8	9	16	44,4	4	20	02,4
8	10	04,8	4	13	26,4	0,280	16	48,0	5	20	06,0
9	10	08,4	5	13	30,0				6	20	09,6
0,170	10	12,0	6	13	33,6	1	16	51,6	7	20	13,2
1	10	15,6	7	13	37,2	2	16	55,2	8	20	16,8
2	10	19,2	8	13	40,8	3	16	58,8	9	20	20,4
3	10	22,8	9	13	44,4	4	17	02,4	0,340	20	24,0
4	10	26,4	0,230	13	48,0	5	17	06,0	1	20	27,6
5	10	30,0	1	13	51,6	6	17	09,6	2	20	31,2
6	10	33,6	2	13	55,2	7	17	13,2	3	20	34,8
7	10	37,2	3	13	58,8	8	17	16,8	4	20	38,4
8	10	40,8	4	14	02,4	9	17	20,4	5	20	42,0
9	10	44,4	5	14	06,0	0,290	17	24,0	6	20	45,6
0,180	10	48,0	6	14	09,6	1	17	27,6	7	20	49,2
1	10	51,6	7	14	13,2	2	17	31,2	8	20	52,8
2	10	55,2	8	14	16,8	3	17	34,8	9	20	56,4
3	10	58,8	9	14	20,4	4	17	38,4	0,350	21	00,0
4	11	02,4	0,240	14	24,0	5	17	42,0	1	21	03,6
5	11	06,0	1	14	27,6	6	17	45,6	2	21	07,2
6	11	09,6	2	14	31,2	7	17	49,2	3	21	10,8
7	11	13,2	3	14	34,8	8	17	52,8	4	21	14,4
8	11	16,8	4	14	38,4	9	17	56,4	5	21	18,0
9	11	20,4	5	14	42,0	0,300	18	00,0	6	21	21,6
0,190	11	24,0	6	14	45,6	1	18	03,6	7	21	25,2
1	11	27,6	7	14	49,2	2	18	07,2	8	21	28,8
2	11	31,2	8	14	52,8	3	18	10,8	9	21	32,4
3	11	34,8	9	14	56,4	4	18	14,4	0,360	21	36,0
4	11	38,4	0,250	15	00,0	5	18	18,0	1	21	39,6
5	11	42,0	1	15	03,6	6	18	21,6	2	21	43,2
6	11	45,6	2	15	07,2	7	18	25,2	3	21	46,8
7	11	49,2	3	15	10,8	8	18	28,8	4	21	50,4
8	11	52,8	4	15	14,4	9	18	32,4	5	21	54,0
9	11	56,4	5	15	18,0	0,310	18	36,0	6	21	57,6
0,200	12	00,0	6	15	21,6	1	18	39,6	7	22	01,2
1	12	03,6	7	15	25,2	2	18	43,2	8	22	04,8
2	12	07,2	8	15	28,8	3	18	46,8	9	22	08,4
3	12	10,8	9	15	32,4	4	18	50,4	0,370	22	12,0
4	12	14,4	0,260	15	36,0	5	18	54,0	1	22	15,6
5	12	18,0	1	15	39,6	6	18	57,6	2	22	19,2
6	12	21,6	2	15	43,2	7	19	01,2	3	22	22,8
7	12	25,2	3	15	46,8	8	19	04,8	4	22	26,4
8	12	28,8	4	15	50,4	9	19	08,4	5	22	30,0
9	12	32,4	5	15	54,0	0,320	19	12,0	6	22	33,6
0,210	12	36,0	6	15	57,6	1	19	15,6	7	22	37,2
1	12	39,6	7	16	01,2	2	19	19,2	8	22	40,8
2	12	43,2	8	16	04,8	3	19	22,8	9	22	44,4
3	12	46,8	9	16	08,4	4	19	26,4	0,380	22	48,0
4	12	50,4	0,270	16	12,0	5	19	30,0	1	22	51,6
5	12	54,0	1	16	15,6	6	19	33,6	2	22	55,2

Продолжение табл. 1.4.

°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
3	22	58,8	8	26	16,8	4	29	38,4	0,550	33	00,0
4	23	02,4	9	26	20,4	5	29	42,0	1	33	03,6
5	23	06,0	0,440	26	24,0	6	29	45,6	2	33	07,2
6	23	09,6	1	26	27,6	7	29	49,2	3	33	10,8
7	23	13,2	2	26	31,2	8	29	52,8	4	33	14,4
8	23	16,8	3	26	34,8	9	29	56,4	5	33	18,0
9	23	20,4	4	26	38,4	0,500	30	00,0	6	33	21,6
0,390	23	24,0	5	26	42,0	1	30	03,6	7	33	25,2
1	23	27,6	6	26	45,6	2	30	07,2	8	33	28,8
2	23	31,2	7	26	49,2	3	30	10,8	9	33	32,4
3	23	34,8	8	26	52,8	4	30	14,4	0,560	33	36,0
4	23	38,4	9	26	56,4	5	30	18,0	1	33	39,6
5	23	42,0	0,450	27	00,0	6	30	21,6	2	33	43,2
6	23	45,6	1	27	03,6	7	30	25,2	3	33	46,8
7	23	49,2	2	27	07,2	8	30	28,8	4	33	50,4
8	23	52,8	3	27	10,8	9	30	32,4	5	33	54,0
9	23	56,4	4	27	14,4	0,510	30	36,0	6	33	57,6
0,400	24	00,0	5	27	18,0	1	30	39,6	7	34	01,2
1	24	03,6	6	27	21,6	2	30	43,2	8	34	04,8
2	24	07,2	7	27	25,2	3	30	46,8	9	34	08,4
3	24	10,8	8	27	28,8	4	30	50,4	0,570	34	12,0
4	24	14,4	9	27	32,4	5	30	54,0	1	34	15,6
5	24	18,0	0,460	27	36,0	6	30	57,6	2	34	19,2
6	24	21,6	1	27	39,6	7	31	01,2	3	34	22,8
7	24	25,2	2	27	43,2	8	31	04,8	4	34	26,4
8	24	28,8	3	27	46,8	9	31	08,4	5	34	30,0
9	24	32,4	4	27	50,4	0,520	31	12,0	6	34	33,6
0,410	24	36,0	5	27	54,0	1	31	15,6	7	34	37,2
1	24	39,6	6	27	57,6	2	31	19,2	8	34	40,8
2	24	43,2	7	28	01,2	3	31	22,8	9	34	44,4
3	24	46,8	8	28	04,8	4	31	26,4	0,580	34	48,0
4	24	50,4	9	28	08,4	5	31	30,0	1	34	51,6
5	24	54,0	0,470	28	12,0	6	31	33,6	2	34	55,2
6	24	57,6	1	28	15,6	7	31	37,2	3	34	58,8
7	25	01,2	2	28	19,2	8	31	40,8	4	35	02,4
8	25	04,8	3	28	22,8	9	31	44,4	5	35	06,0
9	25	08,4	4	28	26,4	0,530	31	48,0	6	35	09,6
0,420	25	12,0	5	28	30,0	1	31	51,6	7	35	13,2
1	25	15,6	6	28	33,6	2	31	55,2	8	35	16,8
2	25	19,2	7	28	37,2	3	31	58,8	9	35	20,4
3	25	22,8	8	28	40,8	4	32	02,4	0,590	35	24,0
4	25	26,4	9	28	44,4	5	32	06,0	1	35	27,6
5	25	30,0	0,480	28	48,0	6	32	09,6	2	35	31,2
6	25	33,6	1	28	51,6	7	32	13,2	3	35	34,8
7	25	37,2	2	28	55,2	8	32	16,8	4	35	38,4
8	25	40,8	3	28	58,8	9	32	20,4	5	35	42,0
9	25	44,4	4	29	02,4	0,540	32	24,0	6	35	45,6
0,430	25	48,0	5	29	06,0	1	32	27,6	7	35	49,2
1	25	51,6	6	29	09,6	2	32	31,2	8	35	52,8
2	25	55,2	7	29	13,2	3	32	34,8	9	35	56,4
3	25	58,8	8	29	16,8	4	32	38,4	0,600	36	00,0
4	26	02,4	9	29	20,4	5	32	42,0	1	36	03,6
5	26	06,0	0,490	29	24,0	6	32	45,6	2	36	07,2
6	26	09,6	1	29	27,6	7	32	49,2	3	36	10,8
7	26	13,2	2	29	31,2	8	32	52,8	4	36	14,4
			3	29	34,8	9	32	56,4	5	36	18,0

Продолжение табл. 1.4.

°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
6	36	21,6	2	39	43,2	8	43	04,8	4	46	26,4
7	36	25,2	3	39	46,8	9	43	08,4	5	46	30,0
8	36	28,8	4	39	50,4	0,720	43	12,0	6	46	33,6
9	36	32,4	5	39	54,0	1	43	15,6	7	46	37,2
0,610	36	36,0	6	39	57,6	2	43	19,2	8	46	40,8
1	36	39,6	7	40	01,2	3	43	22,8	9	46	44,4
2	36	43,2	8	40	04,8	4	43	26,4	0,780	46	48,0
3	36	46,8	9	40	08,4	5	43	30,0	1	46	51,6
4	36	50,4	0,670	40	12,0	6	43	33,6	2	46	55,2
5	36	54,0	1	40	15,6	7	43	37,2	3	46	58,8
6	36	57,6	2	40	19,2	8	43	40,8	4	47	02,4
7	37	01,2	3	40	22,8	9	43	44,4	5	47	06,0
8	37	04,8	4	40	26,4	0,730	43	48,0	6	47	09,6
9	37	08,4	5	40	30,0	1	43	51,6	7	47	13,2
0,620	37	12,0	6	40	33,6	2	43	55,2	8	47	16,8
1	37	15,6	7	40	37,2	3	43	58,8	9	47	20,4
2	37	19,2	8	40	40,8	4	44	02,4	0,790	47	24,0
3	37	22,8	9	40	44,4	5	44	06,0	1	47	27,6
4	37	26,4	0,680	40	48,0	6	44	09,6	2	47	31,2
5	37	30,0	1	40	51,6	7	44	13,2	3	47	34,8
6	37	33,6	2	40	55,2	8	44	16,8	4	47	38,4
7	37	37,2	3	40	58,8	9	44	20,4	5	47	42,0
8	37	40,8	4	41	02,4	0,740	44	24,0	6	47	45,6
9	37	44,4	5	41	06,0	1	44	27,6	7	47	49,2
0,630	37	48,0	6	41	09,6	2	44	31,2	8	47	52,8
1	37	51,6	7	41	13,2	3	44	34,8	9	47	56,4
2	37	55,2	8	41	16,8	4	44	38,4	0,800	48	00,0
3	37	58,8	9	41	20,4	5	44	42,0	1	48	03,6
4	38	02,4	0,690	41	24,0	6	44	45,6	2	48	07,2
5	38	06,0	1	41	27,6	7	44	49,2	3	48	10,8
6	38	09,6	2	41	31,2	8	44	52,8	4	48	14,4
7	38	13,2	3	41	34,8	9	44	56,4	5	48	18,0
8	38	16,8	4	41	38,4	0,750	45	00,0	6	48	21,6
9	38	20,4	5	41	42,0	1	45	03,6	7	48	25,2
0,640	38	24,0	6	41	45,6	2	45	07,2	8	48	28,8
1	38	27,6	7	41	49,2	3	45	10,8	9	48	32,4
2	38	31,2	8	41	52,8	4	45	14,4	0,810	48	36,0
3	38	34,8	9	41	56,4	5	45	18,0	1	48	39,6
4	38	38,4	0,700	42	00,0	6	45	21,6	2	48	43,2
5	38	42,0	1	42	03,6	7	45	25,2	3	48	46,8
6	38	45,6	2	42	07,2	8	45	28,8	4	48	50,4
7	38	49,2	3	42	10,8	9	45	32,4	5	48	54,0
8	38	52,8	4	42	14,4	0,760	45	36,0	6	48	57,6
9	38	56,4	5	42	18,0	1	45	39,2	7	49	01,2
0,650	39	00,0	6	42	21,6	2	45	43,2	8	49	04,8
1	39	03,6	7	42	25,2	3	45	46,8	9	49	08,4
2	39	07,2	8	42	28,8	4	45	50,4	0,820	49	12,0
3	39	10,8	9	42	32,4	5	45	54,0	1	49	15,6
4	39	14,4	0,710	42	36,0	6	45	57,6	2	49	19,2
5	39	18,0	1	42	39,6	7	46	01,2	3	49	22,8
6	39	21,6	2	42	43,2	8	46	04,8	4	49	26,4
7	39	25,2	3	42	46,8	9	46	08,4	5	49	30,0
8	39	28,8	4	42	50,4	0,770	46	12,0	6	49	33,6
9	39	32,4	5	42	54,0	1	46	15,6	7	49	37,2
0,660	39	36,0	6	42	57,6	2	46	19,2	8	49	40,8
1	39	39,6	7	43	01,2	3	46	22,8	9	49	44,4

Продолжение табл. 1.4.

°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
0,830	49	48,0	3	52	22,8	6	54	57,6	8	57	28,8
1	49	51,6	4	52	26,4	7	55	01,2	9	57	32,4
2	49	55,2	5	52	30,0	8	55	04,8	0,960	57	36,0
3	49	58,8	6	52	33,6	9	55	08,4	1	57	39,6
4	50	02,4	7	52	37,2	0,920	55	12,0	2	57	43,2
5	50	06,0	8	52	40,8	1	55	15,6	3	57	46,8
6	50	09,6	9	52	44,4	2	55	19,2	4	57	50,4
7	50	13,2	0,880	52	48,0	3	55	22,8	5	57	54,0
8	50	16,8	1	52	51,6	4	55	26,4	6	57	57,6
9	50	20,4	2	52	55,2	5	55	30,0	7	58	01,2
0,840	50	24,0	3	52	58,8	6	55	33,6	8	58	04,8
1	50	27,6	4	53	02,4	7	55	37,2	9	58	08,4
2	50	31,2	5	53	06,0	8	55	40,8	0,970	58	12,0
3	50	34,8	6	53	09,6	9	55	44,4	1	58	15,6
4	50	38,4	7	53	13,2	0,930	55	48,0	2	58	19,2
5	50	42,0	8	53	16,8	1	55	51,6	3	58	22,8
6	50	45,6	9	53	20,4	2	55	55,2	4	58	26,4
7	50	49,2	0,890	53	24,0	3	55	58,8	5	58	30,0
8	50	52,8	1	53	27,6	4	56	02,4	6	58	33,6
9	50	56,4	2	53	31,2	5	56	06,0	7	58	37,2
0,850	51	00,0	3	53	34,8	6	56	09,6	8	58	40,8
1	51	03,6	4	53	38,4	7	56	13,2	9	58	44,4
2	51	07,2	5	53	42,0	8	56	16,8	0,980	58	48,0
3	51	10,8	6	53	45,6	9	56	20,4	1	58	51,6
4	51	14,4	7	53	49,2	0,940	56	24,0	2	58	55,2
5	51	18,0	8	53	52,8	1	56	27,6	3	58	58,8
6	51	21,6	9	53	56,4	2	56	31,2	4	59	02,4
7	51	25,2	0,900	54	00,0	3	56	34,8	5	59	06,0
8	51	28,8	1	54	03,6	4	56	38,4	6	59	09,6
9	51	32,4	2	54	07,2	5	56	42,0	7	59	13,2
0,860	51	36,0	3	54	10,8	6	56	45,6	8	59	16,8
1	51	39,6	4	54	14,4	7	56	49,2	9	59	20,4
2	51	43,2	5	54	18,0	8	56	52,8	0,990	59	24,0
3	51	46,8	6	54	21,6	9	56	56,4	1	59	27,6
4	51	50,4	7	54	25,2	0,950	57	00,0	2	59	31,2
5	51	54,0	8	54	28,8	1	57	03,6	3	59	34,8
6	51	57,6	9	54	32,4	2	57	07,2	4	59	38,4
7	52	01,2	0,910	54	36,0	3	57	10,8	5	59	42,0
8	52	04,8	1	54	39,6	4	57	14,4	6	59	45,6
9	52	08,4	2	54	43,2	5	57	18,0	7	59	49,2
0,870	52	12,0	3	54	46,8	6	57	21,6	8	59	52,8
1	52	15,6	4	54	50,4	7	57	25,2	9	59	56,4
2	52	19,2	5	54	54,0						

Таблица 1.5. Перевод градусной меры в радианную

$n°$	Радианы	$n°$	Радианы	$n°$	Радианы	$n°$	Радианы
1	0,017453	7	0,122173	13	0,226893	19	0,331613
2	0,034907	8	0,139626	14	0,244346	20	0,349066
3	0,052359	9	0,157080	15	0,261799	21	0,366519
4	0,069813	10	0,174533	16	0,279253	22	0,383972
5	0,087266	11	0,191986	17	0,296706	23	0,401426
6	0,104720	12	0,209440	18	0,314159	24	0,418879

Продолжение табл. I.5.

n°	Радианы	n°	Радианы	n°	Радианы	n°	Радианы
25	0,436332	64	1,117010	103	1,797689	142	2,478368
26	0,453786	65	1,134464	104	1,815142	143	2,495821
27	0,471239	66	1,151917	105	1,832596	144	2,513274
28	0,488692	67	1,169371	106	1,850049	145	2,530727
29	0,506146	68	1,186824	107	1,867502	146	2,548181
30	0,523599	69	1,204277	108	1,884956	147	2,565634
31	0,541052	70	1,221731	109	1,902410	148	2,583087
32	0,558505	71	1,239184	110	1,919862	149	2,600541
33	0,575959	72	1,256637	111	1,937316	150	2,617994
34	0,593412	73	1,274090	112	1,954769	151	2,635447
35	0,610865	74	1,291544	113	1,972222	152	2,652900
36	0,628319	75	1,308997	114	1,989675	153	2,670354
37	0,645772	76	1,326450	115	2,007129	154	2,687807
38	0,663225	77	1,343904	116	2,024582	155	2,705260
39	0,680678	78	1,361357	117	2,042035	156	2,722714
40	0,698132	79	1,378810	118	2,059489	157	2,740167
41	0,715585	80	1,396263	119	2,076942	158	2,757620
42	0,733038	81	1,413717	120	2,094395	159	2,775074
43	0,750492	82	1,431170	121	2,111848	160	2,792527
44	0,767945	83	1,448623	122	2,129301	161	2,809980
45	0,785398	84	1,466077	123	2,146755	162	2,827433
46	0,802851	85	1,483530	124	2,164208	163	2,844887
47	0,820305	86	1,500983	125	2,181661	164	2,862340
48	0,837758	87	1,518436	126	2,199115	165	2,879793
49	0,855211	88	1,535890	127	2,216568	166	2,897247
50	0,872665	89	1,553343	128	2,234021	167	2,914700
51	0,890118	90	1,570796	129	2,251475	168	2,932153
52	0,907571	91	1,588250	130	2,268928	169	2,949606
53	0,925024	92	1,605703	131	2,286381	170	2,967060
54	0,942478	93	1,623156	132	2,303835	171	2,984513
55	0,959931	94	1,640610	133	2,321288	172	3,001966
56	0,977384	95	1,658063	134	2,338741	173	3,019420
57	0,994838	96	1,675516	135	2,356195	174	3,036873
58	1,012291	97	1,692969	136	2,373648	175	3,054326
59	1,029744	98	1,710423	137	2,391101	176	3,071780
60	1,047198	99	1,727876	138	2,408554	177	3,089233
61	1,064651	100	1,745329	139	2,426008	178	3,106686
62	1,082104	101	1,762783	140	2,443461	179	3,124139
63	1,099557	102	1,780236	141	2,460914	180	3,141593

n′	Радианы	n′	Радианы	n′	Радианы	n′	Радианы
1	0,000291	13	0,003782	25	0,007272	37	0,010762
2	0,000582	14	0,004072	26	0,007563	38	0,011054
3	0,000872	15	0,004363	27	0,007854	39	0,011345
4	0,001163	16	0,004654	28	0,008145	40	0,011636
5	0,001454	17	0,004945	29	0,008436	41	0,011926
6	0,001745	18	0,005236	30	0,008727	42	0,012217
7	0,002036	19	0,005527	31	0,009018	43	0,012508
8	0,002327	20	0,005818	32	0,009308	44	0,012799
9	0,002618	21	0,006109	33	0,009599	45	0,013090
10	0,002909	22	0,006400	34	0,009890	46	0,013380
11	0,003200	23	0,006690	35	0,010181	47	0,013672
12	0,003491	24	0,006981	36	0,010472	48	0,013963

Продолжение табл. 1.5.

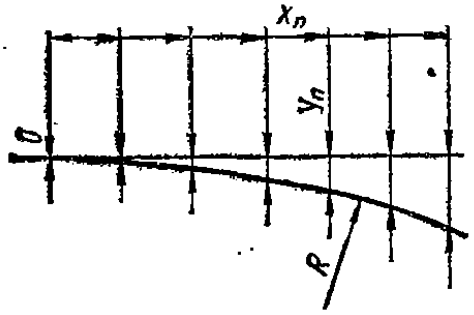
n'	Радианы	n'	Радианы	n'	Радианы	n'	Радианы
49	0,014254	52	0,015126	55	0,015999	58	0,016872
50	0,014544	53	0,015417	56	0,016290	59	0,017162
51	0,014835	54	0,015708	57	0,016581	60	0,017453

n''	Радианы	n''	Радианы	n''	Радианы	n''	Радианы
1	0,000005	16	0,000078	31	0,000150	46	0,000223
2	0,000010	17	0,000082	32	0,000155	47	0,000228
3	0,000015	18	0,000087	33	0,000160	48	0,000233
4	0,000019	19	0,000092	34	0,000165	49	0,000238
5	0,000024	20	0,000097	35	0,000170	50	0,000242
6	0,000029	21	0,000102	36	0,000175	51	0,000247
7	0,000034	22	0,000107	37	0,000180	52	0,000252
8	0,000039	23	0,000112	38	0,000184	53	0,000257
9	0,000044	24	0,000116	39	0,000189	54	0,000262
10	0,000049	25	0,000121	40	0,000194	55	0,000267
11	0,000053	26	0,000126	41	0,000199	56	0,000272
12	0,000058	27	0,000131	42	0,000204	57	0,000276
13	0,000063	28	0,000136	43	0,000209	58	0,000281
14	0,000068	29	0,000140	44	0,000213	59	0,000286
15	0,000072	30	0,000145	45	0,000218	60	0,000291

Таблица 1.6. **Функция чисел πn.** $\pi = 3{,}1415926535$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	3,14159	6,28319	9,42478	12,56637	15,70796	18,84956	21,99115	25,13274	28,27433
10	31,4159	34,5575	37,6991	40,8407	43,9823	47,1239	50,2655	53,4071	56,5487	59,6903
20	62,8319	65,9734	69,1150	72,2566	75,3982	78,5398	81,6814	84,8230	87,9646	91,1062
30	94,2478	97,3894	100,531	103,673	106,814	109,956	113,097	116,239	119,381	122,522
40	125,664	128,805	131,947	135,088	138,230	141,372	144,513	147,655	150,796	153,938
50	157,080	160,221	163,363	166,504	169,646	172,788	175,929	179,071	182,212	185,354
60	188,496	191,637	194,779	197,920	201,062	204,204	207,345	210,487	213,628	216,770
70	219,911	223,053	226,195	229,336	232,478	235,619	238,761	241,903	245,044	248,186
80	251,327	254,469	257,611	260,752	263,894	267,035	270,177	273,319	276,460	279,602
90	282,743	285,885	289,027	292,168	295,310	298,451	301,593	304,734	307,876	311,018
100	314,159	317,301	320,442	323,584	326,726	329,867	333,009	336,150	339,292	342,434
110	345,575	348,717	351,858	355,000	358,142	361,283	364,425	367,566	370,708	373,850
120	376,991	380,133	383,274	386,416	389,557	392,699	395,840	398,982	402,123	405,265
130	408,407	411,549	414,690	417,832	420,973	424,115	427,257	430,398	433,540	436,681
140	439,823	442,965	446,106	449,248	452,389	455,531	458,673	461,814	464,956	468,097
150	471,239	474,380	477,522	480,664	483,805	486,947	490,088	493,230	496,372	499,513

Таблица 1.7. **Коэффициенты координат точек окружности**



$$x_n = R \cdot K_x;\ y_n = R \cdot K_y.$$

Номер точки	$5000 < R < 6000$		$6000 < R < 9000$		$9000 < R < 16\,000$	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
0	0	0	0	0	0	0
1	0,026177	0,000343	0,020942	0,000219	0,015707	0,000123

Продолжение табл. I.7.

Номер точки	$5000 < R < 6000$		$6000 < R < 9000$		$9000 < R < 16000$	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
2	0,052336	0,001370	0,041876	0,000877	0,031411	0,000493
3	0,078459	0,003083	0,062791	0,001973	0,047106	0,001110
4	0,104528	0,005478	0,083678	0,003507	0,062791	0,001973
5	0,130526	0,008555	0,104528	0,005478	0,078459	0,003083
6	0,156434	0,012312	0,125333	0,007885	0,094108	0,004438
7	0,182236	0,016745	0,146083	0,010728	0,109734	0,006039
8	0,207912	0,021852	0,166769	0,014004	0,125333	0,007885
9	0,233445	0,027630	0,187381	0,017713	0,140901	0,009976
10	0,258819	0,034074	0,207912	0,021852	0,156434	0,012312
11	0,284015	0,041180	0,228351	0,026421	0,171929	0,014891
12	0,309017	0,048943	0,248690	0,031417	0,187381	0,017713
13	0,333807	0,057359	0,268920	0,036837	0,202787	0,020777
14	0,358368	0,066420	0,289032	0,042681	0,218143	0,024083
15	0,382683	0,076120	0,309017	0,048943	0,233445	0,027630
16	0,406737	0,086455	0,328867	0,055624	0,248690	0,031417
17	0,430511	0,097415	0,348572	0,062718	0,263873	0,035443
18	0,453990	0,108993	0,368125	0,070224	0,278991	0,039706
19	0,477159	0,121183	0,387516	0,078137	0,294040	0,044207
20	0,500000	0,133975	0,406737	0,086455	0,309017	0,048943
21	0,522499	0,147360	0,425779	0,095173	0,323917	0,053915
22	0,544639	0,161329	0,444635	0,104288	0,338738	0,059119
23	0,566406	0,175874	0,463296	0,113796	0,353475	0,064556
24	0,587785	0,190983	0,481754	0,123693	0,368125	0,070224
25	0,608761	0,206647	0,500000	0,133975	0,382683	0,076120
26	0,629320	0,222854	0,518027	0,144636	0,397148	0,082245
27	0,649448	0,239594	0,535827	0,155672	0,411514	0,088597
28	0,669131	0,256855	0,553392	0,167079	0,425779	0,095173
29	0,688355	0,274626	0,570714	0,178851	0,439939	0,101972
30	0,707107	0,292893	0,587785	0,190983	0,453990	0,108993
31	0,725374	0,311645	0,604599	0,203470	0,467930	0,116234
32	0,743145	0,330869	0,621148	0,216307	0,481754	0,123693
33	0,760406	0,350552	0,637424	0,229487	0,495459	0,131368
34	0,777146	0,370680	0,653421	0,243005	0,509041	0,139258
35	0,793353	0,391239	0,669131	0,256855	0,522499	0,147360
36	0,809017	0,412215	0,684547	0,271031	0,535827	0,155672
37	0,824126	0,433594	0,699663	0,285527	0,549023	0,164193
38	0,838671	0,455361	0,714473	0,300337	0,562083	0,172919
39	0,852640	0,477501	0,728969	0,315453	0,575005	0,181850
40	0,866025	0,500000	0,743145	0,330869	0,587785	0,190983

Номер точки	$16\,000 < R < 23\,000$		$23\,000 < R < 36\,000$		$36\,000 < R < 50\,000$	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
0	0	0	0	0	0	0
1	0,013090	0,000086	0,010472	0,000055	0,008727	0,000038
2	0,026177	0,000343	0,020942	0,000219	0,017452	0,000152
3	0,039260	0,000771	0,031411	0,000493	0,026177	0,000343
4	0,052336	0,001370	0,041876	0,000877	0,034899	0,000609
5	0,065403	0,002141	0,052336	0,001370	0,043619	0,000952
6	0,078459	0,003083	0,062791	0,001973	0,052336	0,001370
7	0,091502	0,004195	0,073238	0,002686	0,061049	0,001865

Продолжение табл. 1.7.

Номер точки	16 000 < R < 23 000		23 000 < R < 36 000		36 000 < R < 50 000	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
8	0,104528	0,005478	0,083678	0,003507	0,069756	0,002436
9	0,117537	0,006932	0,094108	0,004438	0,078459	0,003083
10	0,130526	0,008555	0,104528	0,005478	0,087156	0,003805
11	0,143493	0,010349	0,114937	0,006627	0,095846	0,004604
12	0,156434	0,012312	0,125333	0,007885	0,104528	0,005478
13	0,169350	0,014444	0,135716	0,009252	0,113203	0,006428
14	0,182236	0,016745	0,146083	0,010728	0,121869	0,007454
15	0,195090	0,019215	0,156434	0,012312	0,130526	0,008555
16	0,207912	0,021852	0,166769	0,014004	0,139173	0,009732
17	0,220697	0,024658	0,177085	0,015804	0,147809	0,010984
18	0,233445	0,027630	0,187381	0,017713	0,156434	0,012312
19	0,246153	0,030769	0,197657	0,019729	0,165048	0,013714
20	0,258819	0,034074	0,207912	0,021852	0,173648	0,015192
21	0,271440	0,037545	0,218143	0,024083	0,182236	0,016745
22	0,284015	0,041180	0,228351	0,026421	0,190809	0,018373
23	0,296542	0,044980	0,238533	0,028866	0,199368	0,020075
24	0,309017	0,048943	0,248690	0,031417	0,207912	0,021852
25	0,321439	0,053070	0,258819	0,034074	0,216440	0,023704
26	0,333807	0,057359	0,268920	0,036837	0,224951	0,025630
27	0,346117	0,061809	0,278991	0,039706	0,233445	0,027630
28	0,358368	0,066420	0,289032	0,042681	0,241922	0,029704
29	0,370557	0,071190	0,299041	0,045760	0,250380	0,031852
30	0,382683	0,076120	0,309017	0,048943	0,258819	0,034074
31	0,394744	0,081209	0,318959	0,052232	0,267238	0,036370
32	0,406737	0,086455	0,328867	0,055624	0,275637	0,038738
33	0,418660	0,091857	0,338738	0,059119	0,284015	0,041180
34	0,430511	0,097415	0,348572	0,062718	0,292372	0,043695
35	0,442289	0,103127	0,358368	0,066420	0,300706	0,046283
36	0,453990	0,108993	0,368125	0,070224	0,309017	0,048943
37	0,465615	0,115012	0,377841	0,074129	0,317350	0,051676
38	0,477159	0,121183	0,387516	0,078137	0,325568	0,054481
39	0,488621	0,127504	0,397148	0,082245	0,333807	0,057359
40	0,500000	0,133975	0,406737	0,086455	0,342020	0,060307

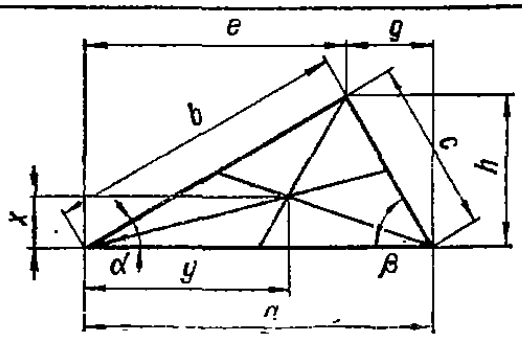
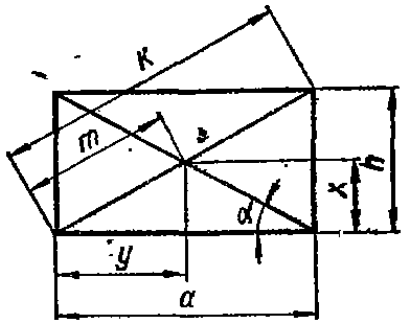
Номер точки	50 000 < R < 70 000		70 000 < R < 110 000		110 000 < R < 165 000	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
0	0	0	0	0	0	0
1	0,007854	0,000031	0,006545	0,000021	0,005236	0,000014
2	0,015707	0,000123	0,013090	0,000086	0,010472	0,000055
3	0,023560	0,000278	0,019634	0,000193	0,015707	0,000123
4	0,031411	0,000493	0,026177	0,000343	0,020942	0,000219
5	0,039260	0,000771	0,032719	0,000535	0,026177	0,000343
6	0,047106	0,001110	0,039260	0,000771	0,031411	0,000493
7	0,054950	0,001511	0,045799	0,001049	0,036644	0,000672
8	0,062791	0,001973	0,052336	0,001370	0,041876	0,000877
9	0,070627	0,002497	0,058871	0,001734	0,047106	0,001110
10	0,078459	0,003083	0,065403	0,002141	0,052336	0,001370
11	0,086286	0,003730	0,071933	0,002591	0,057564	0,001658
12	0,094108	0,004438	0,078459	0,003083	0,062791	0,001973

Продолжение табл. 1.7.

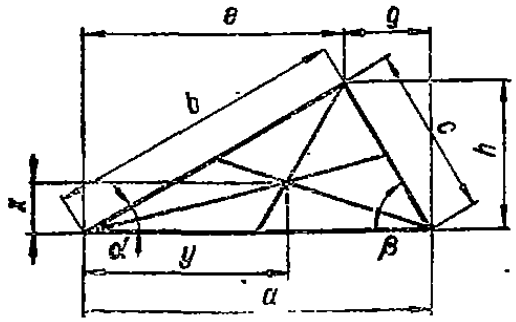
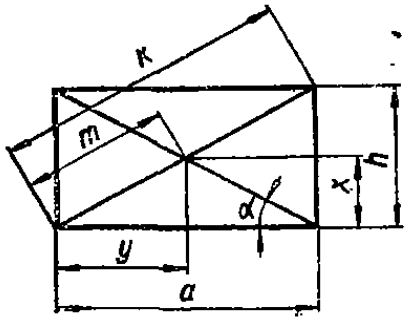
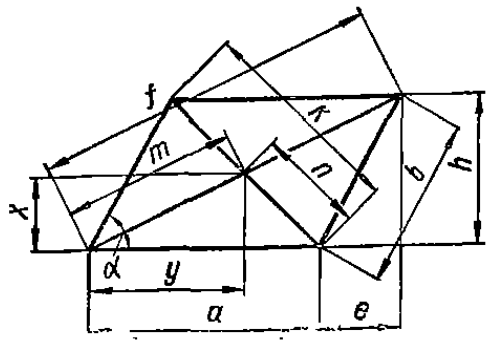
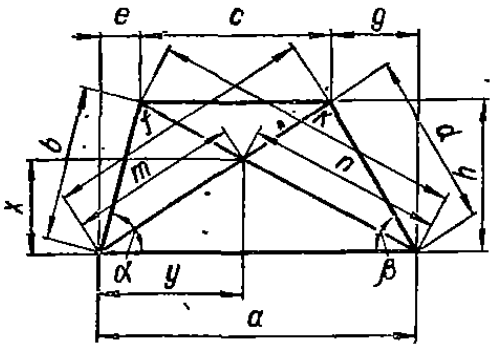
Номер точки	50 000 < R < 70 000		70 000 < R < 110 000		110 000 < R < 165 000	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
13	0,101924	0,005208	0,084982	0,003618	0,068015	0,002316
14	0,109734	0,006039	0,091502	0,004195	0,073238	0,002686
15	0,117537	0,006932	0,098017	0,004815	0,078459	0,003083
16	0,125333	0,007885	0,104528	0,005478	0,083678	0,003507
17	0,133121	0,008900	0,111035	0,006184	0,088894	0,003959
18	0,140901	0,009976	0,117537	0,006932	0,094108	0,004438
19	0,148672	0,011114	0,124034	0,007722	0,099320	0,004944
20	0,156434	0,012312	0,130526	0,008555	0,104528	0,005478
21	0,164187	0,013571	0,137012	0,009431	0,109734	0,006039
22	0,171929	0,014891	0,143493	0,010349	0,114937	0,006627
23	0,179661	0,016271	0,149967	0,011309	0,120137	0,007243
24	0,187381	0,017713	0,156434	0,012312	0,125333	0,007885
25	0,195090	0,019215	0,162895	0,013357	0,130526	0,008555
26	0,202787	0,020777	0,169350	0,014444	0,135716	0,009252
27	0,210472	0,022400	0,175796	0,015573	0,140901	0,009976
28	0,218143	0,024083	0,182236	0,016745	0,146083	0,010728
29	0,225801	0,025827	0,188667	0,017959	0,151261	0,011506
30	0,233445	0,027630	0,195090	0,019215	0,156434	0,012312
31	0,241075	0,029494	0,201505	0,020513	0,161604	0,013144
32	0,248690	0,031417	0,207912	0,021852	0,166769	0,014004
33	0,256289	0,033400	0,214309	0,023234	0,171929	0,014891
34	0,263873	0,035443	0,220697	0,024658	0,177085	0,015804
35	0,271440	0,037545	0,227076	0,026123	0,182236	0,016745
36	0,278991	0,039706	0,233445	0,027630	0,187381	0,017713
37	0,286525	0,041927	0,239804	0,029179	0,192522	0,018707
38	0,294040	0,044207	0,246153	0,030769	0,197657	0,019729
39	0,301538	0,046546	0,252492	0,032401	0,202787	0,020777
40	0,309017	0,048943	0,258819	0,034074	0,207912	0,021852

5. ТАБЛИЦЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОСТЕЙШИХ ФИГУР И ТЕЛ

Таблица 1.8. Определение элементов некоторых плоских фигур

Определяемые величины		
h	$\sqrt{b^2 - e^2}$; $b \sin\alpha$ $\sqrt{c^2 - q^2}$; $c \sin\beta$	$\sqrt{k^2 - a^2}$; $k \sin\alpha$
e	$\sqrt{b^2 - h^2}$; $b \cos\alpha$	—
g	$\sqrt{c^2 - h^2}$; $c \cos\beta$	—

Продолжение табл. I.8.

Определяемые величины		
		
k	—	$\sqrt{h^2 + a^2}$
m	—	$\frac{k}{2}$; $\frac{\sqrt{h^2 + a^2}}{2}$
x	$\frac{1}{3} h$	$\frac{1}{2} h$
y	$\frac{1}{3} (e + a)$	$\frac{1}{2} a$
Определяемые величины		
h	$\sqrt{b^2 - e^2}$; $b \sin \alpha$; $\sqrt{f^2 - (a + e)^2}$; $\sqrt{k^2 - (a - e)^2}$	$\sqrt{b^2 - e^2}$; $\sqrt{d^2 - q^2}$; $\sqrt{f^2 - (c + e)^2}$; $\sqrt{k^2 - (c + q)^2}$
e	$\sqrt{b^2 - h^2}$; $\sqrt{f^2 - h^2} - a$; $b \cos \alpha$; $h \operatorname{ctg} \alpha$	$\sqrt{b^2 - h^2}$; $b \cos \alpha$; $a - (c + q)$; $a - \sqrt{k^2 - h^2}$
q	—	$\sqrt{d^2 - h^2}$; $d \cos \beta$ $a - (c + e)$; $a - \sqrt{f^2 - h^2}$
k	$\sqrt{h^2 + (a - e)^2}$	$\sqrt{h^2 + (a - e)^2}$; $\sqrt{h^2 + (c + g)^2}$
f	$\sqrt{h^2 + (a + e)^2}$	$\sqrt{h^2 + (a - g)^2}$; $\sqrt{h^2 + (c + e)^2}$
m	$\frac{1}{2} \sqrt{h^2 + (a + e)^2}$	$f \frac{a}{a + c}$
n	$\frac{1}{2} \sqrt{h^2 + (a - e)^2}$	$k \frac{a}{a + c}$

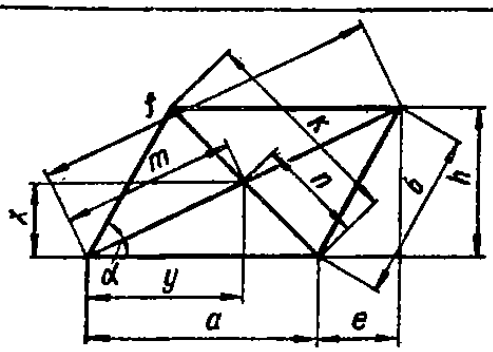
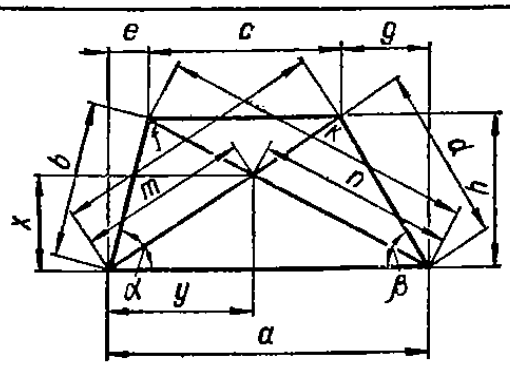
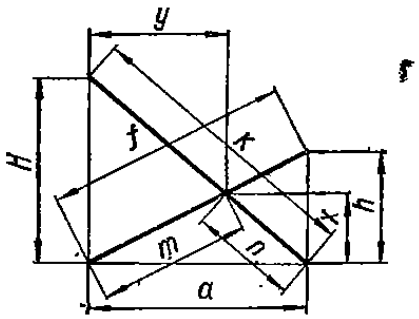
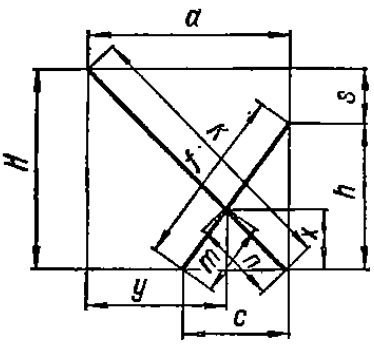
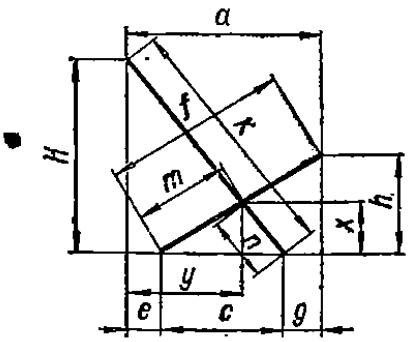
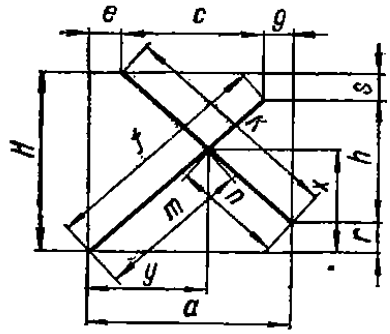
Определяемые величины		
x	$\frac{1}{2}h$	$h\frac{a}{a+c}$
y	$\frac{1}{2}(a+e)$	$\frac{a}{a+c}(c+e)$

Таблица I.9. Длины пересекающихся стержней

Определяемые величины		
f	$\sqrt{a^2+h^2}$	$\sqrt{c^2+h^2}$
k	$\sqrt{a^2+H^2}$	$\sqrt{a^2+H^2}$
m	$\frac{f}{H+h}H;\quad \frac{\sqrt{a^2+h^2}}{H+h}H$	$\frac{c}{cH+ah}fH;\quad \frac{cH\sqrt{c^2+h^2}}{cH+ah}$
n	$\frac{k}{H+h}h;\quad \frac{\sqrt{a^2+H^2}}{H+h}H$	$\frac{c}{cH+ah}kh;\quad \frac{ch\sqrt{a^2+H^2}}{cH+ah}$
x	$\frac{H}{H+h}h$	$\frac{c}{cH+ah}Hh$
y	$\frac{H}{H+h}a$	$a\left[\frac{cH+h(a-c)}{cH+ah}\right];$ $a\left(1-\frac{ch}{cH+ah}\right)$

Определяемые величины		
f	$\sqrt{(c+q)^2+h^2}$	$\sqrt{(c+e)^2+(h+r)^2}$; $\sqrt{(a-q)^2+(H-s)^2}$
k	$\sqrt{(c+e)^2+H^2}$	$\sqrt{(c+q)^2+(h+s)^2}$; $\sqrt{(a-e)^2+(H-r)^2}$
m	$\dfrac{cfH}{(c+e)h+(c+q)H}$	$\dfrac{f(aH-er)}{(c+q)(h+r)+(c+e)(h+s)}$
n	$\dfrac{ckh}{(c+e)h+(c+q)H}$	$\dfrac{k(ah+rq)}{(c+q)(h+r)+(c+e)(h+s)}$
x	$\dfrac{cHh}{(c+e)h+(c+q)H}$	$\dfrac{(h+r)(aH-er)}{(c+q)(h+r)+(c+e)(h+s)}$
y	$\dfrac{(e+c)[eh+(c+q)H]}{(c+e)h+(c+q)H}$	$\dfrac{(e+c)(aH-er)}{(c+q)(h+r)+(c+e)(h+s)}$

I.2. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ КОНСТРУКЦИЙ

Расчет конструкций производят в соответствии с СТ СЭВ 384-76 по первой и по второй группам предельных состояний. Значения расчетных нагрузок получают умножением нормативных нагрузок на соответствующие коэффициенты надежности, учитывающие возможные отклонения иагрузок в неблагоприятиую сторону от нормативных значений и устанавливаемые в зависимости от учитываемого предельного состояния.

Значения нормативных иагрузок, коэффициентов надежности, а также других коэффициентов, учитываемых при расчете различных конструкций (коэффициенты динамичности, сочетаний и т. п.), приведены в СНиП II-6-74 «Нагрузки и воздействия».

Расчет конструкций на прочность и устойчивость производят по расчетным нагрузкам, а иа выносливость и при определении деформаций и перемещеиий — по нормативным. При расчете иа устойчивость и при определении деформаций и перемещений ослабление сечений отверстиями для заклепок и болтов не учитывают.

Определение напряжений в элементах конструкций, деформаций и перемещений производят по упругой стадии работы материала. Разрезные балки постоянного сечения из стали классов С38/23 ÷ С60/45, несущие статическую нагрузку, а также сплошностенчатые внецентренно сжатые (сжато-изогнутые) и внецентренно растянутые (растянуто-изогнутые) элементы, не подвергающиеся непосредственному

воздействию динамических нагрузок, согласно пп. 4.15 и 4.18 СНиП II-В.3-72 могут быть рассчитаны на прочность по пластическому моменту сопротивления W^n.

Расчет конструкций следует производить на следующие сочетания нагрузок:

а) основные, состоящие из постоянных и временных (длительных и кратковременных) нагрузок;

б) особые, состоящие из постоянных, временных (длительных и возможных кратковременных) нагрузок и одной из особых.

Все виды нагрузок в сочетаниях следует принимать с учетом указаний СНиП II-6-74 «Нагрузки и воздействия».

При расчетах элементов конструкций значения расчетных сопротивлений принимают с учетом коэффициентов условий работы (табл. I.10).

Таблица I.10. **Коэффициенты условий работы**

Номер п.п	Наименование элементов конструкций	Коэффициент условий работы
1	Сплошные балки и сжатые элементы ферм перекрытий над залами театров, клубов, кинотеатров, под трибунами, под помещениями магазинов, книгохранилищ и архивов и т. п. при весе перекрытий, равном полезной нагрузке или большем ее	0,9
2	Сжатые основные элементы (кроме опорных) решетки ферм покрытий и перекрытий (например, стропильных и аналогичных им ферм) при гибкости их $\lambda \geqslant 60$	0,8
3	Сжатые раскосы пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепляемых к поясам одной полкой:	
	а) сварными швами или двумя и более болтами или заклепками, поставленными вдоль уголка:	
	при перекрестной решетке с совмещенными в смежных гранях узлами	0,9
	при елочной и перекрестной решетке с несовмещенными в смежных гранях узлами	0,8
	б) одним болтом или одной заклепкой	0,75
4	Подкрановые балки под краны грузоподъемностью 5 тс и более тяжелого и весьма тяжелого режимов работы	0,9
5	Колонны жилых и общественных зданий и опор водонапорных башен	0,9
6	Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой (для неравнобоких уголков только узкой полкой), за исключением элементов конструкций, указанных в п. 3 настоящей таблицы, и плоских ферм из одиночных уголков	0,75

Примечания: 1. Коэффициенты условий работы, установленные в пп. 1 и 2, а также в пп. 2 и 6, одновременно не учитываются.

2. Коэффициенты условий работы, установленные в пп. 2, 3 и 6, не распространяются на крепления соответствующих элементов конструкций в узлах.

3. Для сжатых раскосов пространственных решетчатых конструкций (п. 3) при треугольной решетке с распорками коэффициент условий работы не учитывается.

2. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ЦЕНТРАЛЬНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ

Расчетные формулы:

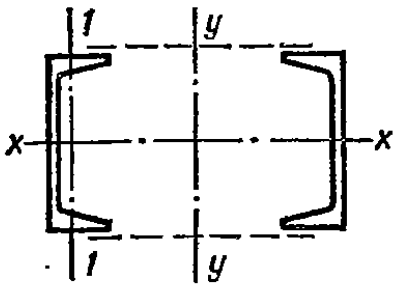
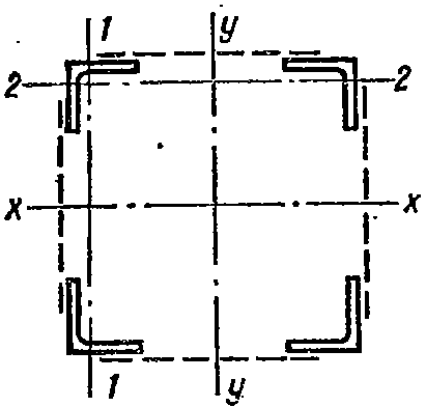
на прочность (элементы, подверженные растяжению или сжатию)

$$\frac{N}{F_{нт}} \leqslant R; \qquad (I.1)$$

на устойчивость (элементы, подверженные сжатию)

$$\frac{N}{\varphi F_{бр}} \leqslant R. \qquad (I.2)$$

Таблица I.11. Приведенная гибкость $\lambda_{пр}$

Эскиз сечения стержня	Тип соединительных элементов	$\lambda_{пр}$
	Планки	$\sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$
	Решетки	$\sqrt{\lambda_y^2 + k_1 \frac{F}{F_{p_1}}}$
	Планки	$\sqrt{\lambda^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2}$
	Решетки	$\sqrt{\lambda^2 + F\left(\frac{k_1}{F_{p_1}} + \frac{k_2}{F_{p_2}}\right)}$

Примечание. λ — наибольшая гибкость всего стержня; λ_y — гибкость всего стержня отиосительно свободной оси; λ_1 и λ_2 — гибкость отдельных ветвей относительно осей *1—1* и *2—2* на участках между прнваренными планкамн в свету или между центрами крайних заклепок; F — площадь сечення всего стержня; F_{p_1} и F_{p_2} — площадь сечения раскосов решеток, лежащих в плоскостях, соответственно перпендикулярным к осям *1—1* и *2—2*; k_1 и k_2 — коэффициенты, зависящие от велнчины угла α между раскосом и ветвью (рис. 1.3) в плоскостях соответствующнх решеток и принимаемые при $\alpha = 30°$ равными 45, прн $\alpha = 40°$—31, при $\alpha = 45 \div 60°$ — 27.

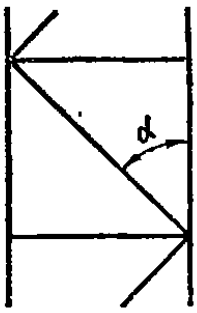


Рис. I.3. Схема для определения угла наклона раскоса соединительной решетки.

Коэффициент продольного изгиба φ определяют по наибольшей гибкости элемента.

Гибкость стержня относительно материальных осей прииимают по формуле

$$\lambda = \frac{l_0}{r},$$

где l_0 — расчетная длина стержня; r — радиус инерции сечения стержня.

Гибкость стержня относительно свободных осей (приведенная гибкость) определяют по табл. I.11.

Формулы приведенной гибкости при соединении ветвей стержней плаиками справедливы при отношении погонных жесткостей планки и ветви $i_{пл}/i_в \geqslant 5$; при $i_{пл}/i_в < 5$ должио быть учтено влияние гибкости планки на величину приведенной гибкости.

Гибкость отдельных ветвей на участках между планками должна быть не более 40

Составные элементы из уголков, швеллеров и т. п., соединенных вплотиую или через прокладки, можно рассматривать как сплошностенчатые при условии, что наибольшие расстояния между их соедииениями не превышают $40r$ — для сжатых элементов, $80r$ — для растянутых (r— радиус инерции уголка или швеллера отиосительио оси, параллельной плоскости расположения прокладок). В одиом элементе должно быть не менее двух прокладок.

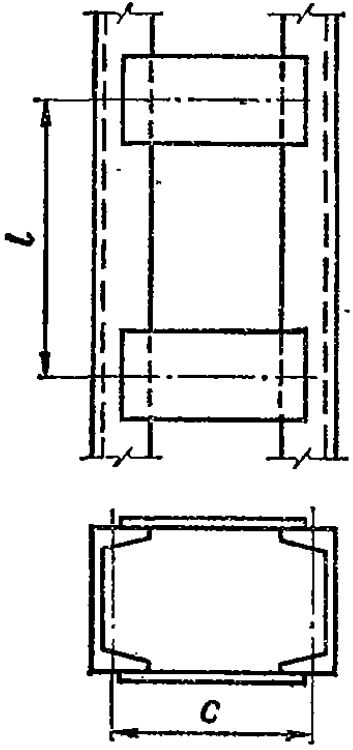


Рис. I.4. Составной стержень на планках.

Соединительные планки и решетки центрально-сжатых составных стержней следует рассчитывать на условную поперечную силу $Q_{усл}$ в кгс, принимаемую постоянной по всей длине стержня и равную для стали класса: С38/23 — $20F$; С44/29 — $30F$; С46/33 и С52/40 — $40F$, С60/45 — $50F$, С70/60 — $60F$, С85/75 — $70F$ (F — площадь брутто всего сечения стержня, см^2).

Поперечная сила распределяется поровну между всеми параллельными ей плоскостями планок или решеток.

Соединительные планки рассчитывают как элементы безраскосных ферм на силу, срезывающую планку $T = \frac{Q_п l}{c}$, и момент, изгибающий планку в ее плоскости $M = \frac{Q_п l}{2}$, где $Q_п$ — условная поперечная сила, приходящаяся на систему планок, расположенных в одной плоскости; l — расстояние между центрами планок; c — расстояние между осями ветвей (рис. I.4).

Соединительные решетки рассчитывают как решетки ферм. При расчете перекрестных раскосов крестовой решетки с распорками необходимо учитывать дополнительные усилия, возникающие в них от обжатия поясов. Стержни, уменьшающие расчетную длину сжатых элементов, рассчитывают на усилие, равное $Q_{усл}$ в основном сжатом стержне.

Расчетную длину колонн и их отдельных участков определяют по формуле $l_0 = \mu l$, где l — длина колонны, отдельного участка колонны или высота этажа; μ — коэффициент расчетной длины. Для колони и стоек постоянного сечения коэффициент μ принимается по табл. I.12 и I.13 в зависимости от условий закрепления их концов.

Таблица I.12. **Коэффициент μ расчетной длины колонн и стоек постоянного сечения (кроме колонн с упругим защемлением концов)**

Схема								
μ	2,0	1,0	0,7	0,5	1,0	2,0	0,725	1,12

Таблица I.13. **Коэффициент μ расчетной длины колонн постоянного сечения одноэтажных рам (для колонн с упругим защемлением верхнего конца)**

Закрепление нижнего конца колонны в фундаменте	Коэффициент μ при $i_р/i_к$							
	0	0,2	0,3	0,5	1,0	2,0	3,0	≥10
Жесткое	2	1,5	1,4	1,28	1,16	1,08	1,06	1,0
Шарнирное	—	3,42	3,0	2,63	2,33	2,17	2,11	2,0

Примечание. $i_р$ — сумма погонных жесткостей ригелей, примыкающих к проверяемой колонне; $i_к$ — погонная жесткость колонны. При шарнирном креплении ригеля к колонне $i_р/i_к = 0$.

Для одноступенчатых колонн одноэтажных рам коэффициенты μ определяют по табл. I.14.

Для колонн и стоек многоэтажных рам коэффициенты расчетной длины μ определяют согласно указаниям СНиП II-В.3-72.

Расчетные длины колонн рам из плоскости рам принимают равными расстояниям между закрепленными точками (опорами колоин, подкрановых балок и подстропильных ферм, узлами крепления связей и ригелей и т. п.).

Расчетную длину элементов плоских ферм и связей определяют по табл. I.15, элементов пространственных конструкций из одиночных уголков — по табл. I.16.

Таблица I.14. **Коэффициенты μ расчетной длины одноступенчатых колонн одноэтажных зданий**

Участок колонны	Значения μ при закреплении верхнего конца			
	свободном	только от поворота	неподвижном, шарнирном	неподвижном и от поворота
Нижний при $0{,}3 \geqslant \frac{I_2}{I_1} \geqslant 0{,}1$	2,5	2,0	1,6	1,2
Нижний при $0{,}1 > \frac{I_2}{I_1} \geqslant 0{,}05$	3,0	2,0	2,0	1,5
Верхний	3,0	3,0	2,5	2,0

Примечания: 1. Данной таблицей пользоваться при $l_2/l_1 \leqslant 0{,}6$ $N_1/N_2 \geqslant 3$.
2. l_1, I_1, N_1 — соответственно длина, момент инерции нижнего участка колонны и действующая на этом участке продольная сила; l_2, I_2, N_2 — то же, для верхнего участка колонны.

Таблица I.15. **Расчетная длина l_0 элементов плоских ферм и связей**

Направление продольного изгиба и характеристика узла пересечения стержней решетки	Расчетная длина l_0					
	стержней перекрестной решетки, если поддерживающий стержень			всех элементов, кроме стержней перекрестной решетки		
	растянут	не работает	сжат	поясов	опорных раскосов и стоек	прочих стержней решетки
В плоскости фермы	l	l	l	l	l	$0{,}8l$
Из плоскости фермы, если оба стержня не прерываются	— l	— $0{,}7l_2$	— l_2	l_1 —	l_1 —	l_1 —
Из плоскости фермы, если поддерживающий стержень прерывается и перекрывается фасонкой	$0{,}7l_2$	l_2	$1{,}4l_2$	—	—	—
Из плоскости фермы при действии сжимающих усилий N_1 при $N_2 < N_1$ на длине l_1 элемента	—	—	—	$l_1 \frac{3N_1 + N_2}{4N_1}$	—	—

Примечания: 1. l — геометрическая длина элемента (расстояние между центрами узлов) в плоскости фермы; l_1 — расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы; l_2 — полная геометрическая длина сжатого стержня.
2. Для отдельных элементов решетки из одиночных уголков расчетную длину l_0 принимают равной их геометрической длине.
3. При определении гибкости пересекающихся стержней радиусы инерции сжатых элементов из одиночных уголков: при $l_0 = l$ — $r_{мин}$; при $l_0 = 0{,}7l_2$, $l_0 = l_2$ и $l_0 = 1{,}4l_2$ — радиус инерции относительно оси уголка, параллельной плоскости фермы (рис. 1.5).

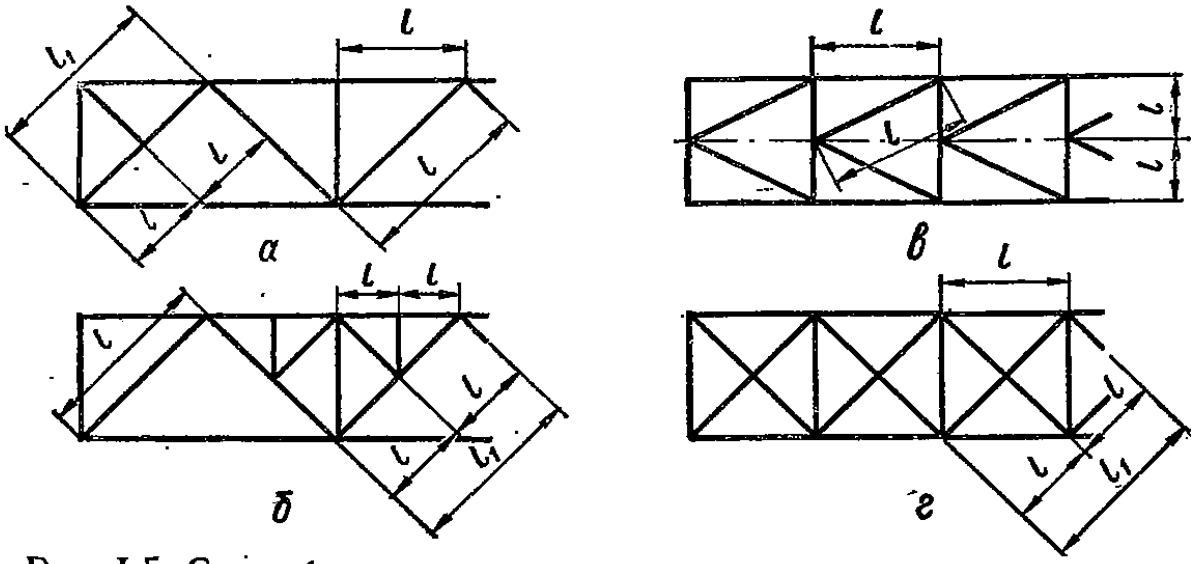
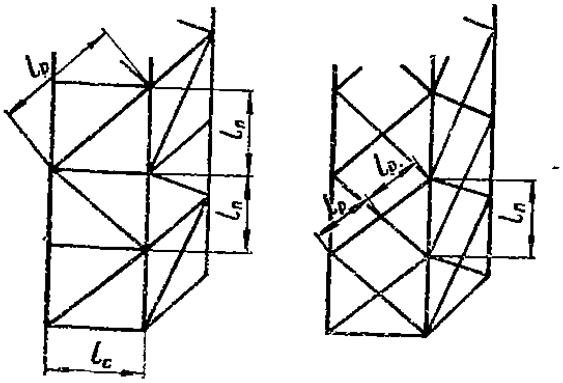
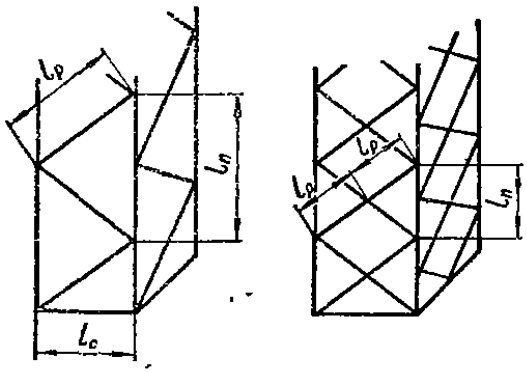


Рис. I.5. Схема ферм для определения расчетных длин элементов:
а — треугольная решетка со стойками; *б* — то же, со шпренгелем; *в* — полураскосная треугольная решетка; *г* — перекрестная решетка со стойками.

Таблица I.16. **Расчетная длина l_0 и радиусы инерции сечений r элементов пространственных конструкций из одиночных уголков**

Эскиз	Конструкция с узлами в смежных гранях	Пояс		Элемент решетки		
		расчетная длина l_0	радиус инерции r	расчетная длина l_0 раскоса	стойки	радиус инерции r
	Совмещенными	$l_п$	$r_{мин}$	$\mu_р l_р$	$0{,}8 l_с$	$r_{мин}$
	Несовмещенными	$\mu_п l_п$	r_x или r_y	$\mu_р l_р$	—	$r_{мин}$

Примечание. $\mu_п$ и $\mu_р$ — коэффициенты расчетной длины пояса и раскоса, принимаемые по табл. I.17 и I.18 в зависимости от отношения наименьших погонных жесткостей пояса и раскоса $\frac{i_п}{i_р} = \frac{I_{пмин}\, l_р}{I_{рмин}\, l_п}$, где $I_{пмин}$ и $I_{рмин}$ — наименьшие моменты инерции сечений пояса и раскоса.

Таблица I.17. Коэффициент $\mu_п$

$i_п/i_р$	1,0	1,25	2,5	5,0	10,0
$\mu_п$	0,98	1,00	1,03	1,08	1,13

Примечания: 1. Данные значения $\mu_п$ применять при жестком прикреплении раскосов к поясу (сварными швами, двумя или более болтами или заклепками, расположенными вдоль раскоса).

2. При шарнирном прикреплении раскоса (одним болтом или заклепкой) независимо от отношения $i_п/i_р$ принимают $\mu_п = 1,14$.

Таблица I.18. Коэффициент $\mu_р$

Соединение раскоса с поясом	$i_п/i_р$	$l_р/r_{мин}$						
		⩽80	100	120	140	160	180	200
Жесткое	⩽2	0,98	0,89	0,83	0,77	0,74	0,72	0,70
»	⩾6	0,92	0,84	0,78	0,74	0,70	0,70	0,70
Шарнирное	—	1,00	0,94	0,88	0,83	0,80	0,78	0,77

Таблица I.19. Предельная гибкость λ сжатых и растянутых элементов

Номер п. п	Элементы конструкций	Предельная гибкость элементов λ			
		сжатых (во всех случаях)	растянутых		
			при непосредственном действии нагрузок		при особо тяжелых условиях эксплуатации
			динамических	статических	
1	Пояса, опорные раскосы и стойки ферм, передающие опорные реакции	120	250	400	250
2	Прочие элементы ферм	150	350	400	300
3	Верхние пояса стропильных ферм, остающиеся незакрепленными на время монтажа	220	—	—	—
4	Основные колонны	120	—	—	—
5	Второстепенные колонны, решетки колонн, связи между колоннами (ниже подкрановых балок)	150	—	—	—
6	Элементы связей, за исключением указанных в п. 5	200	—	—	—
7	Стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие неработающие элементы	200	—	—	—
8	Нижние пояса подкрановых балок и ферм	—	150	—	150
9	Элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)	—	300	300	200
10	Прочие элементы связей	—	400	400	300

Примечания: 1. В сооружениях, не подвергающихся динамическим воздействиям, гибкость растянутых элементов проверяется только в вертикальной плоскости.

2. Для растянутых раскосов стропильных ферм с незначительными усилиями, в которых знак усилия может изменяться, предельная гибкость принимается как для сжатых элементов.

3. Гибкость растянутых элементов связей, подвергнутых предварительному напряжению, не ограничивается.

Таблица I.20. **Коэффициенты φ продольного изгиба центрально-сжатых элементов**

Гибкость λ	Значения φ для сталей классов					
	C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998	0,998
2	0,998	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997
3	0,996	0,996	0,996	0,996	0,995	0,995
4	0,995	0,995	0,994	0,994	0,994	0,993
5	0,994	0,994	0,993	0,993	0,992	0,992
6	0,993	0,992	0,992	0,991	0,990	0,990
7	0,992	0,991	0,990	0,990	0,989	0,988
8	0,990	0,990	0,989	0,988	0,987	0,986
9	0,989	0,988	0,987	0,987	0,986	0,985
10	0,988	0,987	0,986	0,985	0,984	0,983
11	0,986	0,985	0,984	0,983	0,981	0,980
12	0,984	0,983	0,982	0,980	0,978	0,977
13	0,983	0,981	0,980	0,978	0,976	0,974
14	0,981	0,979	0,978	0,976	0,973	0,971
15	0,979	0,978	0,976	0,974	0,970	0,968
16	0,977	0,976	0,973	0,971	0,967	0,965
17	0,975	0,974	0,971	0,969	0,964	0,962
18	0,974	0,972	0,969	0,967	0,962	0,959
19	0,972	0,970	0,967	0,964	0,959	0,956
20	0,970	0,968	0,965	0,962	0,956	0,953
21	0,967	0,965	0,962	0,959	0,952	0,949
22	0,965	0,961	0,958	0,955	0,948	0,944
23	0,962	0,958	0,955	0,952	0,944	0,940
24	0,959	0,955	0,952	0,948	0,940	0,935
25	0,957	0,952	0,948	0,945	0,936	0,931
26	0,954	0,948	0,945	0,941	0,932	0,927
27	0,951	0,945	0,942	0,938	0,928	0,922
28	0,949	0,941	0,938	0,934	0,924	0,918
29	0,946	0,938	0,935	0,931	0,920	0,913
30	0,943	0,935	0,932	0,927	0,916	0,909
31	0,939	0,931	0,928	0,922	0,911	0,903
32	0,935	0,927	0,923	0,917	0,906	0,898
33	0,932	0,922	0,919	0,912	0,901	0,892
34	0,928	0,918	0,914	0,907	0,896	0,886
35	0,924	0,913	0,910	0,903	0,891	0,881
36	0,920	0,909	0,906	0,898	0,886	0,875
37	0,916	0,905	0,901	0,893	0,881	0,869
38	0,913	0,901	0,897	0,888	0,876	0,863
39	0,909	0,896	0,892	0,883	0,871	0,858
40	0,905	0,892	0,888	0,878	0,866	0,852
41	0,901	0,887	0,883	0,873	0,860	0,846
42	0,897	0,882	0,878	0,867	0,855	0,840

Продолжение табл. I.20

Гибкость λ	Значения φ для сталей классов					
	C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60
43	0,894	0,877	0,873	0,862	0,849	0,833
44	0,890	0,872	0,868	0,856	0,844	0,827
45	0,886	0,868	0,863	0,851	0,838	0,821
46	0,882	0,863	0,857	0,845	0,832	0,815
47	0,878	0,858	0,852	0,840	0,827	0,809
48	0,875	0,853	0,847	0,834	0,821	0,802
49	0,871	0,848	0,842	0,829	0,816	0,796
50	0,867	0,843	0,837	0,823	0,810	0,790
51	0,862	0,838	0,831	0,817	0,803	0,781
52	0,858	0,833	0,826	0,811	0,796	0,772
53	0,853	0,828	0,820	0,805	0,789	0,763
54	0,848	0,823	0,814	0,799	0,782	0,754
55	0,843	0,818	0,809	0,794	0,775	0,745
56	0,839	0,812	0,803	0,788	0,768	0,736
57	0,834	0,807	0,797	0,782	0,761	0,727
58	0,829	0,802	0,791	0,776	0,754	0,718
59	0,825	0,797	0,786	0,770	0,747	0,709
60	0,820	0,792	0,780	0,764	0,740	0,700
61	0,815	0,786	0,773	0,756	0,731	0,691
62	0,810	0,780	0,766	0,748	0,722	0,682
63	0,805	0,773	0,759	0,739	0,713	0,673
64	0,800	0,767	0,752	0,731	0,704	0,664
65	0,795	0,761	0,745	0,723	0,695	0,655
66	0,790	0,755	0,738	0,715	0,686	0,646
67	0,785	0,749	0,731	0,707	0,677	0,637
68	0,780	0,742	0,724	0,698	0,668	0,628
69	0,775	0,736	0,717	0,690	0,659	0,619
70	0,770	0,730	0,710	0,682	0,650	0,610
71	0,765	0,723	0,703	0,674	0,642	0,601
72	0,759	0,716	0,695	0,666	0,634	0,592
73	0,754	0,709	0,688	0,659	0,626	0,582
74	0,748	0,702	0,681	0,651	0,618	0,573
75	0,743	0,695	0,674	0,643	0,610	0,564
76	0,737	0,688	0,666	0,635	0,602	0,555
77	0,732	0,681	0,659	0,627	0,594	0,546
78	0,726	0,674	0,652	0,620	0,586	0,536
79	0,721	0,667	0,644	0,612	0,578	0,527
80	0,715	0,660	0,637	0,604	0,570	0,518
81	0,709	0,653	0,630	0,596	0,561	0,507
82	0,703	0,646	0,622	0,588	0,552	0,497
83	0,697	0,640	0,615	0,580	0,544	0,486
84	0,691	0,633	0,607	0,572	0,535	0,476
85	0,685	0,626	0,600	0,564	0,526	0,465

Продолжение табл. I.20

Гибкость λ	Значения φ для сталей классов					
	C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60
86	0,679	0,619	0,593	0,555	0,517	0,454
87	0,673	0,612	0,585	0,547	0,508	0,444
88	0,667	0,606	0,578	0,539	0,500	0,433
89	0,661	0,599	0,570	0,531	0,491	0,423
90	0,655	0,592	0,563	0,523	0,482	0,412
91	0,648	0,584	0,555	0,514	0,473	0,404
92	0,640	0,577	0,547	0,506	0,465	0,397
93	0,633	0,569	0,539	0,497	0,456	0,389
94	0,626	0,561	0,531	0,489	0,448	0,382
95	0,619	0,554	0,523	0,480	0,439	0,374
96	0,611	0,546	0,514	0,471	0,430	0,366
97	0,604	0,538	0,506	0,463	0,422	0,359
98	0,597	0,530	0,498	0,454	0,413	0,351
99	0,589	0,523	0,490	0,446	0,405	0,344
100	0,582	0,515	0,482	0,437	0,396	0,336
101	0,575	0,508	0,475	0,430	0,389	0,330
102	0,568	0,500	0,468	0,424	0,382	0,323
103	0,561	0,493	0,461	0,417	0,375	0,317
104	0,554	0,485	0,454	0,410	0,368	0,311
105	0,547	0,478	0,448	0,404	0,361	0,305
106	0,540	0,470	0,441	0,397	0,353	0,298
107	0,533	0,463	0,434	0,390	0,346	0,292
108	0,526	0,455	0,427	0,383	0,339	0,286
109	0,519	0,448	0,420	0,377	0,332	0,279
110	0,512	0,440	0,413	0,370	0,325	0,273
111	0,506	0,434	0,407	0,365	0,320	0,269
112	0,500	0,429	0,400	0,359	0,315	0,264
113	0,493	0,423	0,394	0,354	0,309	0,260
114	0,486	0,417	0,388	0,348	0,304	0,256
115	0,480	0,412	0,382	0,343	0,299	0,252
116	0,474	0,406	0,375	0,337	0,294	0,247
117	0,467	0,400	0,369	0,332	0,289	0,243
118	0,461	0,394	0,363	0,326	0,283	0,239
119	0,454	0,389	0,356	0,321	0,278	0,234
120	0,448	0,383	0,350	0,315	0,273	0,230
121	0,443	0,378	0,345	0,310	0,269	0,227
122	0,438	0,372	0,340	0,305	0,265	0,223
123	0,433	0,367	0,336	0,300	0,261	0,220
124	0,428	0,362	0,331	0,295	0,257	0,216
125	0,423	0,357	0,326	0,290	0,253	0,213
126	0,417	0,351	0,321	0,284	0,248	0,210
127	0,412	0,346	0,316	0,279	0,244	0,206
128	0,407	0,341	0,312	0,274	0,240	0,203
129	0,402	0,335	0,307	0,269	0,236	0,199

Продолжение табл. I.20

Гибкость λ	Значения φ для сталей классов					
	C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60
130	0,397	0,330	0,302	0,264	0,232	0,196
131	0,392	0,326	0,297	0,260	0,229	0,193
132	0,387	0,321	0,293	0,257	0,225	0,190
133	0,382	0,317	0,288	0,253	0,222	0,188
134	0,377	0,312	0,284	0,250	0,218	0,185
135	0,373	0,308	0,279	0,246	0,215	0,182
136	0,368	0,303	0,274	0,242	0,212	0,179
137	0,363	0,299	0,270	0,239	0,208	0,176
138	0,358	0,294	0,265	0,235	0,205	0,174
139	0,353	0,290	0,261	0,232	0,201	0,171
140	0,348	0,286	0,256	0,228	0,198	0,168
141	0,344	0,282	0,253	0,225	0,196	0,166
142	0,339	0,278	0,250	0,222	0,193	0,164
143	0,335	0,275	0,247	0,219	0,191	0,162
144	0,331	0,271	0,244	0,216	0,188	0,160
145	0,327	0,268	0,241	0,213	0,186	0,158
146	0,322	0,264	0,238	0,210	0,183	0,156
147	0,318	0,261	0,235	0,207	0,181	0,154
148	0,314	0,257	0,232	0,204	0,178	0,152
149	0,309	0,254	0,229	0,201	0,176	0,150
150	0,305	0,250	0,226	0,198	0,173	0,148
151	0,302	0,247	0,223	0,196	0,171	0,146
152	0,298	0,244	0,221	0,194	0,169	0,144
153	0,295	0,241	0,218	0,191	0,167	0,143
154	0,291	0,238	0,216	0,189	0,165	0,141
155	0,288	0,235	0,213	0,187	0,163	0,139
156	0,284	0,232	0,210	0,185	0,161	0,137
157	0,281	0,229	0,208	0,183	0,159	0,135
158	0,277	0,226	0,205	0,180	0,157	0,134
159	0,274	0,223	0,203	0,178	0,155	0,132
160	0,270	0,220	0,200	0,176	0,153	0,130
161	0,267	0,218	0,198	0,174	0,151	0,129
162	0,264	0,215	0,196	0,172	0,150	0,127
163	0,261	0,213	0,193	0,170	0,148	0,126
164	0,258	0,210	0,191	0,168	0,147	0,124
165	0,255	0,208	0,189	0,166	0,145	0,123
166	0,252	0,205	0,187	0,164	0,143	0,121
167	0,249	0,203	0,185	0,162	0,142	0,120
168	0,246	0,200	0,182	0,160	0,140	0,118
169	0,243	0,198	0,180	0,158	0,139	0,117
170	0,240	0,195	0,178	0,156	0,137	0,116
171	0,238	0,193	0,176	0,154	0,136	0,115
172	0,235	0,191	0,174	0,153	0,134	0,113

Гибкость λ	Значения φ для сталей классов					
	C38/23	C44/29	C46/33	C52/40	C60/45	C70/60
173	0,233	0,189	0,173	0,151	0,133	0,112
174	0,230	0,187	0,171	0,149	0,131	0,110
175	0,228	0,185	0,169	0,148	0,130	0,109
176	0,226	0,183	0,167	0,146	0,128	0,107
177	0,223	0,181	0,165	0,144	0,127	0,106
178	0,221	0,179	0,164	0,142	0,125	0,104
179	0,218	0,177	0,162	0,141	0,124	0,103
180	0,216	0,175	0,160	0,139	0,122	0,102
181	0,214	0,173	0,158	0,138	0,121	0,101
182	0,212	0,172	0,156	0,136	0,119	0,100
183	0,210	0,170	0,155	0,135	0,118	0,099
184	0,208	0,168	0,153	0,134	0,116	0,098
185	0,206	0,167	0,151	0,133	0,115	0,097
186	0,204	0,165	0,149	0,131	0,114	0,096
187	0,202	0,163	0,147	0,130	0,112	0,095
188	0,200	0,161	0,146	0,129	0,111	0,094
189	0,198	0,160	0,144	0,127	0,109	0,093
190	0,196	0,158	0,142	0,126	0,108	0,092
191	0,194	0,156	0,141	0,125	0,107	0,091
192	0,192	0,155	0,139	0,123	0,106	0,090
193	0,190	0,153	0,138	0,122	0,105	0,089
194	0,188	0,152	0,137	0,120	0,104	0,088
195	0,186	0,150	0,136	0,119	0,103	0,087
196	0,183	0,148	0,134	0,118	0,102	0,086
197	0,181	0,147	0,133	0,116	0,101	0,085
198	0,179	0,145	0,132	0,115	0,100	0,084
199	0,177	0,144	0,130	0,113	0,099	0,083
200	0,175	0,142	0,129	0,112	0,098	0,082
201	0,174	0,141	0,128	0,111	0,097	0,081
202	0,172	0,140	0,127	0,110	0,096	0,080
203	0,171	0,138	0,126	0,109	0,095	0,080
204	0,169	0,137	0,125	0,108	0,094	0,079
205	0,168	0,136	0,124	0,107	0,093	0,078
206	0,166	0,135	0,122	0,106	0,092	0,078
207	0,165	0,134	0,121	0,105	0,091	0,077
208	0,163	0,132	0,120	0,104	0,090	0,076
209	0,162	0,131	0,119	0,103	0,090	0,076
210	0,160	0,130	0,118	0,102	0,089	0,075
211	0,159	0,129	0,117	0,101	0,088	0,074
212	0,157	0,128	0,116	0,100	0,087	0,074
213	0,156	0,127	0,115	0,099	0,086	0,073
214	0,154	0,126	0,114	0,098	0,086	0,072
215	0,153	0,125	0,113	0,097	0,085	0,071

Продолжение табл. I.20

Гибкость λ	Значения φ для сталей классов					
	С38/23	С44/29	С46/33	С52/40	С60/45	С70/60
216	0,152	0,123	0,112	0,096	0,084	0,071
217	0,150	0,122	0,111	0,095	0,083	0,070
218	0,149	0,121	0,110	0,094	0,083	0,069
219	0,147	0,120	0,109	0,093	0,082	0,069
220	0,146	0,119	0,108	0,093	0,081	0,068

3. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ИЗГИБ

Нормальные напряжения при изгибе в главных плоскостях: одной

$$\sigma = \frac{M}{W_{нт}} \leqslant R; \qquad (I.3)$$

двух

$$\sigma = \frac{M_x}{I_{xнт}} y \pm \frac{M_y}{I_{yнт}} x \leqslant R. \qquad (I.4)$$

Касательные напряжения

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot \delta} \leqslant R_{ср}. \qquad (I.5)$$

Устойчивость балок

$$\frac{M}{\varphi_б W} \leqslant R. \qquad (I.6)$$

При $\sigma_x \leqslant Rm$, $\sigma_y \leqslant Rm$, $\tau_{xy} \leqslant 0{,}6Rm$ приведенные напряжения в стенках балок

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leqslant nRm, \qquad (I.7)$$

где n — коэффициент, принимаемый на опорах неразрезных подкрановых балок $n = 1{,}3$; для всех прочих балок $n = 1{,}15$; m — коэффициент условий работы, принимаемый по табл. I.10; для балок, не предусмотренных табл. I.10, а также на опорах неразрезных подкрановых балок в зоне растяжения от изгиба $m = 1{,}0$.

Местное напряжение смятия $\sigma_{см}$ в стенке балки под сосредоточенным грузом, приложенным к поясу балки в местах, не укрепленных ребрами

$$\sigma_м = \frac{n_1 P}{\delta z} \leqslant R, \qquad (I.8)$$

где P — расчетный сосредоточенный груз; δ — толщина стенки балки; n_1 — коэффициент, принимаемый для подкрановых балок под краны «особого» режима работы с жестким подвесом равным 1,5, то же, с гибким подвесом — 1,3, для прочих подкрановых балок — 1,1, для остальных балок — 1,0; z — условная длина распределения давления сосредоточенного груза.

При подвижной нагрузке $z = C\sqrt[3]{\frac{I_п}{\delta}}$,

где C — коэффициент, для сварных и прокатных балок равный 3,25; для клепаных балок — 3,75; $I_п$ — сумма моментов инерции пояса балки и кранового рельса,

при обеспечении совместной работы рельса и пояса (приварка рельса к поясу) — общий момент инерции рельса и пояса.

При неподвижной нагрузке

$$z = b + 2h_1,$$

где b — ширина полки поперечной балки; h_1 — толщина верхнего пояса балки, если нижняя балка сварная, или расстояние от наружной грани полки до начала внутреннего закругления стенки, если нижняя балка прокатная.

Проверка устойчивости стенок в балках не требуется, если:

при $\sigma_м = 0$

$\frac{h_0}{\delta} \leqslant 110\sqrt{\frac{21}{R}}$ (в балках с двусторонними поясными швами);

$\frac{h_0}{\delta} \leqslant 100\sqrt{\frac{21}{R}}$ (в балках с односторонними поясными швами);

при $\sigma_м \neq 0$

$$\frac{h_0}{\delta} \leqslant 80\sqrt{\frac{21}{R}}.$$

Поперечные ребра жесткости в балках следует устанавливать, если при $\sigma_м \neq 0$ $\frac{h_0}{\delta} > 70\sqrt{\frac{21}{R}}$, а при $\sigma_м = 0$ $\frac{h_0}{\delta} > 100\sqrt{\frac{21}{R}}$.

Расстояние между основными поперечными ребрами не должно превышать $2h_0$ при $\frac{h_0}{\delta} > 100$ и $2{,}5h_0$ при $\frac{h_0}{\delta} \leqslant 100$.

Относительный прогиб в изгибаемых элементах с достаточной степенью точности можно определить по формуле:

$$\frac{f}{l} \leqslant \frac{M_н l}{10EI} = \frac{\sigma_и l}{5Eh}, \qquad (I.9)$$

где f — абсолютный прогиб; l, h, I — длина, высота и момент инерции балки; $M_н$, $\sigma_н$ — изгибающий момент и напряжения от нормативных нагрузок; $E = 2{,}1 \times 10^4$ — модуль упругости стали, кН/см².

Предельные прогибы изгибаемых элементов приведены в табл. I.21.

Таблица I.21. **Предельные прогибы изгибаемых элементов**

Номер п.п	Элементы конструкций	Предельные прогибы, доли пролета
1	Подкрановые балки и фермы при кранах:	
	ручных	1/500
	электрических грузоподъемностью $Q \leqslant 50$ т	1/600
	то же, $Q > 50$ т	1/750
2	Пути кран-балок	1/500
3	Монорельсовые пути	1/400
4	Балки рабочих площадок производственных зданий:	
	при отсутствии рельсовых путей, главные	1/400
	то же, прочие	1/250
	при наличии узкоколейных путей	1/400
	то же, широкой колеи	1/600
5	Балки междуэтажных перекрытий:	
	главные	1/400
	прочие	1/250
6	Балки покрытий и чердачных перекрытий:	
	главные	1/250
	вспомогательные (прогоны)	1/200

Продолжение табл. I.21

Номер п.п	Элементы конструкций	Предельные прогибы, доли пролета
7	Элементы фахверка:	
	стойки, ригели	1/300
	прогоны остекления (в вертикальной и горизонтальной плоскостях)	1/200
8	Тормозные конструкции (балки или фермы) под краны «особого» режима работы	1/2000

Примечания: 1. Прогибы определяются от нормативной нагрузки без учета ослабления сечений отверстиями для заклепок и болтов, а также без учета коэффициента динамичности.

2. При наличии штукатурки прогиб балок перекрытий только от временной нагрузки не должен превышать 1/350 пролета.

Горизонтальные деформации (смещения) колонн на уровне верхнего пояса подкрановых балок должны быть не более величин, приведенных в табл. I.22.

Таблица I.22. Горизонтальные деформации колонн

Деформации (смещения) в направлении	Предельные смещения в долях высоты колонны h	
	в открытых подкрановых эстакадах	в зданиях и сооружениях с кранами «особого» режима работы
Поперечном при расчетной схеме:		
плоской	1/4000	1/2500
пространственной	—	1/4000
Продольном	1/4000	1/4000

Примечание. h — высота колонны от низа базы до головки рельса подкранового пути.

4. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ВНЕЦЕНТРЕННЫЕ СЖАТИЕ И РАСТЯЖЕНИЕ

Расчетные формулы:
на прочность

$$\frac{N}{F_{нт}} \pm \frac{M_x}{I_{xнт}} y \pm \frac{M_y}{I_{yнт}} x \leqslant R; \qquad (I.10)$$

на устойчивость элементов постоянного сечения в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии,

$$\frac{N}{\varphi_{вн} F} \leqslant R; \qquad (I.11)$$

на устойчивость из плоскости действия момента при изгибе в плоскости наименьшей жесткости:

$$\frac{N'}{c\varphi_y F} \leqslant R; \qquad (I.12)$$

$$\frac{N}{\varphi_x F} \leqslant R; \qquad (I.13)$$

ия устойчивость элементов со сплошной стенкой при сжатии и изгибе в обеих главных плоскостях при совпадении плоскости наибольшей жесткости и плоскости симметрии:

$$\frac{N}{\varphi_{xy}^{вн} F} \leqslant R \text{ или} \tag{I.14}$$

$$\frac{N}{\varphi_{y}^{вн} F \sqrt{c}} \leqslant R. \tag{I.15}$$

В формулах (I.10—I.15):
N, M_x, M_y — абсолютные значения продольной силы и изгибающих моментов относительно осей $x - x$ и $y - y$; $\varphi^{вн}$ — коэффициент, зависящий для сплошностенчатых стержней от условной гибкости стержня и приведенного эксцентриситета, для сквозных стержней, от условной приведенной гибкости и относительного эксцентриситета;

c — коэффициент, зависящий от формы сечения. $\varphi^{вн}$ и c — принимают по рекомендациям СНиП II-В.3-72.

Раздел II. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖЕЙ КМД, ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ, ТРАНСПОРТИРОВКА И ЭКОНОМИКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

II.1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Рабочие чертежи строительных металлических конструкций разрабатывают на стадиях: КМ (конструкции металлические) и КМД (конструкции металлические деталировочные).

В рабочих чертежах на стадии КМ должно быть предусмотрено выполнение требований ТП 101-76 «Технические правила по экономному расходованию основных строительных материалов», соответствие проектиых разработок исходным данным, указаниым в задании на проектирование, правильность выбора оптимальной расчетной схемы, компоновки с соблюдением уиифицированных параметров промышленных зданий и сооружений, принятых конструктивных решений, соответствующих расчетной схеме, обеспечение надежности работы при возведении и эксплуатации, а также долговечности всего сооружения и отдельных его элементов.

С целью выполнения поставленных задач по свижению материалоемкости металлических конструкций, снижению стоимости и трудоемкости их изготовления и монтажа в рабочих чертежах КМ должны быть приняты конструктивные решения, соответствующие передовым отечественным и зарубежным разработкам, применены типовые конструкции,, экономичные марки сталей и профили, в том числе широкополочные двутавры и тавры, эффективные сварочные материалы. При проектировании сварных элементов следует предусматривать такие их конструктивные формы, которые обеспечили бы использование высокопроизводительных способов сварки (автоматической и полуавтоматической).

В проектах, разработанных на стадии КМ, предусматривают конструкции из укрупненных блоков с минимальным количеством монтажных единиц максимальной заводской готовности, что способствует сокращению сроков возведения сооружения и снижению стоимости строительства.

Разработка чертежей КМД осуществляется на основании рабочих чертежей, выполненных на стадии КМ.

При разработке рабочих чертежей иа стадии КМД учитывают технологические возможности заводов-изготовителей металлоконструкций с целью максимального использоваиия имеющихся средств механизации и автоматизации производственного процесса — высокопроизводительного оборудования, специализированных участков, поточных линий и грузоподъемных механизмов.

При разбивке конструкций на отправочные элементы следует стремиться к уменьшению трудоемкости их изготовления, предусматривать необходимые детали для их траиспортирования внутри завода и к месту моитажа, учитывать возможность монтажа укрупненными блоками, легкость, быстроту и удобство постановки, выверки и закрепления конструкций.

При конструировании сварных элементов соблюдают конструктивные требования выполнения сварных соединений, предусматривают удобство наложения сварных швов и контроля за их выполнением. Скрытые сварные швы, поопераииоиая сборка должны быть сведены к минимуму. Необходимо принимать меры против хрупкого и усталостного разрушеиия коиструкций, предусматривать мероприятия, уменьшающие сварочные деформации.

С целью снижения расхода стали и трудозатрат на изготовлении металлоконструкций при разработке чертежей КМД учитывают следующие основные требования:

максимальное использование проката мерной и кратной длины;

экономное расходование металла;

максимальное применение нормализованных и унифицированных деталей, типовых коиструкций и узлов, уменьшение количества деталей, из которых состоит конструктивный элемент с максимальной их повторяемостью;

уменьшение объема наплавленного металла путем применения сварочных материалов, соответствующих более высокому классу стали, применения в сварных конструкциях минимально необходимых размеров (толщины и длины) сварных швов, применения для конструктивных и слабонагруженных элементов односторонних сварных швов;

погрузка конструкций на подвижной состав и транспортировка их от завода-изготовителя на монтажную площадку;

возможность защиты конструкций от коррозии в процессе эксплуатации;

безопасное производство работ при изготовлении и монтаже конструкций.

При разработке чертежей КМ и КМД следует обеспечить правильность применения нормативных документов и указаний вышестоящих организаций.

II.2. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ КМД

Оформление чертежей КМД производят в соответствии с ГОСТ 2.305-68 **.

На чертежах КМД конструкции изображают в виде отдельных отправочных элементов. В зависимости от габаритных размеров, количества деталей, составляющих элемент, их взаимного расположения на одном чертеже помещают один или несколько элементов. Длинномерные элементы с большим количеством деталей могут быть размещены на двух и более чертежах.

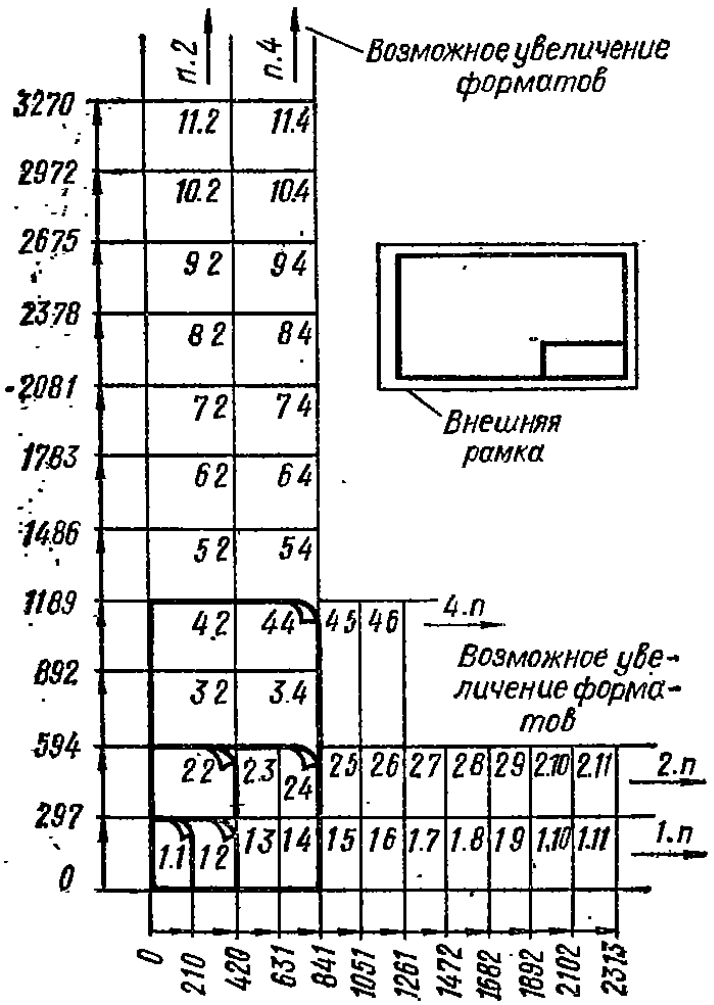


Рис. II.1. Схемы форматов по ГОСТ 2.301-68.

Изображения элементов на чертежах дают в виде проекций и разрезов. За основную проекцию элемента принимают проекцию, наиболее полно показывающую изображаемый элемент. Простые элементы (связи из одиночных уголков, балки из прокатных двутавров и швеллеров и т. п.) достаточно изображать в одной проекции. Количество изображений (проекций, видов и разрезов) должно быть минимальным, но достаточным, чтобы обеспечить полное представление об изображаемом элементе.

На чертеже элементы должны быть изображены так, чтобы основная проекция соответствовала их рабочему положению (горизонтальные элементы вычерчивают горизонтально, вертикальные — вертикально, наклонные — наклонно).

В элементах конструкций, изображенных на одном чертеже, не следует применять более двух марок стали; на одном чертеже не следует помещать конструктивные элементы, имеющие одинаковые или близкие по размерам детали, запроектированные из стали одинаковых профилей и толщин, но разных марок.

Рабочие чертежи металлоконструкций на стадии КМД вычерчиваются на листах форматов по ГОСТ 2.301-68 ЕСКД «Форматы» (рис. II.1). Форматы определяются размерами внешней рамки. Наиболее часто используемые форматы 24 и 22. Основные надписи на чертежи наносят, руководствуясь ГОСТ 21.103-78.

Масштаб изображений элементов выбирают в зависимости от габаритов изображаемой конструкции, ее сложности, количества деталей, из которых она состоит, элемеитов, примыкающих к ней, и т. п. При этом изображения иа чертежах должны

Таблица II.1. **Рекомендуемые масштабы**

Чертежи и конструкции	Масштаб
Монтажные схемы:	
простые	1 : 200; 1 : 400
сложные	1: 100
узлы	1 : 50; 1 : 75
Листовые конструкции	1 : 50; 1 : 75; 1 : 100
Решетчатые конструкции:	
геометрические схемы	1: 200
сетка	1 : 25; 1 : 40
сечения	1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25
Колонны, балки и т. п. сечения, мм:	
до 60	1 : 5; 1 : 10
60÷160	1 : 10; 1 : 15
160÷600	1 : 15; 1 : 20
600÷1200	1 : 20; 1 : 25
свыше 1200	1 : 25; 1 : 40
Наличие в узле отверстий при шаге, мм:	
80÷100	1 : 20
120÷160	1 : 25
более 160	1 : 40
Толщина элементов	Масштаб, принятый для сечения, но не менее 1 мм

быть четкими и удобными для чтения. Масштабы принимают по ГОСТ 2.302-68 ЕСКД «Масштабы».

При постановке размеров на чертежах должны быть выполнены требования ГОСТ 2.307-68* ЕСКД «Нанесение размеров и предельных отклонений».

Общие правила нанесения размеров сводятся к следующему:

1. Основанием для определения величины изображенного конструктивного элемента и его деталей служат размеры, нанесенные на чертеже. Определять размеры, пользуясь масштабом, не разрешается.

2. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля как отдельных деталей, так и конструктивного элемента в целом. Количество размеров и их расположение на чертеже должны обеспечивать удобство чтения чертежа и увязки с другими элементами.

3. Все линейные размеры и отметки уровней на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения.

4. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единиц измерения.

5. Преобладающие на чертеже диаметры отверстий и обрезы оговаривают в примечании и на чертеже не проставляют.

6. Ряд одинаковых размеров указывают в виде произведения количества размеров на величину размера (рис. II.2, *а*).

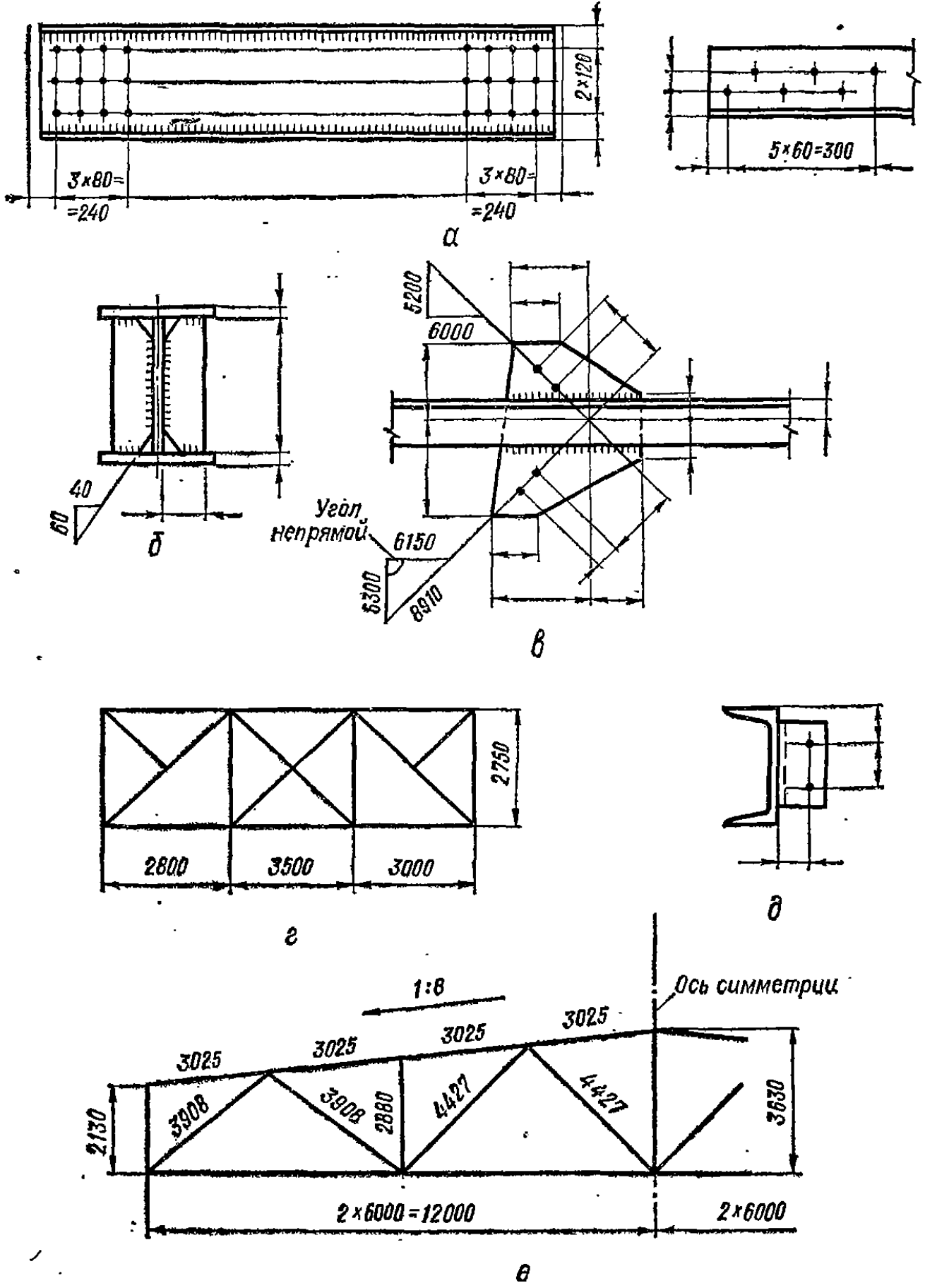


Рис. II.2. Порядок простановки размеров в чертежах КМД:

а — ряд одинаковых размеров; *б* — срезы деталей; *в* — направление наклонных линий; *г* — геометрические схемы; *д* — привязка размеров к грани элемента; *е* — симметричные геометрические схемы.

7. При простановке размеров по высоте или ширине сечения прокатных профилей размерную цепочку можно не замыкать, при этом размеры следует привязывать к той плоскости или грани, отметка или привязка которой должна быть выдержана в сооружении (рис. II.2, *д*).

8. Размеры срезов в ребрах следует указывать треугольником без выносных и размерных линий (рис. II.2, *б*).

9. Направление наклонных линий в элементах связей и других подобных конструкций обозначают треугольником, стороны которого параллельны соответствующим линиям геометрической схемы (рис. II.2, *в*).

10. В случае косоугольных треугольников необходимо указывать длины всех сторон с обязательной оговоркой «Угол непрямой» (рис. II.2, *г*).

11. Длину стержней в геометрических схемах решетчатых конструкций проставляют над линиями схемы без выносных и размерных линий, в симметричных схемах — только на одной половине (рис. II.2, *е*).

На монтажной схеме показывают взаимное положение в пространстве конструктивных элементов зданий или сооружения, выставляют размеры и отметки, необходимые для установки и выверки конструкций, дают все разрезы, показывающие рабочее положение каждого элемента в сооружении. Для детального показа соединений элементов между собой выносят отдельные узлы, выполняемые в более крупном масштабе.

При разработке монтажных схем обозначение продольных рядов и нумерацию поперечных осей, отметки и основные размеры принимают по тем чертежам КМ, на основании которых разработана данная монтажная схема.

Длинномерные конструктивные элементы типа колонн, балок, связей и т. п. на монтажных схемах условно изображают в виде сплошных линий, которые прерывают в местах монтажных стыков, листовые конструктивные элементы — в виде замкнутых контуров.

Линии контуров смежных отправочных элементов не должны совпадать.

II.3. ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Таблица II.2. **Технические характеристики основного оборудования заводов металлических конструкций**

Оборудование	Обрабатываемая деталь	
	Параметры	Предельные размеры
Листоправильные вальцы	Лист, мм: толщина / ширина	$\frac{36}{2500}$; $\frac{25}{3000}$
Угловправильные вальцы	Уголки размером, мм	$\leqslant 200\times30$
Листогибочные вальцы	Лист, мм толщина / ширина	$\frac{\leqslant 40}{\leqslant 6300}$
Кулачковый правильно-гибочный пресс	Двутавры до номера Швеллеры » » Уголки размером, мм Квадрат со стороной, мм	55 40 220×24 $\leqslant 200$
Гильотинные ножницы	Лист, мм: толщина / ширина	$\frac{32}{3200}$
Уголковые ножницы	Уголки, размером, мм:	$\leqslant 250\times28$
Ножницы для резки швеллеров и двутавров	Двутавры и швеллеры до номера	40

Продолжение табл. П.2

Оборудование	Обрабатываемая деталь	
	Параметры	Предельные размеры
Отрезной станок с дисковой или сегментной пилой	Двутавры до номера Швеллеры » » Трубы диаметром, мм	60 40 ⩽400
Газорезательные машины типа *: «Черномор»	Лист, мм длина ширина толщиина	 16 000 3150 5÷100
«Днепр»	длина ширина толщина	8000 2500÷8000 5÷160
«Одесса»	длина ширина толщина	9000 3000 5÷300
«Юг»	длина ширина толщина	8000 2500÷8000 5÷160
«*Picom*-250»	Трубы, мм: наружный диаметр длина при резке одного торца то же, двух	 25÷250 200÷12 000 6500
«*Picom*-400»	наружный диаметр длина при резке одного торца то же, двух	50 ÷ 400 1000 ÷ 12 000 ⩽ 6500
УФВТ-2	наружный диаметр длина при резке одного торца	109—600 500÷12 000
Дыропробивные прессы: одноштемпельный	Диаметр отверстия, мм / Толщина детали, мм	25/25, 50/16
многоштемпельный	Диаметр отверстия, мм / Толщина детали, мм Количество штемпелей, шт.	25/25 2; 4; 24
Сверлильные станки: вертикально-сверлильный	Диаметр просверливаемого отверстия, мм	⩽50
стационарный радиально-сверлильный	То же	100
То же, на сомаходной тележке	» »	100

* Машины типа «Черномор» и «Днепр» предназначены для раскройной прямолинейной резки, типа «Одесса» и «Юг» — для фигурной.

Продолжение табл. II.2

Оборудование	Обрабатываемая деталь	
	Параметры	Предельные размеры
Кромкострогальный станок	Длина строгания, мм	14 000
	Толщина пакета листов, мм	50
Торцефрезерные станки с фрезерными головками: одной	Обрабатываемая плоскость, мм: ширина / высота	$\frac{\leqslant 3600}{\leqslant 1400}$
двумя	ширина	3600
	высота	1800
	длин обрабатываемой конструкции	6000÷14 000
Листогибочный пресс	Лист, мм: ширина / толщина	$\frac{\leqslant 3500}{\leqslant 40}$; $\frac{\leqslant 6300}{\leqslant 25}$
Мостовые краны в цехе:	Грузоподъемность, т	
склад металла		⩽10
обработки		⩽10
сборочном		⩽30
общей сборки		⩽60
маляропогрузки		⩽60
Поточная линия по изготовлению сварных двутавров на ДЗМК им. Бабушкина	Вертикальный лист, мм: высота / толщина **	$\frac{600\div 2000}{6\div 20}$
	Горизонтальный лист, мм: ширина *** / толщина	$\frac{200\div 630}{10\div 40}$
	Длина сварного двутавра, мм	7200÷13 000

** Полный провар стенок сварных двутавров толщиной более 20 мм не обеспечивается. Толщина вертикальной стенки может быть переменной, если не требуется ее полный провар.

*** Горизонтальные листы сварных двутавров могут отличаться по ширине до 150 мм (не более 75 мм на сторону).

II.4. РАСЧЕТ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ НА ОТКРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

При расчете крепления грузов учитывают следующие нагрузки, действующие на погружаемые элементы:

горизонтальные инерционные силы продольные $F_{пр}$ и поперечные $F_{п}$;

вертикальные силы $F_{в}$, вызванные ускорениями при колебаниях движущегося вагона;

силу давления ветра $W_{п}$;

силы трения $F_{тр}^{пр}$ и $F_{тр}^{п}$;

массу груза $Q_{гр}$.

Таблица II.3. Расчетные сечения нагрузок

Сочетание	Силы, действующие на груз						
	$F_{пр}$	$F_{п}$	$F_{в}$	$W_{п}$	$F_{тр}^{пр}$	$F_{тр}^{п}$	$Q_{гр}$
I	+	—	—	—	+	—	+
II	—	+	+	+	—	+	+

Примечания: 1. Знак «+» означает, что данная сила учитывается в сочетании, знак «—» — не учитывается.

2. Первое сочетание соответствует соударению вагонов при маневрах, роспуске с сортировочных горок, трогании, осаживании и торможении поезда; второе — движение поезда с наибольшей допускаемой на сети железных дорог скоростью.

Указанные силы учитывают в двух сочетаниях (табл. II.3).

Продольная горизонтальная инерционная сила

$$F_{пр} = a_{пр} Q_{гр}, \qquad (II.1)$$

где $a_{пр}$ — удельная продольная инерционная сила, принимаемая по табл. II.4.

Таблица II.4. Удельная величина продольной инерционной силы

Тип крепления	$a_{пр}$, тс на 1 тс массы груза при массе брутто вагона или сцепа с опорой груза на вагон			
	один		два	
	⩽22	85	44	170
Упругое (проволочные растяжки, деревянные бруски, металлические полосовые обвязки)	1,2	1,0	1,2	0,9
Жесткое (болтовые и сварные соединения)	1,9	1,7	1,9	1,6

Промежуточные значения $a_{пр}$ определяют по формулам:

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}^{0}(a_{22} - a_{85})}{63}; \quad a_{пр} = a_{44} - \frac{Q_{гр}^{с}(a_{44} - a_{170})}{126}, \qquad (II.2)$$

где $Q_{гр}^{0}$ и $Q_{гр}^{с}$ — общая масса груза в вагоне или на сцепе, тс; a_{22}, a_{85}, a_{44}, a_{170} — удельная величина продольной инерционной силы соответственно при весе брутто в вагоне 22, 85 и на сцепе 44 и 170 тс.

Поперечная горизонтальная инерционная сила

$$F_{п} = a_{п} Q_{гр}, \qquad (II.3)$$

где $a_{п}$ — удельная величина поперечной инерционной силы; если центр тяжести груза находится в вертикальных поперечных плоскостях, проходящих через середину вагона или шкворневую балку, $a_{п}$ принимают по табл. II.5; если центр тяжести груза расположен в других вертикальных плоскостях, $a_{п}$ определяют по формуле:

$$a_{п} = a_{с} + \frac{2(a_{ш} - a_{с})}{l_{в}} l_{гр}, \qquad (II.4)$$

где $a_{с}$, $a_{ш}$ — принимают по табл. II.5; $l_{в}$ — база вагона, *м*; $l_{гр}$ — расстояние от центра тяжести груза до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона, м.

Для длинномерных грузов, перевозимых на сцепах с опорой на два вагона, $a_{п}$ принимают по табл. II.5.

Таблица II.5. Удельная поперечная инерционная сила

Способ размещения груза	$a_п$, кгс на 1 тс массы груза при скорости движения, км/ч		
	80	90	100
С опорой на один вагон и расположением центра тяжести груза в вертикальной поперечной плоскости, проходящей через:			
середину вагона $a_с$	230	280	330
шкворневую балку $a_ш$	450	550	650
С опорой на два вагона	300	350	400

Вертикальная сила

$$F_в = a_в Q_{гр}, \tag{II.5}$$

где $a_в$ — удельная величина вертикальной силы, кгс на 1 тс массы груза, определяемая в зависимости от типа вагона и скорости движения по формулам:

а) для четырехосных вагонов на тележках ЦНИИ-ХЗ-0 при скорости движения:

80 км/ч

$$a_{в(80)} = 295 + K_1 l_{гр} + \frac{1700}{Q^0_{гр}}; \tag{II.6}$$

90 км/ч

$$a_{в(90)} = 330 + K_2 l_{гр} + \frac{1950}{Q^0_{гр}}; \tag{II.7}$$

100 км/ч

$$a_{в(100)} = 365 + K_3 l_{гр} + \frac{2140}{Q^0_{гр}}; \tag{II.8}$$

Таблица II.6. Коэффициенты K_1, K_2, K_3

Способ размещения груза с опорой на вагон	K_1	K_2	K_3
Один	8	9	10
Два	20	22	24

б) для четырехосных вагонов на тележках МТ-50 и скорости движения 80 км/ч

$$a_в = 1{,}5\left(295 + K_1 l_{гр} + \frac{1700}{Q^0_{гр}}\right). \tag{II.9}$$

Коэффициенты K_1, K_2, K_3 приведены в табл. II.6.

Сила давления ветра

$$W_п = 50 S_п, \tag{II.10}$$

где 50 — величина удельного давления ветра, кгс/м^2; $S_п$ — площадь проекции поверхности груза, подверженной действию ветра, на вертикальную плоскость, проходящую через продольную ось вагона, м^2 (для цилиндрической поверхности $S_п$ принимается равной половине площади проекции).

Сила трения:

при размещении грузов с опорой на один вагон или два без применения турникетных опор

$$F^{пр}_{тр} = Q_{гр}\mu; \tag{II.11}$$

для длинномерных грузов, уложенных на двух турникетных опорах при одинаковой загрузке,

$$F^{пр}_{тр} = \frac{Q_{гр}}{2}(\mu + \mu_{ск}); \tag{II.12}$$

для грузов, размещенных с опорой на один вагон

$$F^{п}_{тр} = Q_{гр}\mu\,(1000 - a_в); \tag{II.13}$$

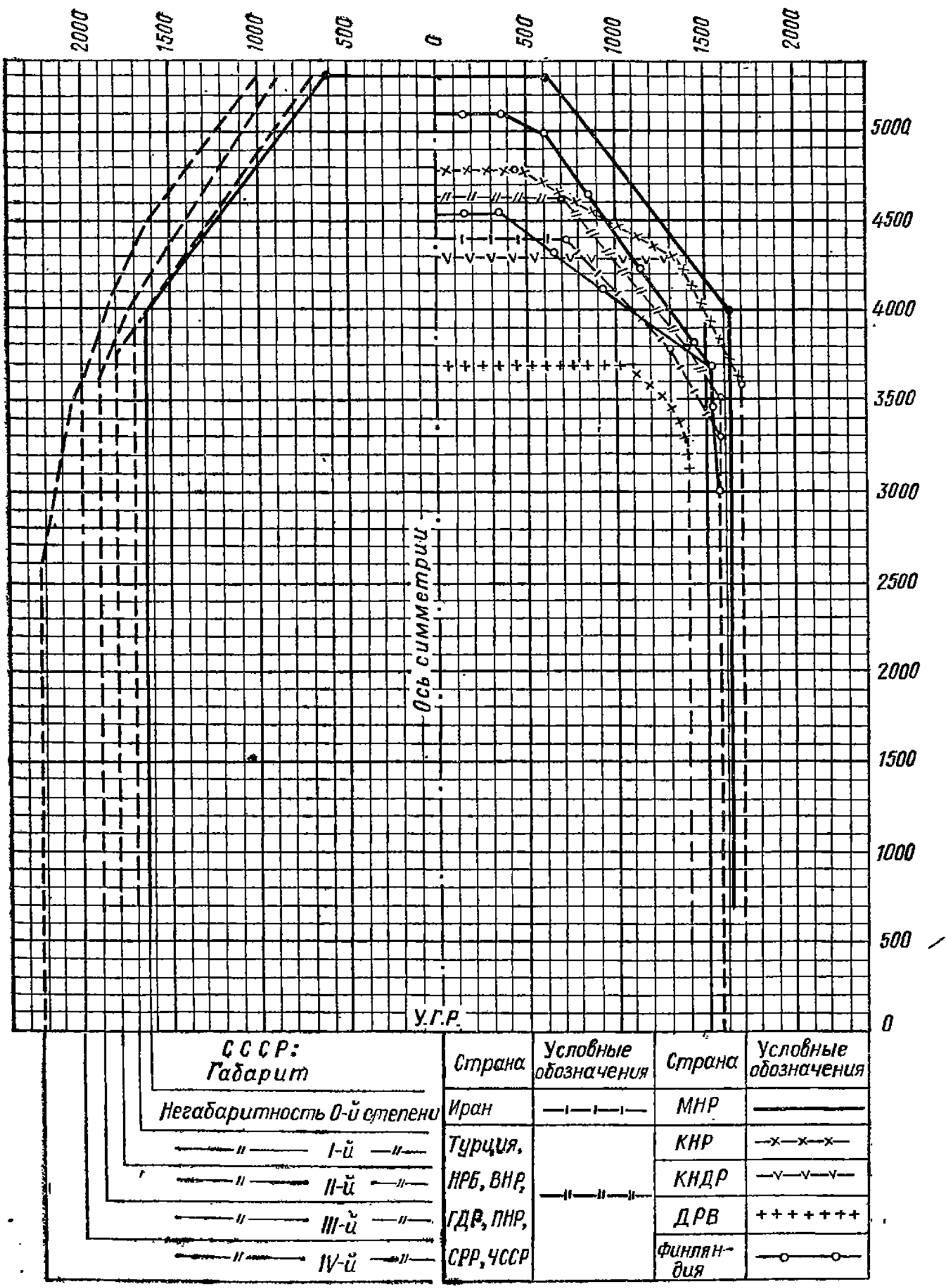
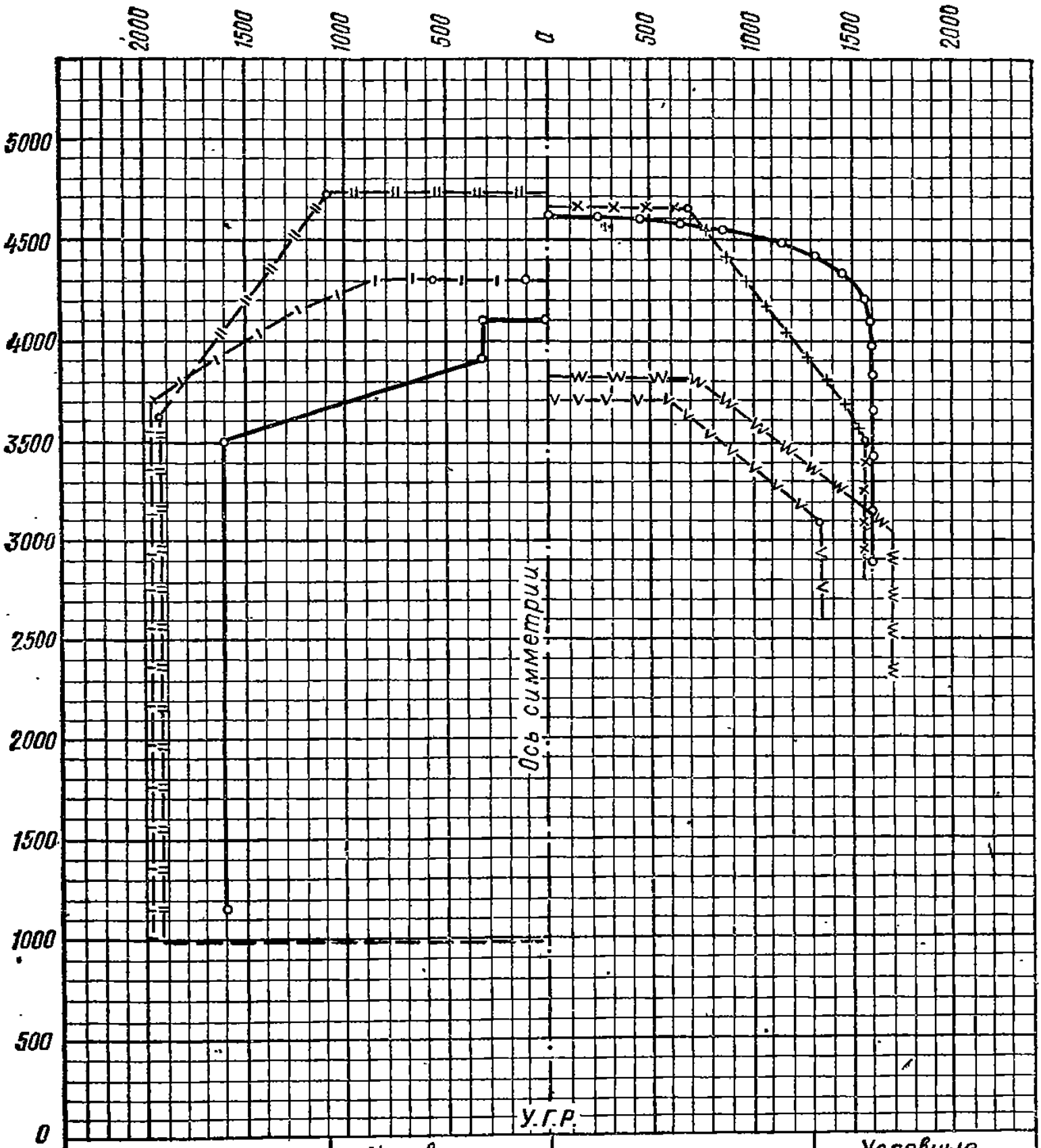


Рис. II.3. Габариты очертания
а — СССР и зарубежных стран;



Страна	Условные обозначения	Страна	Условные обозначения
Индия:		АРЕ	
Общий		Индонезия:	
Висакхапатнам-Бхилаи		Погрузочный состав	
Калькутта-Бхилаи		Подвижной состав	
Ирак			

погрузки на железных дорогах:

б — зарубежных стран.

для длинномерных грузов, размещенных с опорой на 2 вагона, для каждого вагона

$$F_{гр}^{п} = \frac{Q_{гр}}{2} \mu (1000 - a_{в}). \quad (II.14)$$

В этих формулах $\mu_{ск}$ — коэффициент трения поворотно-подвижной части турникета по неподвижной равен 0,1, μ — коэффициент трения груза по полу вагона, подкладкам или по опорной поверхности турникета.

При укладке груза на подкладки или пол вагона, очищенные от грязи, снега, льда и смазки, при посыпке тонкого слоя песка на поверхность подкладок и пол вагона в местах опирания груза при трении металла по дереву коэффициент трения μ принимается равным 0,4; при невозможности выполнить указанные требования (например, поверхность груза смазана), значение коэффициента трения должно быть уменьшено.

Для длинномерных грузов, размещаемых с опорой на два вагона, должна быть произведена проверка частоты собственных колебаний груза (увеличение или уменьшение частоты собственных колебаний производится изменением расстояния между опорами), а также определена допустимая ширина из условий вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути.

Если центр тяжести вагона с грузом находится на расстоянии от уровня верха головки рельса более 2300 мм или наветренная поверхность двуосного вагона с грузом превышает 20 м², четырехосного — 50 м², а сцеп с опорой длинномерного груза на два вагона — 80 м², необходимо произвести проверку поперечной устойчивости вагонов.

В зависимости от конфигурации груза и его возможных перемещений устанавливается способ крепления его на вагонах (табл. II.7). Расчет креплений производится в соответствии с указаниями «Технических условий погрузки и крепления грузов».

Таблица II.7. **Способы крепления груза**

Груз	Перемещения	Крепление
Штучный и тяжеловесный с плоскими опорами	Поступательные вдоль и поперек вагона	Торцевые и боковые стойки, бруски, растяжки и обвязки
	Опрокидывание вдоль и поперек вагона	Растяжки и обвязки, подкосы
Цилиндрической формы	Поступательные вдоль и поперек вагона	Торцевые и боковые стойки, растяжки и обвязки
	Перекатывание вдоль и поперек вагона	Бруски, обвязки, растяжки
На колесах	Поступательные вдоль и поперек вагона. Перекатывание вдоль и поперек вагона	Бруски, растяжки
Однородный, уложенный штабелями	Продольные вдоль вагона и поперечный развал штабеля	Боковые стойки, обвязки, щиты, прижимы
Длинномерный	Продольные и поперечные перемещения, опрокидывание поперек вагоиа	Обвязки, растяжки, прижимы, подкосы, упоры

Габариты очертания погрузки на железных дорогах СССР и некоторых зарубежных стран приведены на рис. II.3.

Характеристики подвижного состава приведены на рис. II.4 и в табл. II.8; максимальная длина погружаемых элементов — в табл. II.9.

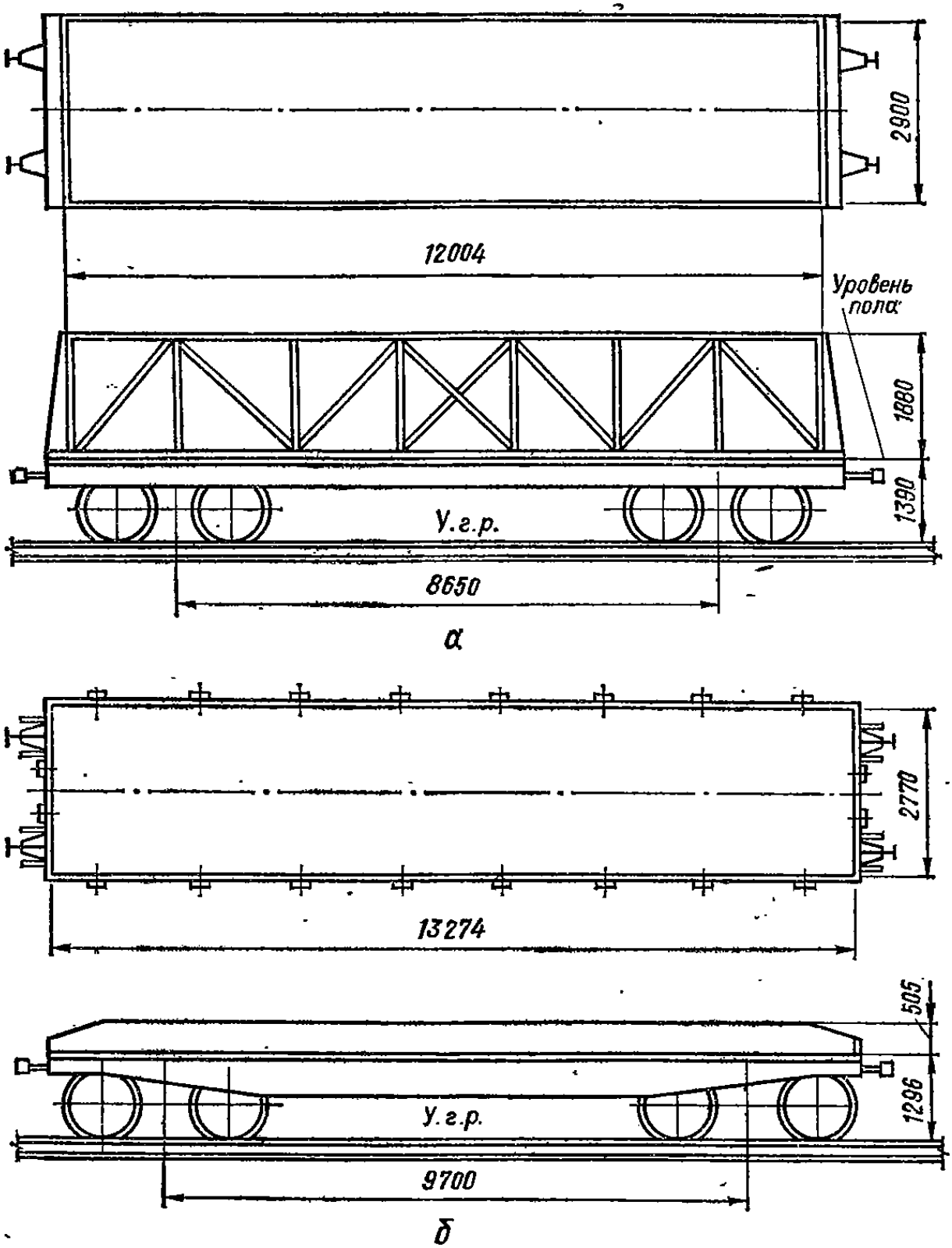


Рис. II.4. Подвижной состав. Основные размеры:

а — гондола (полувагон); *б* — четырехосная платформа.

Таблица II.8. **Характеристика железнодорожного подвижного состава**

Подвижной состав	Грузоподъемность, тс	Габариты, мм			
		Длина внутри	Ширина внутри	Высота борта	Высота пола от уровня головки рельса
Четырехосная платформа типа 1964 г.	60—62	13 274	2770	505	1296
Четырехосный полувагон (гондола)	60—63	12 004	2900	1880	1390

Таблица II.9. **Максимальная длина погружаемых элементов**

Подвижной состав	Длина элементов, мм, погружаемых на		
	одну платформу или полувагон	сцеп из двух платформ или полувагонов	сцеп из трех платформ или полувагонов
Четырехосная платформа	⩽13 770	13 770—17 700	>17 700
Четырехосный полувагон	⩽12 700	12 700—16 700	>16 700

Примечания: 1. Дана длина элементов типа колонн, балок, ферм, рам, газгольдеров, труб большого диаметра и т. п.

2. Длина остальных элементов должна быть при погрузке на платформу не более 13 194 мм; в полувагон не более 11 920 мм.

3. Все погружаемые элементы должны иметь детали для крепления на подвижной состав.

II.5. ЭКОНОМИКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Таблица II.10. **Оптовые цены различных видов проката (по прейскуранту № 01-02 в ценах с 01.01 1976 г.) на сталь углеродистую по ГОСТ 380-71 ***

Вид проката	Номер сечения или размер, мм	Оптовая цена, руб. 1 т проката из стали марки			
		ВСт3кп2	ВСт3пс6	ВСт3сп5	ВСт3Гпс5
Уголки равнополочные по ГОСТ 8509-72* при полке	50—80	101—00	106—00	119—00	113—00
	90—100	100—00	105—00	118—00	112—00
	110—160	98—30	103—00	115—00	111—00
	180—250	95—50	100—20	112—00	107—00
Уголки неравнополочные по ГОСТ 8510-72 * при бо́льшей полке	63—80	103—00	108—00	121—00	114—30
	90—110	102—00	107—00	120—00	113—20
	125—160	100—00	105—00	118—00	111—00
	180—250	97—40	102—10	114—30	108—70
Балки двутавровые по ГОСТ 8239-72 *	10—14	106—00	111—00	123—00	118—00
	16—18	100—60	106—00	118—00	112—00
	20—22	99—80	104—50	116—50	111—00
	24—27	98—00	102—70	115—50	109—00
	30—60	97—00	102—00	114—00	108—00
Швеллеры по ГОСТ 8240-72	10	110—20	115—40	128—80	122—00
	12—14	105—00	110—00	123—00	116—50
	16—18	102—00	106—50	119—00	113—20
	20—22	101—00	105—50	117—50	112—00
	24—27	99—00	103—50	115—50	110—00
	30—40	98—00	102—50	114—20	109—00
Сталь листовая горячекатаная по ГОСТ 19903-74 толщиной	4—9	103—00	108—00	120—40	113—80
	10—20	101—40	106—30	118—20	111—50
	21—40	104—00	108—50	121—50	114—90

Продолжение табл. II.10

Вид проката	Номер сечения или размер, мм	Оптовая цена, руб. 1 т проката из стали марки			
		ВСт3кп2	ВСт3пс6	ВСт3сп5	ВСт3Гпс5
Сталь листовая горячекатаная по ГОСТ 19 903-74 толщиной	42—60	107—00	112—30	125—40	118—80
	65—95	112—30	117—70	131—00	124—30
	100—125	118—50	124—20	137—60	131—00
	130—140	122—70	128—50	142—00	135—40
	150—160	127—00	132—80	146—50	140—00
Сталь широкополосная универсальная по ГОСТ 82-70 * толщиной	6—9	100—00	105—00	118—20	111—50
	10—20	99—00	103—80	116—00	110—30
	22—40	100—70	105—60	118—20	111—50
	45—50	103—00	108—00	121—00	114—30
	55—60	105—00	110—00	123—20	116—50
Сталь рифленая ромбическая по ГОСТ 8568-77 * толщиной	2,5—3	110—80	116—10	129—30	—
	4—5	106—60	111—80	124—90	—
	6—8	104—50	109—60	122—60	—
Просечно-вытяжная сталь по ГОСТ 8706-78 марки	406	162—00	—	—	—
	506	150—00	—	—	—
	508	141—00	—	—	—
	510	136—00	—	—	—
	606	142—00	—	—	—
	608	135—00	—	—	—
	610	131—00	—	—	—

Таблица II.11. Оптовые цены на трубы стальные бесшовные горячекатаные по ГОСТ 8732-78 из стали 20 по ГОСТ 1050-74 * (по прейскуранту 01-02 в ценах с 01.01 1976 г.)

Трубы, мм		Оптовая цена, руб. 1 т	Трубы, мм		Оптовая цена, руб. 1 т
Диаметр	Толщина		Диаметр	Толщина	
57	4 ÷ 12	190 ÷ 160	180	6 ÷ 25	159 ÷ 151
68	4 ÷ 16	185 ÷ 158	219	6 ÷ 25	159 ÷ 150
76	4 ÷ 18	180 ÷ 156	245	8 ÷ 25	151 ÷ 150
89	4 ÷ 22	173 ÷ 153	273	8 ÷ 40	151 ÷ 147
102	6 ÷ 22	161 ÷ 152	325	8 ÷ 40	151 ÷ 147
108	6 ÷ 25	160 ÷ 152	351	8 ÷ 40	152 ÷ 147
114	6 ÷ 25	159 ÷ 151	377	9 ÷ 40	150 ÷ 147
133	6 ÷ 25	157 ÷ 150	402	9 ÷ 50	150 ÷ 147
140	6 ÷ 25	156 ÷ 151	426	9 ÷ 50	151 ÷ 147
146	6 ÷ 25	155 ÷ 151	450	16 ÷ 60	151 ÷ 148
159	6 ÷ 25	161 ÷ 151	480	25 ÷ 70	150 ÷ 149
168	6 ÷ 25	161 ÷ 151	530	25 ÷ 75	152 ÷ 151

Таблица II.12. Оптовые цены различных видов проката (по прейскуранту № 01-02 в ценах с 01.01 1976 г.) на сталь низколегированную по ГОСТ 19281-73 и ГОСТ 19282-73

Вид проката	Номер сечения или размер, мм	Оптовая цена, руб. 1 т проката из стали марки					
		09Г2, 14Г2	09Г2С	10Г2С1	10Г2С1Д	10ХСНД	15ХСНД
Уголки равнополочные по ГОСТ 8509-72 * при полке	50—80	115—00	118—00	120—00	123—00	172—00	145—00
	90—100	113—00	116—00	118—00	121—00	170—00	143—00
	110—160	111—00	114—00	116—00	119—00	167—00	141—00
	180—250	108—00	111—00	113—00	116—00	163—00	137—00
Уголки неравнополочные по ГОСТ 8510-72 * при большей полке	63—80	116—00	119—00	121—00	124—00	173—00	146—00
	90—110	115—00	118—00	120—00	123—00	172—00	145—00
	125—160	113—00	116—00	118—00	121—00	169—00	143—00
	180—250	110—00	113—00	115—00	118—00	165—00	139—00
Балки двутавровые по ГОСТ 8239-72 *	10	122—00	125—00	127—00	130—00	180—00	154—00
	12	118—00	121—00	123—00	126—00	175—00	149—00
	14	115—00	118—00	120—00	123—00	172—00	146—00
	16—18	113—00	116—00	118—00	121—00	170—00	144—00
	20—22	112—00	115—00	117—00	120—00	169—00	143—00
	24—27	110—00	113—00	115—00	118—00	167—00	141—00
	30—40	109—00	112—00	114—00	117—00	166—00	140—00
	45—50	108—00	111—00	113—00	116—00	165—00	139—00
	55—60	107—00	110—00	112—00	115—00	164—00	138—00
Швеллеры по ГОСТ 8240-72	10	128—00	126—00	128—00	131—00	181—00	155—00
	12—14	114—00	121—00	123—00	126—00	175—00	149—00
	16—18	113—00	117—00	119—00	122—00	171—00	145—00
	20—22	111—00	116—00	118—00	121—00	170—00	144—00
	24—27	110—00	114—00	116—00	119—00	168—00	142—00
	30—40	11—00	113—00	115—00	118—00	167—00	141—00
Сталь листовая горячекатаная по ГОСТ 19903-74 толщиной	4—5	116—50	119—50	121—50	124—50	174—50	148—50
	6—9	114—50	117—50	119—50	122—50	172—50	146—50
	10—20	113—50	116—50	118—50	121—50	172—00	146—00
	21—40	116—50	119—50	121—50	124—50	175—50	149—50
	42—50	119—00	122—00	124—00	127—00	178—00	152—00
	52—60	121—00	124—00	126—00	129—00	180—00	154—00
	65—95	125—00	128—00	130—00	133—00	187—00	160—00
	100—125	131—00	134—00	136—00	139—00	194—00	167—00
	130—140	135—00	138—00	140—00	143—00	199—00	172—00
	150—160	139—00	142—00	144—00	147—00	203—00	176—00
Сталь широкополосная универсальная по ГОСТ 82-70 * толщиной	6—7	114—00	117—00	119—00	122—00	172—00	146—00
	8—9	113—00	116—00	118—00	121—00	171—00	145—00
	10—12	112—00	115—00	117—00	120—00	170—00	144—00
	14—20	111—00	114—00	116—00	119—00	169—00	143—00
	22—32	113—00	116—00	118—00	121—00	172—00	146—00
	36—40	114—00	117—00	119—00	122—00	173—00	147—00
	45—50	116—00	119—00	121—00	124—00	175—00	149—00
	55—60	118—00	121—00	123—00	126—00	177—00	151—00

Примечания: 1. Оптовые цены установлены франко-вагон (судно) — станция (порт, пристань) назначения.

2. Оптовые цены, указанные в прейскуранте, приняты в соответствии с обязательными требованиями стандартов или технических условий.

3. При поставке металлопроката с дополнительными требованиями (по химическому составу, механическим свойствам, размерам и допускам, отделке и т. п.) к оптовым ценам прибавляют приплаты.

4. Приплаты начисляются каждая в отдельности с основной оптовой цены, а не с цены, получающейся после применения других приплат.

Оптовые цены на строительные стальные конструкции по прейскуранту № 01-09 в ценах с 1.01.1978 г. установлены в зависимости от степени готовности:

степень II — элементы конструкций полностью обработаны, кромки под сварку разделаны, монтажные отверстия выполнены на проектный диаметр, фиксаторы для присоединения смежных конструктивных элементов установлены, сварка и клепка деталей не производится (элементы конструкций из одиночных прокатных профилей);

степень IV — элементы конструкций (отправочные маркн) сваренные или склепанные с подогнанными кромками и поверхностями для присоединения смежных конструктивных элементов, с монтажными отверстиями, выполненными на проектный диаметр (необходимый для сборки отдельных конструкций монтажный припуск не меняет степени готовности конструкций);

степень V — конструкции полностью сваренные или склепанные;

степень VI — конструкции полностью сваренные или склепанные со специальными дополнительными испытаниями.

В зависимости от применяемых видов металлопроката конструкции разделяют на группы:

Б — различные горячекатаные профили проката;
В — угловая сталь;
Д — швеллеры и балки двутавровые;
Е — тонколистовая сталь (до 3,9 мм);
Ж — толстолистовая сталь и универсальная широкополосная (4,0 мм и более);
Е + Ж — листовая сталь всех толщин;
З — горячекатаные оконнорамные профили;
И — холодногнутые профили;
К — трубы бесшовные горячекатаные, прокат всех видов;
«Спец» — в соответствии с проектами, указанными в прейскуранте, или усредненный сортамент проката и труб.

Расчет за стальные конструкции, расцениваемые за 1 т, производится по теоретической массе, определяемой по чертежам КМ с учетом наплавленного металла сварных швов в размере 1%, или головок заклепок в размере 2% и добавлением 3% к итогу. Стоимость метизов для монтажа конструкций в оптовые цены не включена.

Применение в строительных металлических конструкциях экономичных марок сталей и профилей дает следующую экономию стали (усредненные показатели), проц., до:

Сталь:	
термоупрочненная углеродистая	13
низколегированная, высокопрочная	25
» термоупрочненная	28—55
Профили:	
трубы в промышленных зданиях	15
гнутые профили	14
замкнутые гнутые сварные профили в стропильных фермах	17
широкополочные двутавры	2
» тавры (при роспуске широкополочных двутавров)	6
типовые металлические конструкции	2

Таблица II.13. **Оптовые цены на стальные конструкции**

Номер по прейскуранту 01—09	Наименование и характеристика конструкций	Степень готовности	Группа конструкций	Оптовая цена, руб. за 1 т	Коэффициент трудоемкости
	Колонны				
1; 2	Одноветвевые со сплошной стенкой, сварные из стали ВСт3кп2, массой, т: до 3	V	Ж	223—214	2,5—2,2
3	3,01—5	IV (V)	Ж	210	2,05

Продолжение табл. II.13.

Номер по прейскуранту 01—09	Наименование и характеристика конструкций	Степень готовности	Группа конструкций	Оптовая цена, руб. за 1 т	Коэффициент трудоемкости
4; 5	5,01—15	IV		206—200	1,9—1,7
6	более 15	IV		191	1,4
7	Со сплошной стенкой для многоэтажных зданий двутаврового сечения из стали ВСт3кп2	IV	Ж (В)	203	1,8
8; 9	Из двух — четырех ветвей, соединенных сплошной стенкой или решеткой, из стали ВСт3кп2, массой, т: до 25	IV	Ж	241—232	3,1—2,8
10	более 25	IV	Ж	225	2,55
12; 13	Решетчатые с двумя ветвями из двутавров или швеллеров или с четырьмя ветвями из уголков, соединенных решеткой из уголков, из стали ВСт3кп2, массой, т: до 3	V	Б	210—204	2,3—2,1
14	3,01—5	IV (V)	Б	198	1,9
15; 16	5,01—15	IV	Б	192—188	1,7—1,55
17	более 15	IV	Б	183	1,4
28; 29	*Подкрановые балки и тормозные конструкции* Одностенчатые со сплошной стенкой, сварные из стали ВСт3сп5, массой, т: до 3	V	Ж	234—216	2,1—1,5
30	3,01—5	IV (V)	Ж	213	1,4
31; 32	5,01—15	IV	Ж	210—207	1,3—1,2
33	15,1—25 (с контрольной сборкой отправочных марок)	IV	Ж	213	1,4
34	более 25 (с контрольной сборкой отправочных марок)	IV	Ж	216	1,5

Продолжение табл. II.13.

Номер по прейскуранту 01—09	Наименование и характеристика конструкций	Степень готовности	Группа конструкций	Оптовая цена, руб. за 1 т	Коэффициент трудоемкости
35; 36	Решетчатые, шпренгельного типа из угловых профилей из стали ВСт3сп5, массой 10—25 т	IV	В	216—211	1,7—1,55
37	Пролетом до 12 м габаритные коробчатого сечения, двухстенчатые, массой до 25 т из стали ВСт3сп5	V	Ж	229	1,95
38; 39	Элементы подкрановоподстропильных ферм пролетом более 12 м, из стали ВСт3сп5, массой до 100 т, состоящие из двух и более габаритных отправочных марок, при максимальной массе отправочных элементов, т: до 25	IV	Ж	253—247	2,75—2,55
40	более 25	IV	Ж	253	2,75
41	Тормозные конструкции из стали ВСт3пс6 сплошного сечения	IV	Ж	173	0,6
42	Тормозные конструкции решетчатые из стали ВСт3пс6	IV	Б	172	0,8
	Фермы стропильные решетчатые				
49 ÷ 55	Из прокатных профилей из стали ВСт3пс6, пролетом, м: 18	IV	В	237—204	2,95—1,85
56 ÷ 62	24	IV	В	228—200	2,65—1,7
63 ÷ 69	30	IV	В	224—194	2,5—1,5
70 ÷ 76	36	IV	В	216—191	2,25—1,4
77 ÷ 83	Из холодно-гнутых профилей из стали ВСт3пс6, пролетом, м: 18	IV	И	246—210	3,2—2,0
84 ÷ 90	24	IV	И	237—205	2,9—1,85

Продолжение табл. II.13

Номер по прейскуранту 01—09	Наименование и характеристика конструкций	Степень готовности	Группа конструкций	Оптовая цена, руб. за 1 т	Коэффициент трудоемкости
91 ÷ 97	30	IV	И	231—198	2,7—1,6
98 ÷ 104	36	IV	И	223—195	2,45—1,5
	Фермы подстропильные				
106—108	Решетчатые с параллельными поясами из стали ВСт3пс6 пролетом, м: 12	IV	В	207—194	1,95—1,5
109—111	более 12	IV	В	203—191	1,8—1,4
	Фонари светоаэрационные				
132	Из стали ВСт3кп2 Из горячекатаных профилей	IV	В	210	2,25
133	Из холодногнутых профилей	IV	В	217	2,5
134	По серии 1.464—6, выпуски 1 и 2	IV	В	225	2,75
	Ригели и балки междуэтажных перекрытий				
135	Из одиночных прокатных швеллеров или двутавров из стали ВСт3кп2	II	Д	156	0,6
136÷139	Из нескольких швеллеров или двутавров из стали ВСт3кп2	IV	Б, Д	186—175	1,6—1,1
140÷142	Составного двутаврового или коробчатого сечения из листового проката из стали ВСт3кп2	IV	Ж	223—195	2,5—1,55

Примечания: 1. Оптовые цены учитывают стоимость изготовления конструкций длиной не более 13,77 м (кроме оговоренных в прейскуранте случаев).

2. В оптовых ценах на конструкции, изготовленные по индивидуальным чертежам КМД, учтена стоимость материалов из стали марок, указанных в соответствующих позициях прейскуранта. При изготовлении конструкций из стали других марок к оптовым ценам применяются приплаты (скидки), учитывающие разницу в стоимости материалов и в расходах по переделу (см. табл. 11.14 и 11.15). При частичной замене стали или при замене одновременно двумя или более марками стали размер приплат (скидок) определяется пропорционально удельному весу в конструкции каждой марки стали.

Таблица II.14. **Приплаты и скидки за разницу в стоимости материалов при замене марки стали**

Группа конструкций в зависимости от сорта используемого металла	Марка стали, учтенная в оптовой цене	Приплаты (+) и скидки (—), руб. за 1 т конструкций при изготовлении их из стали марок								
		ВСт3кп2	ВСт3пс6	ВСт3сп5	09Г2, 14Г2	09Г2С	10Г2С1	15ХСНД	10ХСНД	16Г2АФ
Б; В; Д	ВСт3кп2	0	+6	+19	+25	+29	+31	+63	+95	—
	ВСт3пс6	—6	0	+13	+19	+23	+25	+57	+89	—
	ВСт3сп5	—19	—13	0	+6	+10	+12	+44	+76	—
Е	ВСт3кп2	0	+2	+12	+29	+32	+35	+68	+101	—
	ВСт3сп5	—12	—10	0	+17	+20	+23	+56	+89	—
Ж	ВСт3кп2	0	+6	+20	+29	+33	+35	+70	+102	+72
	ВСт3пс6	—6	0	+14	+23	+27	+29	+64	+96	+66
	ВСт3сп5	—20	—14	0	+9	+15	+15	+50	+82	+52
	10Г2С1	—35	—29	—15	—6	—2	0	+35	+67	+37
Е + Ж	ВСт3кп2	0	+4	+16	+29	+32	+35	+69	+102	—
	ВСт3пс6	—4	0	+12	+25	+28	+31	+65	+98	—
З	ВСт3кп2	0	+6	+19	—	—	—	—	—	—
И	ВСт3кп2	0	+3	+14	—	—	—	—	—	—
	ВСт3пс6	—3	0	+11	—	—	—	—	—	—
К	ВСт3сп5	—7	—5	0	—	—	+6	—	—	—

Таблица II.15. **Приплаты и скидки за изменение расходов по переделу при замене марки стали**

Класс стали	Марки стали, указанные в чертежах КМ	Приплаты к оптовым ценам конструкций из стали класса С38/23	Скидки с оптовых цен конструкций из стали класса С46/33
С38/23	ВСт3кп2, ВСт3пс6, ВСт3сп5	0	6
С46/33	09Г2, 14Г2, 09Г2С, 10Г2С1, 15ХСНД	7	0
С52/40	10ХСНД	13	—
С60/45	16Г2АФ	14	—

Примечания: 1. Приплаты и скидки даны в руб. на единицу трудоемкости.

2. Приплаты и скидки приведены на единицу трудоемкости при полной замене марки стали, указанной в прейскуранте, на сталь другого класса.

3. Фактический размер приплат (скидок) определяется путем умножения приплат (скидок), приведенных в настоящей таблице, на коэффициент трудоемкости, указанный в графе 6 табл. II.13.

4. При частичной замене стали размер приплат (скидок) дополнительно умножается на удельный вес в конструкции новой марки стали.

Раздел III. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

III.1. КОЛОННЫ

Колонны могут быть сплошностенчатые и составного сечения. Поясные швы сплошностенчатых колонн, а также ветвей составных колонн, выполняемые в заводских условиях, следует сваривать автоматической или полуавтоматической сваркой. В центрально сжатых колоннах и стойках из сварных двутавров, в которых соблюдается условие

$$\frac{h_0}{\delta} = 40\sqrt{\frac{21}{R}} + 0{,}2\lambda \leqslant 75\delta, \qquad \text{(III.1)}$$

допускается применение односторонних поясных швов, толщина которых должна быть не менее указанных в табл. V.4. Здесь h_0 — наибольшая расчетная высота стенки колонны; δ — толщина стенки колонны; R — расчетное сопротивление класса стали стенки колонны, кН/см²; λ — гибкость стержня.

В узлах крепления к колонне с односторонними поясными швами связей, распорок, балок и т. п. в зоне передачи усилия следует применять двусторонние поясные швы. В этом случае двусторонний шов должен выходить за пределы узла на длину $30h_ш$ с каждой стороны.

Заводские стыки колонн следует выполнять прямыми, встык с полным проваром; монтажные — допускается выполнять встык с полным проваром или перекрывать накладками. При этом предпочтение следует отдавать швам встык без накладок.

Стенки сплошных колонн при $\frac{h_0}{\delta} \geqslant \frac{1000}{\sqrt{R}}$ следует укреплять парными поперечными ребрами жесткости, расстояние между которыми принимается в пределах $2{,}5h_0 - 3h_0$. На каждом отправочном элементе должно быть установлено не менее двух ребер; ширина каждого $b_р \geqslant \frac{h_0}{30} + 40$ мм, толщина из стали класса С38/23—С46/33 $\delta_р \geqslant \frac{b_р}{15}$; из стали С52/40—С85/75 $\delta_р \geqslant \frac{b_р}{12}$.

Колонны составного сечения должны быть укреплены диафрагмами, соединяющими ветви этих колонн и расположенными по высоте колонны не более чем через 4 м. На каждом отправочном элементе должно быть не менее двух диафрагм.

Ребра жесткости и диафрагмы колонн при полуавтоматической сварке привaривают односторонними швами, толщина которых должна быть не менее указанных в табл. V.4.

Односторонние угловые швы для прикрепления ребер жесткости, диафрагм, для поясных швов в колоннах и стойках двутаврового сечения не допускается применять в конструкциях: эксплуатируемых в средне- и сильноагрессивной среде; возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С; изготавливаемых из стали классов С52/40—С85/75, а также с применением ручной сварки.

Элементы решетки колонн к ветвям крепят при помощи фасонок (при нешироких горизонтальных листах ветви) и без них (при достаточно развитых горизонтальных листах и небольших усилиях в элементах решетки). Решетку колонн, проектируемую обычно из уголков, располагают перьями внутрь колонны. Фасонки для крепления решетки привaривают к ветвям колонны внахлестку или встык, толщины угловых швов следует назначать по расчету. Располагают швы в шахматном порядке в виде отдельных участков. Расстояние между концами таких швов не должно превышать 15δ, где δ — толщина фасонки.

В конструкциях, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С, а также при применении ручной сварки, швы привaрки фасонок решетки следует назначать непрерывными по всей длине фасонок.

Базы колонн к фундаментам крепят анкерными болтами, которые заделывают в фундамент при бетонировании. Анкерные болты через шайбы прижимают колонну к фундаменту, обеспечивая передачу нагрузки.

Размеры шайб под анкерные болты типа I определяют, задаваясь одним из параметров

$$b = K_1 \frac{l}{\delta^2} + d; \quad \delta = K_2 \sqrt{\frac{l}{b-d}}. \qquad \text{(III.2)}$$

В этих формулах коэффициенты K_1 и K_2 (табл. III.1) в зависимости от предельного расчетного усилия на анкерный болт P и класса стали, из которой изготавливается шайба, определяются по формулам:

$K_1 = \frac{3P}{2R}$; $K_2 = \sqrt{K_1}$, где R — расчетное сопротивление класса стали шайбы.

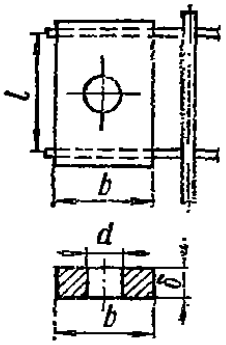


Таблица III.1. **Коэффициенты K_1 и K_2**

Диаметр анкерного болта d_a, мм	Предельное расчетное усилие на анкерный болт P, кН	Значения коэффициентов K_1 и K_2 в элементах из стали класса					
		С38/23		С44/29		С46/33	
		K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
Болты из стали марки ВСт3кп2, $R_p^a = 14$ кН/см²							
20	34,8	2,48	1,57	2,01	1,42	1,80	1,34
22	43,1	3,08	1,75	2,49	1,58	2,23	1,49
24	50,3	3,59	1,89	2,90	1,70	2,60	1,61
27	65,4	4,67	2,16	3,77	1,94	3,38	1,84
30	78,4	5,60	2,37	4,52	2,13	4,05	2,01
36	115,0	8,21	2,87	6,64	2,58	5,95	2,44
42	138,0	9,85	3,14	7,96	2,82	7,13	2,67
48	207,0	14,78	3,84	11,94	3,46	10,70	3,27
56	287,0	20,50	4,53	16,56	4,07	14,84	3,85
64	376,0	26,85	5,15	21,70	4,66	19,44	4,41
72	458,0	32,70	5,72	26,43	5,14	23,68	4,87
80	609,0	43,48	6,59	35,14	5,93	31,48	5,61
90	784,0	55,98	7,48	45,24	6,73	40,53	6,37
100	982,0	70,12	8,37	56,66	7,53	50,77	7,12
Болты из стали марки 09Г2С, $R_p^a = 17$ кН/см²							
20	42,4	3,03	1,74	2,45	1,56	2,19	1,48
22	52,4	3,74	1,93	3,02	1,74	2,71	1,65
24	61,0	4,36	2,09	3,52	1,87	3,15	1,77
27	79,5	5,68	2,38	4,59	2,14	4,11	2,03
30	95,2	6,80	2,61	5,49	2,34	4,92	2,22
36	139,0	9,92	3,14	8,02	2,83	7,19	2,68
42	192,0	13,71	3,70	11,08	3,33	9,93	3,15
48	251,0	17,92	4,23	14,48	3,81	12,98	3,60
56	348,0	24,85	4,98	20,08	4,48	17,99	4,24
64	457,0	32,63	5,71	26,37	5,14	23,63	4,86
72	555,0	39,63	6,30	32,02	5,66	28,69	5,36
80	739,0	52,76	7,26	42,64	6,53	38,21	6,18
90	951,0	67,90	8,24	54,87	7,40	49,17	7,01
100	1190,0	84,97	9,22	68,66	8,28	61,52	7,84

Диаметр анкерного болта d_a, мм	Предельное расчетное усилие на анкерный болт P, кН	Значения коэффициента K_1 и K_2 в элементах из стали класса					
		С38/23		С44/29		С46/33	
		K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
Болты из стали марки 10Г2С1, $R_p^a = 19$ кН/см²							
20	47,3	3,38	1,84	2,73	1,65	2,45	1,56
22	58,5	4,18	2,04	3,38	1,84	3,02	1,74
24	68,1	4,86	2,20	3,93	1,98	3,52	1,88
27	88,7	6,33	2,52	5,12	2,26	4,59	2,14
30	106,0	7,57	2,75	6,12	2,47	5,48	2,34
36	156,0	11,14	3,34	9,00	3,00	8,06	2,84
42	214,0	15,28	3,91	12,35	3,51	11,06	3,33
48	281,0	20,06	4,48	16,21	4,03	14,53	3,81
56	390,0	27,85	5,28	22,50	4,74	20,16	4,49
64	510,0	36,41	6,03	29,43	5,43	26,37	5,13
72	620,0	44,27	6,65	35,77	5,98	32,05	5,66
80	825,0	58,90	7,67	47,60	6,90	42,65	6,53
90	1063,0	75,90	8,71	61,34	7,83	54,96	7,41
100	1330,0	94,96	9,75	76,74	8,76	68,76	8,29

При изменении ширины или толщины шайбы новые размеры

$$b_1 = \frac{\delta^2}{\delta_1^2}(b-d)+d; \quad \delta_1 = \delta\sqrt{\frac{b-d}{b_1-d}}, \tag{III.3}$$

где b и δ — старые размеры шайбы; d — диаметр отверстия под анкерный болт.

При II типе шайб

$$b = K_3\frac{l}{\delta^2}; \quad \delta = K_4\sqrt{\frac{l}{b}}, \tag{III.4}$$

где K_3 и K_4 — коэффициенты, принимаемые по табл. III.2,

$$K_3 = \frac{6P}{R}; \quad K_4 = \sqrt{K_3}.$$

При изменении ширины или толщины шайбы

$$b_1 = b\frac{\delta^2}{\delta_1^2}; \quad \delta_1 = \delta\sqrt{\frac{b}{b_1}}. \tag{III.5}$$

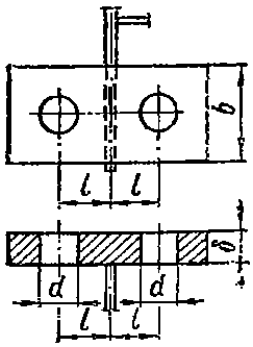


Таблица III.2. Коэффициенты K_3 и K_4

Диаметр анкерного болта d_a, мм	Предельное расчетное усилие на анкерный болт P, кН	Значения коэффициентов K_3 и K_4 в элементах из стали класса					
		С38/23		С44/29		С46/33	
		K_3	K_4	K_3	K_4	K_3	K_4
Болты из стали марки ВСт3кп2, $R_p^a = 14$ кН/см²							
20	34,8	9,92	3,14	8,04	2,84	6,80	2,68
22	43,1	12,32	3,50	9,96	3,16	8,92	2,98
24	50,3	14,36	3,78	11,60	3,40	10,40	3,22

Продолжение табл. III.2

Диаметр анкерного болта d_a, мм	Предельное расчетное усилие на анкерный болт P, кН	Значения коэффициентов K_3 и K_4 в элементах из стали класса					
		С38/23		С44/29		С46/33	
		K_3	K_4	K_3	K_4	K_3	K_4
27	65,4	18,68	4,32	15,08	3,88	13,52	3,68
30	78,4	22,40	4,74	18,08	4,26	16,20	4,02
36	115,0	32,84	5,74	26,56	5,16	23,81	4,88
42	138,0	39,40	6,28	31,84	5,64	28,52	5,34
48	207,0	59,12	7,68	47,76	6,92	42,80	6,54
56	287,0	82,00	9,06	66,24	8,14	59,36	7,70
64	376,0	107,40	10,30	86,80	9,32	77,76	8,82
72	458,0	130,80	11,44	105,72	10,28	94,72	9,74
80	609,0	173,92	13,18	140,56	11,86	125,92	11,22
90	784,0	223,92	14,96	180,96	13,46	162,12	12,74
100	982,0	280,48	16,74	226,64	15,06	203,80	14,24
Болты из стали марки 09Г2С, $R_p^a = 17$ кН/см²							
20	42,4	12,12	3,48	9,80	3,12	8,76	2,96
22	52,4	14,96	3,86	12,08	3,48	10,84	3,30
24	61,0	17,44	4,18	14,08	3,74	12,60	3,54
27	79,5	22,72	4,76	18,36	4,28	16,44	4,06
30	95,2	27,20	5,22	21,96	4,68	19,68	4,44
36	139,0	39,68	6,28	32,08	5,66	28,76	5,36
42	192,0	54,84	7,40	44,32	6,66	39,72	6,30
48	251,0	71,68	8,46	57,92	7,62	51,92	7,20
56	348,0	99,40	9,96	80,32	8,96	71,96	8,48
64	457,0	130,52	11,42	105,48	10,28	94,52	9,72
72	555,0	158,52	12,60	128,08	11,32	114,76	10,72
80	739,0	211,04	14,52	170,56	13,06	152,84	12,36
90	951,0	271,60	16,48	219,48	14,80	196,68	14,02
100	1190,0	339,88	18,44	274,64	16,56	246,08	15,68
Болты из стали марки 10Г2С1, $R_p^a = 19$ кН/см²							
20	47,3	13,52	3,68	10,92	3,30	9,80	3,12
22	58,5	16,72	4,08	13,52	3,68	12,08	3,48
24	68,1	19,44	4,40	15,72	3,96	14,08	3,76
27	88,7	25,32	5,04	20,48	4,52	18,36	4,28
30	106,0	30,28	5,50	24,48	4,94	21,92	4,68
36	156,0	44,56	6,68	36,00	6,00	32,24	5,68
42	214,0	61,12	7,82	49,40	7,02	44,24	6,66
48	281,0	80,24	8,96	64,84	8,06	58,12	7,62
56	390,0	111,40	10,56	90,00	9,48	80,64	8,98
64	510,0	145,64	12,06	117,72	10,86	105,48	10,26
72	620,0	177,08	13,30	143,08	11,96	128,20	11,32
80	825,0	235,60	15,34	190,40	13,80	170,60	13,06
90	1063,0	303,60	17,42	245,36	15,66	219,84	14,82
100	1330,0	379,84	19,50	306,96	17,52	275,40	16,58

III.2. ПОДКРАНОВЫЕ БАЛКИ

Поясные швы сварных подкрановых балок выполняют автоматической сваркой. Швы должны быть вогнутой формы с плавным переходом от основного металла к наплавленному. Верхние поясные швы выполняют с проваром на всю толщину стенки.

Нижние поясные швы должны быть рассчитаны по формулам:

$$h_ш \geqslant \frac{QS_п}{2\beta R_{уш}^{св} I_{бр}}; \qquad (III.6)$$

$$h_ш \geqslant \frac{QS_п}{2\beta' R_{ус}^{св} I_{бр}}, \qquad (III.7)$$

где $h_ш$ — толщина углового шва; Q — наибольшая поперечная сила в рассматриваемом сечении; $S_п$ — статический момент брутто пояса балки относительно нейтральной оси; $I_{бр}$ — момент инерции брутто сечения балки относительно нейтральной оси; β и β' — коэффициенты, принимаемые по табл. V.2; $R_{уш}^{св}$, $R_{ус}^{св}$ — расчетные сопротивления сварных соединений с угловыми швами, принимаемые по табл. V.1.

Толщину углового шва следует принимать равной большему из значений $h_ш$, но не менее значений, указанных в табл. V.4.

Швы, прикрепляющие опорные ребра к стенке балки, должны быть рассчитаны на восприятие опорной реакции, при этом в расчет вводят полную длину швов, толщину которых принимают не менее значений, указанных в табл. V.4.

Свободные кромки растянутых поясов должны быть прокатными, строганными или обрезанными машинной газовой резкой (при условии обеспечения ровных кромок без подрезов).

Заводские стыковые швы поясов и стенки следует выполнять встык без накладок автоматической двусторонней сваркой, односторонняя допускается в виде исключения с обязательной подваркой корня шва. Концы стыковых швов обязательно выводят за пределы стыка на выводные планки. В растянутых элементах балки число стыков должно быть минимальным.

Стыковые швы стенки, расположенные параллельно ребрам жесткости, удаляют от них на расстояние не менее 10 толщин стенки.

Стенку балки необходимо укреплять ребрами жесткости, если отношение высоты стенки к ее толщине $\frac{h_0}{\delta} > 70\sqrt{\frac{21}{R}}$, где 21 и R — расчетные сопротивления сжатию стали классов соответственно С38/23 и применяемого. Размеры поперечных ребер жесткости: $b_р = \frac{h_0}{30} + 40 > 100$ мм, $\delta_р = \frac{b_р}{15}$ (для стали классов С38/23—С46/33), $\delta_р = \frac{b_р}{12}$ (для стали классов С52/40—С85/75).

При отношении $\frac{h_0}{\delta} > 100$ расстояние между ребрами $a \leqslant 2h_0$, при $\frac{h_0}{\delta} \leqslant 100$ — $a \leqslant 2{,}5h_0$.

К поясам балок ребра жесткости следует приваривать швами с соотношением катетов 1 : 1,5, при этом швы должны иметь плавный переход к основному металлу. К стенке балки ребра жесткости привариваются швами минимальной толщины.

Крепление подкранового рельса к верхнему поясу подкрановой балки зависит от типа кранового рельса:

рельсы специального профиля КР по ГОСТ 4121-76 крепят при помощи специальных планок (табл. VI.19); железнодорожные рельсы — крючьями (табл. VI.20); брусковые рельсы при кранах легкого режима работы приваривают к поясу балки, при кранах среднего и тяжелого режимов работы крепят с помощью планок, вставляемых в простроганные пазы бруска, на болтах, аналогично креплению рельсов КР.

Подкрановые балки пролетами 6 и 12 м для мостовых электрических кранов общего назначения грузоподъемностью до 50 т легкого, среднего и тяжелого режимов работы должны изготовляться в соответствии с требованиями ГОСТ 23121-78.

III.3. ЭЛЕМЕНТЫ ПОКРЫТИЯ

Центрирование стержней сварных ферм следует производить по центрам тяжести сечения (с округлением до 5 мм), в клепаных фермах — по рискам уголков. При изменении сечений элементов эксцентриситет в месте перехода сечения можно не

учитывать, если он не превышает 1,5% высоты пояса в тяжелых фермах и 5% — в легких. При больших эксцентриситетах элементы ферм должны быть рассчитаны с учетом дополнительных моментов.

Для ферм пролетом более 36 м рекомендуется предусматривать строительный подъем, равный по величине прогибу от постоянной нагрузки и половины временной. При плоских кровлях строительный подъем предусматривают независимо от величины пролета фермы, величину подъема принимают равной прогибу от суммарной нормативной нагрузки плюс 1/200 пролета.

Расстояние между краями элементов решетки и пояса в узлах ферм должно быть не менее 40—50 мм. Элементы решетки приваривают двумя фланговыми и одним лобовым швами или двумя фланговыми, концы которых выводят на торец уголка на 20 мм.

В расчетах прикреплений стержней фермы следует учитывать фланговые швы длиной не менее 60 мм и лобовые, выполненные на всю длину торца. Усилия, действующие на сварные швы у обушка и пера уголков, обратно пропорциональны расстояниям этих швов от центра тяжести сечения элемента. Коэффициенты распределения усилия следующие:

Для равнополочных уголков:	
у обушка	0,7
у пера	0,3
Для неравнополочных уголков, спаренных широкой полкой:	
у обушка	0,75
у пера	0,25
Для неравнополочных уголков, спаренных узкой полкой:	
у обушка	0,68
у пера	0,32

При назначении толщин фасонок ферм руководствуются указаниями серии 1.400—10/76, вып. 1, при этом в каждой ферме применяют не более двух толщин с разницей не более 4 мм.

В местах опирания на стропильные фермы фонарных конструкций должны быть установлены накладки толщиной 12 мм.

Такие же накладки устанавливают в местах опирания на фермы крупнопанельных железобетонных плит, если толщина поясных уголков менее 10 и менее 14 мм при шаге ферм соответственно 6 и 12 м, а также в местах опирания прогонов в фермах с покрытием из профилированного настила при шаге ферм 12 м.

Между торцами стыкуемых элементов поясов ферм, перекрываемых накладками, оставляют зазор не менее 50 мм.

Стыки поясов ферм, эксплуатируемых или монтируемых при расчетной температуре ниже минус 40° С, размещают вне узлов. Расстояние между ближайшими краями стыковой накладки и узловой фасонки принимают не менее удвоенной высоты пояса уголка и не менее 200 мм.

Стропильные фермы с элементами из парных уголков с уклоном верхнего пояса 1,5% пролетом 18, 24, 30 и 36 м изготавливают по ГОСТ 23119-78. Для удобства транспортировки фермы членят на два или три отправочных элемента. Для крепления путей подвесного транспорта, а также для уменьшения свободной длины основных элементов фермы допускается установка дополнительных элементов решетки (шпренгелей, стоек, раскосов).

Для транспортировки отправочные элементы ферм должны быть соединены в пакеты.

III.4. БАЛОЧНЫЕ КЛЕТКИ

Сопряжение балок в балочной клетке следует выполнять в соответствии с типовыми положениями и узлами серии 1.400—10/76, вып. 7 на болтах нормальной точности и сварке.

Поясные швы сварных балок рассчитывают при приложении неподвижной нагрузки (сосредоточенной или распределенной) по формулам III.6 и III.7;
при приложении подвижной сосредоточенной нагрузки:

$$h_{ш} \geqslant \frac{1}{2\beta R_{уш}^{св}} \sqrt{\left(\frac{QS_{п}}{I_{бр}}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P}{z}\right)^2}, \qquad (III.8)$$

$$h_ш \geq \frac{1}{2\beta' R_{ус}^{св}} \sqrt{\left(\frac{QS_п}{I_{бр}}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P}{z}\right)^2}, \qquad (III.9)$$

$h_ш$, Q, $S_п$, $I_{бр}$, β, β', $R_{уш}^{св}$, $R_{ус}^{св}$ (см. формулы (III.6) и (III.7)),

где n_1 — коэффициент, принимаемый для составных сварных балок равным 1,0; P — расчетный сосредоточенный груз; z — условная длина распределения давления сосредоточенного груза.

При неподвижной сосредоточенной нагрузке, приложенной к верхнему поясу, в местах приложения грузов предусматривают ребра жесткости, приваренные или плотно пригнанные к верхиему поясу. При отсутствии таких ребер расчет прикреплений верхнего пояса производят как для подвижной сосредоточенной нагрузки.

Если неподвижная сосредоточенная нагрузка приложена к нижнему поясу, нижние поясные швы рассчитывают как для подвижной сосредоточенной нагрузки независимо от наличия ребер жесткости в местах приложения грузов.

В сварных двутавровых балках, несущих статическую нагрузку, допускается применение односторонних поясных швов при условии:

нагрузка должна быть приложена симметрично относительно поперечного сечения балки;

при помощи сварки, болтов или заклепок к сжатому поясу балки должен быть прикреплен жесткий металлический настил;

в местах приложения к поясу балки сосредоточенных нагрузок должны быть установлены поперечные ребра жесткости.

Односторонние поясные швы не допускаются в балках:

рассчитываемых по пластическому моменту сопротивления;

эксплуатируемых в средне- и сильноагрессивной среде;

возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С;

изготавливаемых из стали классов С52/40—С85/75;

изготавливаемых с применением ручной сварки.

Ребра жесткости сварных балок конструируют аналогично ребрам жесткости подкрановых балок.

В табл. III.3. даны предельные усилия и длины при прогибах $\frac{f}{l} = \frac{1}{250}$ и $\frac{f}{l} = \frac{1}{400}$ в прокатных швеллерах и двутаврах, широкополочных и нормальных двутаврах из стали классов С38/23 и С46/33.

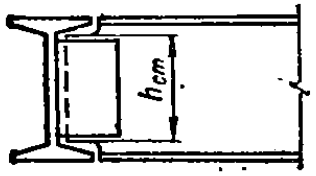


Таблица III.3. **Предельные усилия и прогибы в прокатных профилях**

$[M] = RW_x$ при условии $\varphi_б = 1$ (сжатый пояс развязан);

$[Q] = \frac{R_{ср}F_{ст}}{1,5}$, при опирании балок по эскизу;

$\left[\frac{f}{l}\right] = \frac{[M]\,l}{10EI_x n}$, где $n = 1,2$ — коэффициент перегрузки. Максимальный пролет балок по условиям прогиба $l_{макс} = [l]\frac{[M]}{M}$, где M — фактический момент в балке.

Номер профиля	$[M]$, кН. м		$[Q]$, кН		$[l]$, м, при $\left[\frac{f}{l}\right] = \frac{1}{250}$		$[l]$, м, при $\left[\frac{f}{l}\right] = \frac{1}{400}$		Высота стенки $h_{ст}$, см
	Элемент из стали класса								
	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	
*Балки двутавровые по ГОСТ 8239-72 **									
10	8,3	11,5	27	35	2,4	1,7	1,5	1,1	7
12	12,2	16,9	37	48	2,8	2,0	1,8	1,3	9

Продолжение табл. III.3

Номер профиля	[M], кН. м		[Q], кН		[l], м, при $\left[\frac{f}{l}\right]=\frac{1}{250}$		$\left[\frac{f}{l}\right]=\frac{1}{400}$		Высота стенки $h_{ст}$, см
	Элемент из стали класса								
	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	
14	17,1	23,7	42	55	3,3	2,4	2,1	1,5	10
16	22,9	31,6	52	68	3,8	2,7	2,4	1,7	12
18	30,0	41,4	62	81	4,3	3,1	2,7	1,9	14
18а	33,4	46,1	62	81	4,3	3,1	2,7	1,9	
20	38,6	53,3	72	94	4,7	3,4	3,0	2,1	16
20а	42,6	58,8	72	94	4,7	3,4	3,0	2,1	
22	48,7	67,3	84	110	5,2	3,8	3,3	2,4	18
22а	53,3	73,6	84	110	5,2	3,8	3,3	2,4	
24	60,7	83,8	92	120	5,7	4,1	3,6	2,6	19
24а	66,6	91,9	92	120	5,7	4,1	3,6	2,6	
27	77,9	107,6	115	150	6,4	4,6	4,0	2,9	22
27а	85,4	118,0	115	150	6,4	4,6	4,0	2,9	
30	99,1	136,9	141	184	7,1	5,1	4,5	3,2	25
30а	108,8	150,2	141	184	7,1	5,1	4,5	3,2	
33	125,4	173,1	164	214	7,8	5,7	4,9	3,6	27
36	156,0	215,5	195	255	8,5	6,2	5,4	3,9	30
40	200,0	276,3	244	320	9,5	6,9	6,0	4,3	34
45	258,5	357,0	296	387	10,7	7,7	6,7	4,9	38
50	333,7	460,8	373	487	11,9	8,6	7,5	5,4	43
55	427,3	590,2	448	586	13,1	9,5	8,2	5,9	47
60	537,6	742,4	540	707	14,2	10,3	8,9	6,5	52
Швеллеры по ГОСТ 8240-72									
5	1,9	2,6	11	15	1,2	0,9	0,7	0,6	3
6,5	3,1	4,3	15	20	1,5	1,1	0,9	0,7	4
8	4,7	6,5	19	25	1,9	1,4	1,2	0,9	5
10	7,3	10,0	23	30	2,4	1,7	1,5	1,1	6
12	10,7	14,7	33	43	2,8	2,1	1,7	1,3	8
14	14,7	20,3	42	55	3,3	2,4	2,1	1,5	10
14а	16,3	22,5	42	55	3,3	2,4	2,1	1,5	
16	19,6	27,0	52	68	3,8	2,7	2,4	1,7	12
16а	21,6	29,8	52	68	3,8	2,7	2,4	1,7	
18	25,4	35,1	62	81	4,3	3,1	2,7	1,9	14
18а	27,7	38,3	62	81	4,3	3,1	2,7	1,9	
20	31,9	44,1	67	88	4,7	3,4	3,0	2,2	15
20а	35,0	48,4	67	88	4,7	3,4	3,0	2,2	
22	40,3	55,7	79	104	5,2	3,8	3,3	2,4	17
22а	44,5	61,5	79	104	5,2	3,8	3,3	2,4	
24	50,8	70,2	92	120	5,7	4,1	3,6	2,6	19
24а	55,6	76,8	92	120	5,7	4,1	3,6	2,6	
27	64,7	89,3	114	149	6,4	4,6	4,0	2,9	22
30	81,2	112,2	135	176	7,1	5,1	4,5	3,2	24

Номер профиля	$[M]$, кН. м		$[Q]$, кН		$[l]$, м, при $\left[\frac{f}{l}\right]=\frac{1}{250}$		$[l]$, м, при $\left[\frac{f}{l}\right]=\frac{1}{400}$		Высота стенки $h_{ст}$, см
	Элемент из стали класса								
	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	
33	101,6	140,3	164	214	7,8	5,7	4,9	3,6	27
36	126,2	174,3	195	255	8,5	6,2	5,4	3,9	30
40	159,8	220,7	228	299	9,5	6,9	6,0	4,3	33
Нормальные двутавры по ТУ *14-2-24-72 с параллельными полками*									
26Б1	65	90	102	133	6,1	4,4	3,8	2,8	21
26Б2	72	100	102	133	6,2	4,5	3,9	2,8	
26Б3	80	111	111	145	6,2	4,5	3,9	2,8	
30Б1	89	123	125	164	7,1	5,1	4,4	3,2	25
30Б2	99	136	125	164	7,1	5,1	4,4	3,2	
30Б3	109	151	136	178	7,2	5,2	4,5	3,3	
35Б1	121	167	151	197	8,1	6,0	5,2	3,8	30
35Б2	139	192	151	197	8,3	6,0	5,2	3,8	
35Б3	154	213	164	214	8,4	6,0	5,3	3,8	
45Б1	233	322	250	327	10,6	7,6	6,6	4,8	38
45Б2	267	371	250	327	10,8	7,7	6,8	4,9	
45Б3	296	409	273	357	10,8	7,8	6,8	4,9	
50Б1	319	440	271	409	11,8	8,5	7,4	5,4	43
50Б2	361	498	271	409	11,9	8,6	7,5	5,4	
50Б3	399	551	290	438	11,9	8,6	7,5	5,4	
55Б1	420	580	382	500	12,9	9,4	8,1	5,9	48
55Б2	474	655	382	500	13,1	9,5	8,2	6,0	
55Б3	520	719	416	544	13,2	9,5	8,3	6,0	
60Б1	548	757	450	589	14,1	10,2	8,9	6,4	52
60Б2	626	864	450	589	14,2	10,3	9,0	6,5	
60Б3	684	945	495	648	14,3	10,4	9,0	6,5	
70Б2	875	1209	608	795	16,7	12,0	10,5	7,6	61
70Б3	985	1360	634	829	16,8	12,1	10,6	7,7	
70Б4	1077	1487	698	912	16,9	12,2	10,6	7,7	
Широкополочные двутавры по ТУ *14-2-24-72*									
26Ш1	105	145	118	154	6,0	4,3	3,7	2,7	20
26Ш2	118	163	123	161	6,0	4,4	3,8	2,7	
30Ш1	151	208	149	195	6,9	5,0	4,3	3,1	23
30Ш2	171	237	153	200	7,0	5,1	4,4	3,2	
30Ш3	192	265	171	224	7,1	5,1	4,5	3,2	
30Ш4	210	290	187	245	7,2	5,2	4,5	3,3	
35Ш1	248	342	199	260	8,0	5,8	5,0	3,6	27
35Ш2	271	374	220	287	8,1	5,9	5,1	3,7	
35Ш3	304	420	220	287	8,2	5,9	5,2	3,7	
35Ш4	338	467	243	318	8,3	6,0	5,2	3,8	

Продолжение табл. III.3

Номер профиля	[M], кН. м		[Q], кН		[l], м, при $\left[\frac{f}{l}\right]=\frac{1}{400}$		при $\left[\frac{f}{l}\right]=\frac{1}{400}$		Высота стенки $h_{ст}$, см
	Элемент из стали класса								
	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	С38/23	С46/33	
40Ш1	376	519	255	334	9,2	6,7	5,8	4,2	31
40Ш2	413	571	255	334	9,3	6,7	5,9	4,2	
40Ш3	424	586	293	384	9,3	6,7	5,9	4,2	
40Ш4	489	675	293	384	9,4	6,8	6,0	4,3	
50Ш1	525	725	360	471	11,5	8,3	7,2	5,2	40
50Ш2	605	835	360	471	11,6	8,4	7,3	5,3	
50Ш3	636	878	492	644	11,6	8,4	7,3	5,3	
50Ш4	728	1006	492	644	11,8	8,5	7,4	5,4	
50Ш5	819	1131	492	644	12,1	8,7	7,6	5,5	
60Ш1	773	1067	492	644	13,8	10,0	8,7	6,3	49
60Ш2	867	1198	492	644	13,9	10,0	8,7	6,3	
60Ш3	953	1316	552	722	14,0	10,1	8,8	6,4	
60Ш4	1008	1392	743	971	14,0	10,1	8,8	6,4	
60Ш5	1155	1595	743	971	14,2	10,3	8,9	6,5	
60Ш6	1321	1824	743	971	14,4	10,4	9,1	6,6	

Раздел IV. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛИСТОВЫХ И ТРУБЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ

IV.1 ЛИСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

1. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ

При разработке чертежей КМД надлежит предусматривать следующее:

передачу сосредоточенных воздействий производить через элементы жесткости;

в местах сопряжения оболочек различной формы рекомендуется применять плавные переходы в целях уменьшения местных напряжений;

выполнение всех стыковых швов производить двусторонней или односторонней сваркой с подваркой корня шва или на подкладках;

для швов, выполняемых с полным проплавлением, возможность удаления корня шва наиболее простым способом (огневая резка, при помощи наждачного круга и т. п.);

приводить указания о необходимости обеспечения плотноств соединения конструкций и способа ее проверки в соответствии с имеющнмися в чертежах КМ указаниями;

изломы образующих для цилиндрических и конических поверхностей («колена», конические переходы) не должны превышать угла, равного 15°, а радиус поворота цилиндрических оболочек по оси цилиндров должен быть равен не менее одному диаметру цилиндра.

членение на отправочные марки, при котором полностью используются возможности завода изготовителя, требования транспортирования и производства монтажа, максимальной степени заводской готовности;

раскрой листового металлопроката с минимальными отходами;

решения узлов без пооперационных сборок;

минимальное количество технологических операций;

возможность применения для соединений автоматической сварки;

избегать сосредоточения сварных швов в одном месте, расстояние между швами должно быть не менее десяти толщин свариваемых листов;

снижать расход наплавленного металла путем уменьшения длины и толщины сварных швов;

назначать толщины и взаимное расположение швов, а также выбирать способ сварки, исключающий концентрацию напряжений и деформаций в конструкциях;

учитывать конструктивные требования, предъявляемые к сварным соединениям;

установку подставок и распорок, обеспечивающих устойчивость и жесткость элементов на время изготовления, транспортирования и производства монтажа;

установку по центру тяжести элементов конструкций специальных проушин, соответствующих массе элементов согласно документации на погрузку при транспортировании, а также при изготовлении и монтаже;

установку необходимых сборочных приспособлений и скоб для производства монтажных работ.

2. СОЕДИНЕНИЕ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для соединения деталей листовых конструкций применяют:

для разъемных (фланцевых) — болты нормальной точности по указаниям в чертежах КМ, соответствующих ГОСТ 7798-70 *, ГОСТ 7796-70* и другим нормативным документам;

для неразъемных (сварных) — электросварные швы всех основных типов: стыковые, угловые, тавровые и внахлестку.

Стыковые швы выполняют двусторонней сваркой либо односторонней с подваркой корня шва или на подкладках; швы на подкладках применяют в исключительных

случаях (где невозможно выполнение подварки корня шва или требование выполнения сварки с полным проплавлением не обязательно).

В листовых конструкциях сварные соединения рекомендуется выполнять встык. Соединения листов толщиной 5 мм и менее, а также монтажные соединения разрешается осуществлять внахлестку, при этом необходимо учитывать трудоемкую, а часто и невозможную проверку этих швов на плотность.

Основные типы и конструктивные элементы сварных соединений принимаются при сварке;

автоматической и полуавтоматической под флюсом по ГОСТ 8713-70 и ГОСТ 11533-75;

электродуговой в защитных газах по ГОСТ 14771-76 (при сварке проволокой 0,8—1,2 мм основные типы и конструктивные элементы допускается применять по ГОСТ 5264-69);

ручной электродуговой по ГОСТ 5264—69 и ГОСТ 11534-75.

Для ручной дуговой сварки рекомендуется применять электроды по ГОСТ 9467-75 типов:

Э42, Э46 — во всех конструкциях из углеродистых сталей обыкновенного качества по ГОСТ 380-71* (за исключением конструкций, где требуется применять электроды типа Э42А);

Э42А — в конструкциях из углеродистых сталей по ГОСТ 380-71* в следующих случаях:

а) в конструкциях, непосредственно воспринимающих динамические или вибрационные нагрузки;

б) в конструкциях, работающих при температуре ниже минус 40° С;

в) в листовых конструкциях — в растянутых швах и швах, расположенных в зоне действия краевых эффектов, в швах крепления патрубков, горловин и т. п.;

Э46 — в конструкциях из термообработанных углеродистых сталей;

Э50, Э50А (в случаях, оговоренных для электродов Э42А) — в конструкциях из низколегированных сталей марок 10Г2С1, 15ХСНД, 14Г2, 15ГС, 10Г2С1Д по ГОСТ 19282-73;

Э60А — в конструкциях из высокопрочных сталей марок 10ХСНД, 14Г2АФ, 16Г2АФ по ГОСТ 19282-73.

При сварке сталей разных классов применяют электроды, соответствующие сварке сталей более низкого класса. При использовании для угловых швов сварочных материалов, соответствующих стали более высокого класса, следует учитывать требования СНиП II-В.3-72.

Вид сварки угловых швов и марку сварочной проволоки (электродов) проставляют в чертежах КМД в соответствии с указаниями, имеющимися в чертежах КМ.

3. ГЕОМЕТРИЯ

Определение геометрических размеров деталей листовых конструкций обусловливается:

конструктивными решениями; основными размерами элементов; узлами соединения; поверхностями, сопряжение которых определяют размеры натуральных величин плоскостей или разверток деталей.

Прямая и плоскость в пространстве

Натуральная величина прямой, заданной относительными координатами точек (x, y, z)

$$AB = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}. \qquad \text{(IV.1)}$$

Условие пересечения прямых в пространстве: прямые пересекаются, если проекции точек пересечения находятся на проекционной связи (рис. IV.1).

Пересечение прямой и плоскости (рис. IV.2) рекомендуется решать путем заключения данной прямой в одну из перпендикулярных плоскостей, нахождения линии пересечения этой плоскости с заданной плоскостью и нахождения точки пересечения данной прямой с полученной линией. Точка пересечения является общей для прямой и плоскости.

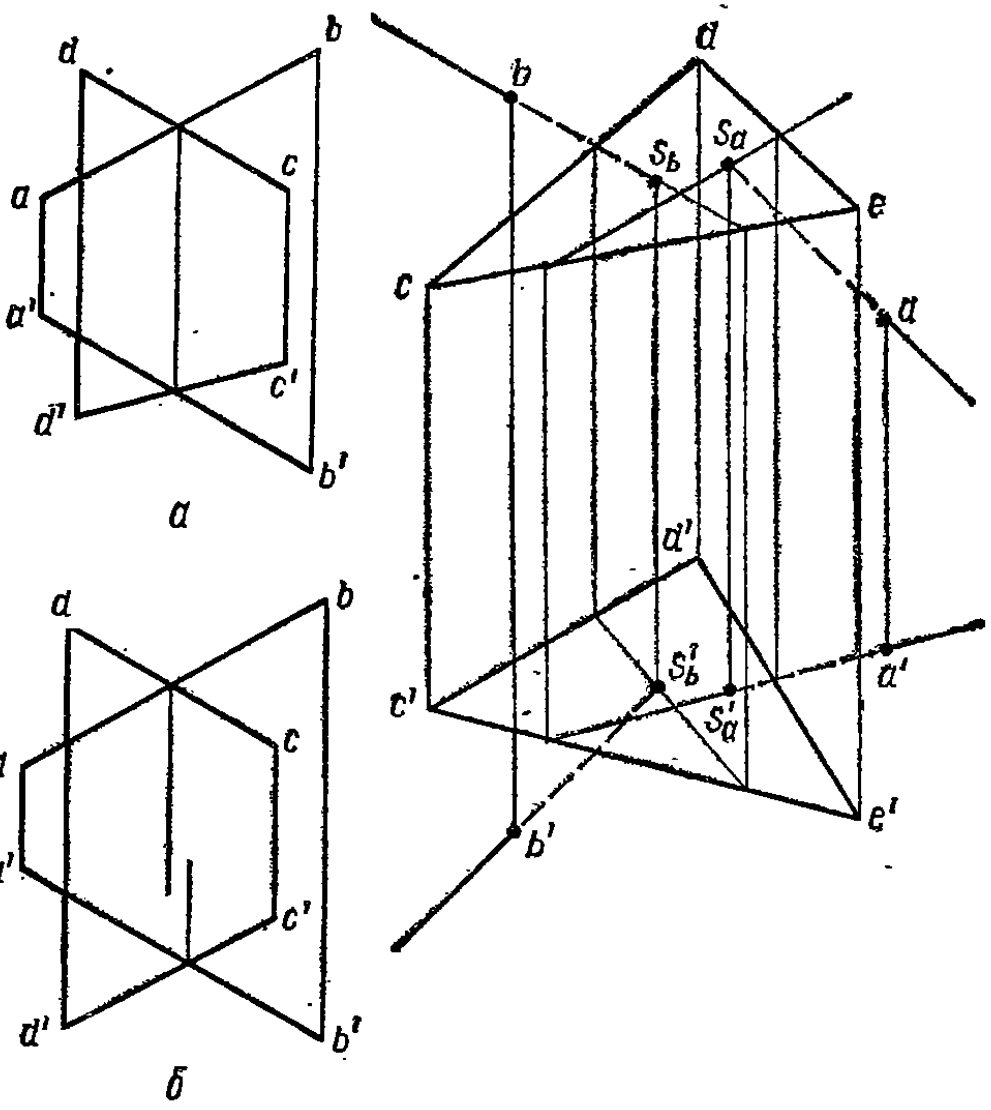


Рис. IV.1. Условие пересечения прямых в пространстве:
а — пересекаются; *б* — не пересекаются.

Рис. IV.2. Определение точек пересечения прямых и плоскости.

Линию пересечения плоскостей общего положения (рис. IV.3) находят, используя пересечение прямой и плоскости. Для решения этой задачи выбирают две линии на одной из заданных плоскостей или по одной на каждой плоскости, находят точки пересечения этих прямых с другой плоскостью. Линия, соединяющая эти две точки пересечения, есть линия пересечения заданных плоскостей. Решение задачи упрощается, если использовать для этого линии частного положения заданных плоскостей (горизонтали или фронтали).

Угол между плоскостями находят способом перемены плоскостей проекций (рис. IV.4).

При помощи величин a, b, c, d определяют угол между заданными плоскостями. На основе графического построения иногда целесообразно производить геометрическое определение этих величин.

Угол между плоскостями определяют также способами, приведенными на рис. IV.5, натуральную величину плоскости — способом вращения вокруг одной из главных линий плоскости (горизонтали или фронтали) (рис. IV.6). При значении $\alpha_т = 90°$ угол (x) между плоскостями можно находить по формулам:

$$\operatorname{tg}(x - 90°) = \frac{\operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\beta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\alpha + \operatorname{tg}^2\beta}}; \qquad \text{(IV.2)}$$

$$\operatorname{tg}(x - 90°) = \frac{a \cdot b}{h \cdot e}, \qquad \text{(IV.3)}$$

где $90° - \alpha$ и $90° - \beta$ — углы наклона плоскостей;

$$e = \sqrt{h^2 + a^2 + b^2}; \qquad \text{(IV.4)}$$

a, b, h, e, α, β обозначены на рис. IV.5.

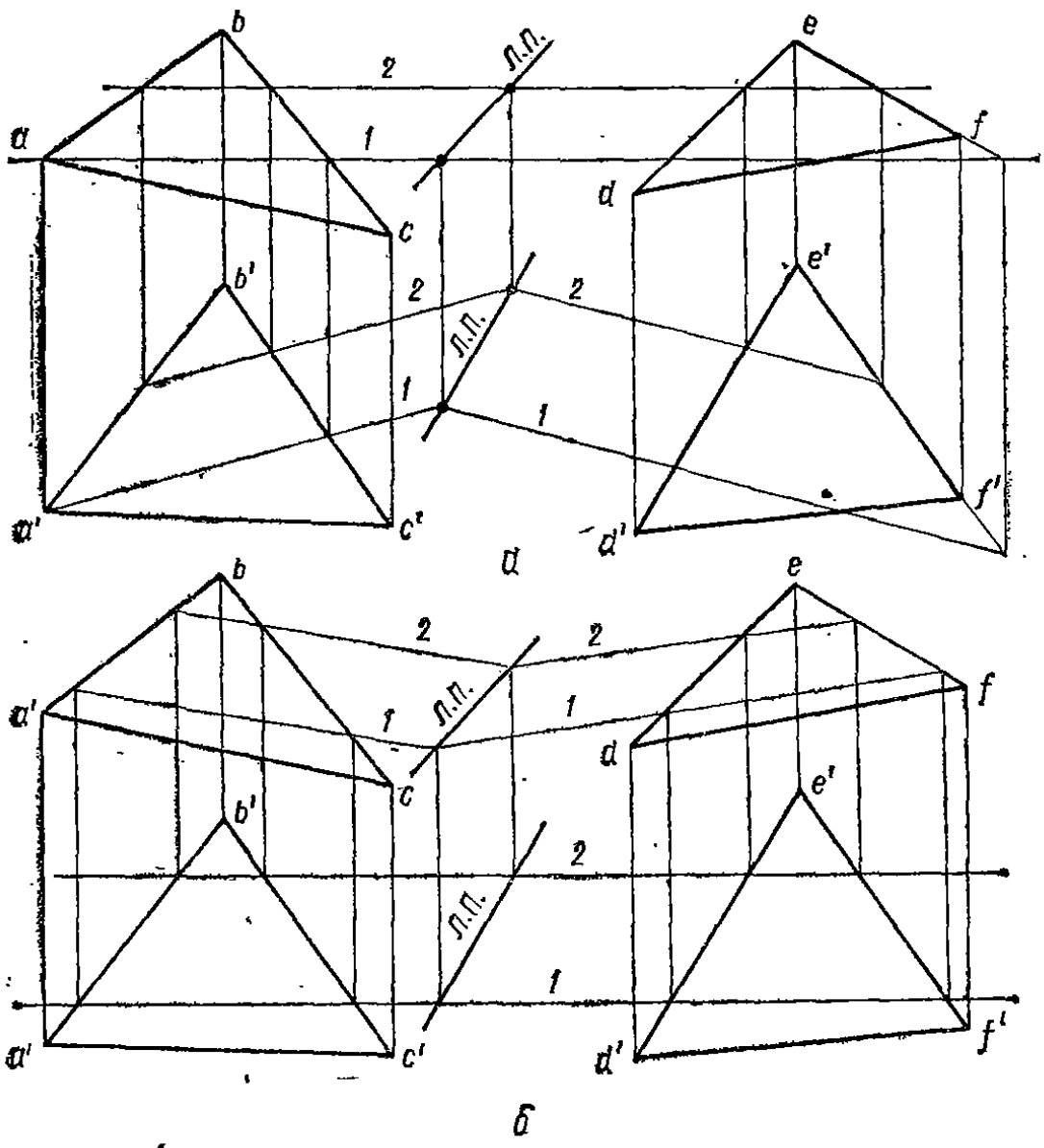


Рис. IV.3. Определение линии пересечения плоскостей общего положения при помощи:
а — горизонталей; *б* — фронталей.

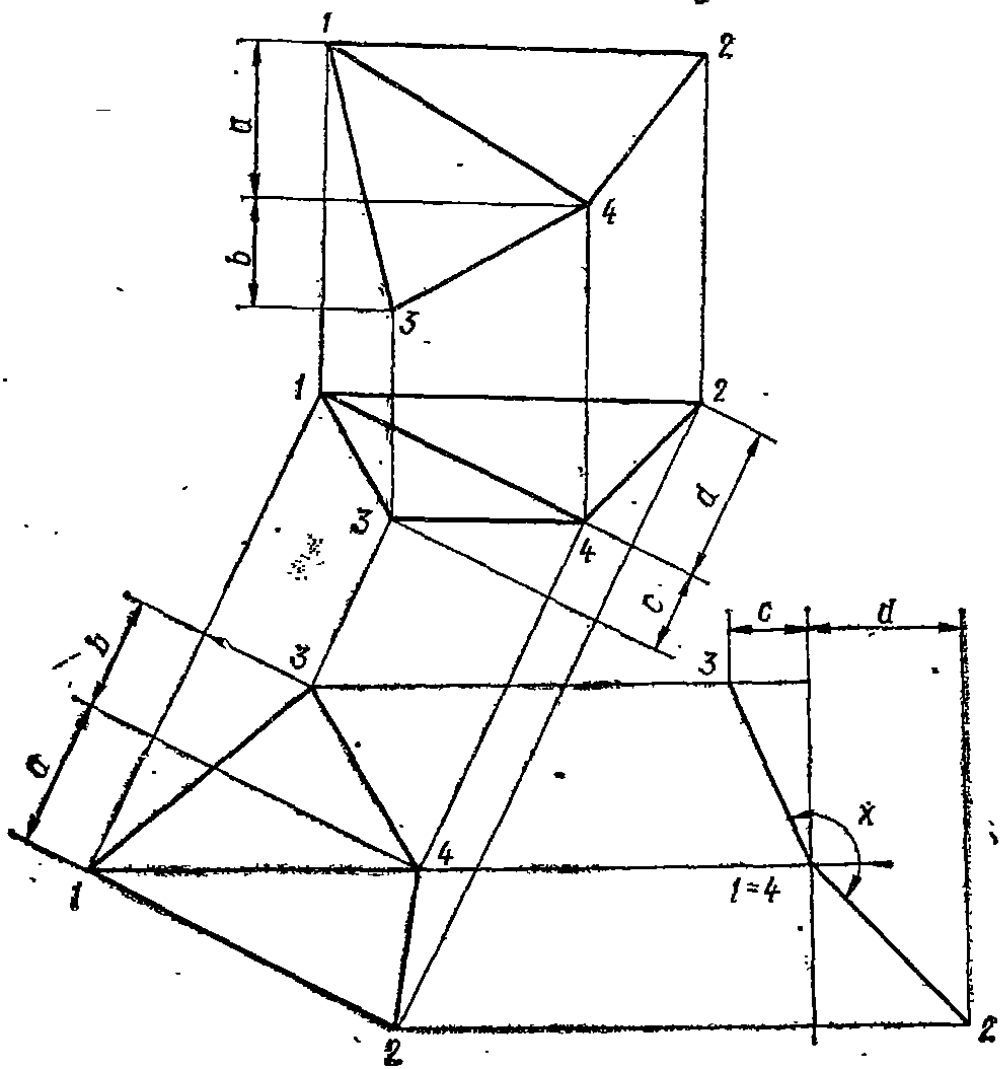


Рис. IV.4. Определение угла между плоскостями способом перемены плоскостей проекций.

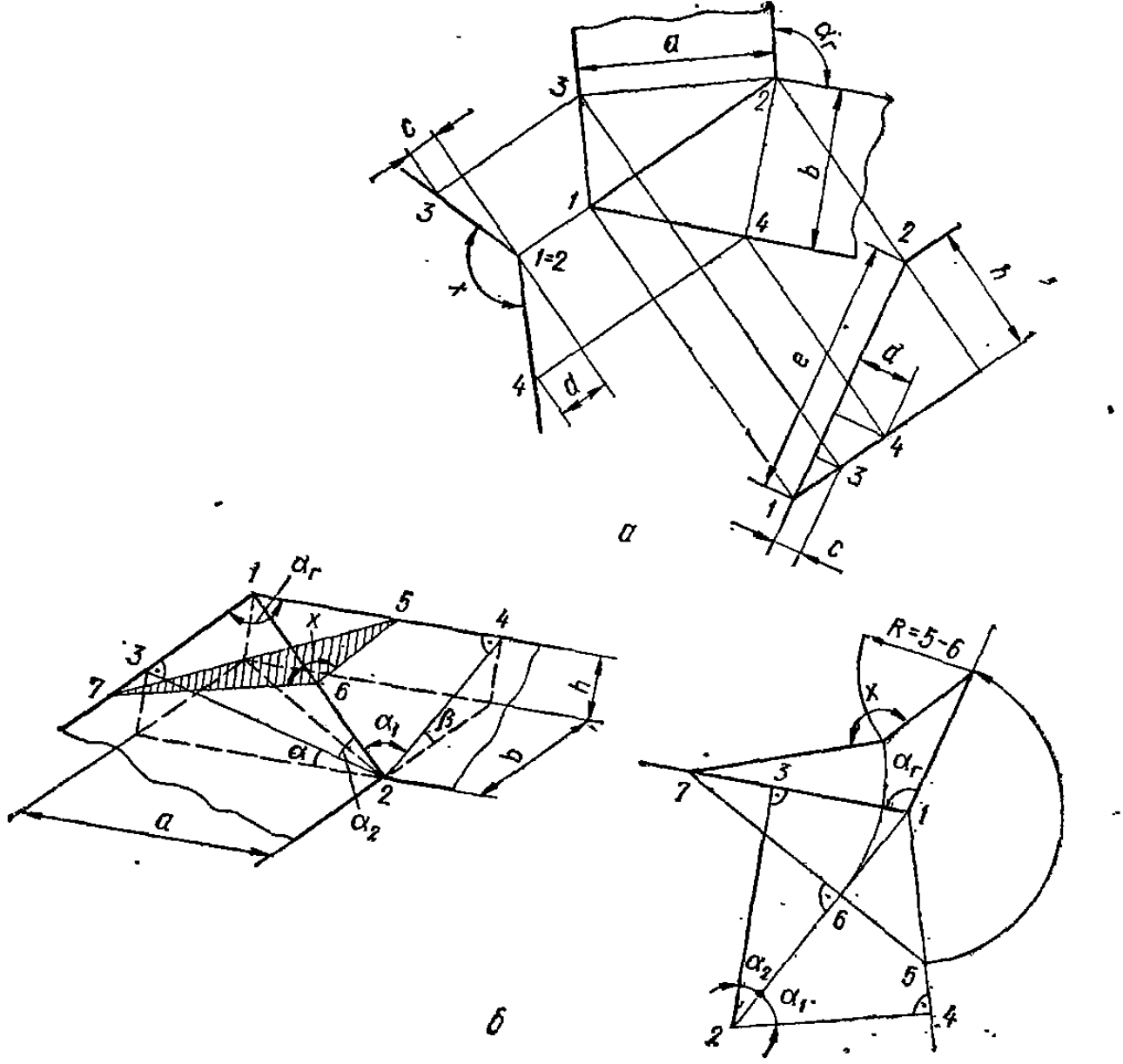


Рис. IV.5. Определение угла между плоскостями способами:
а — перемены плоскостей проекций; *б* — нормальных сечений.

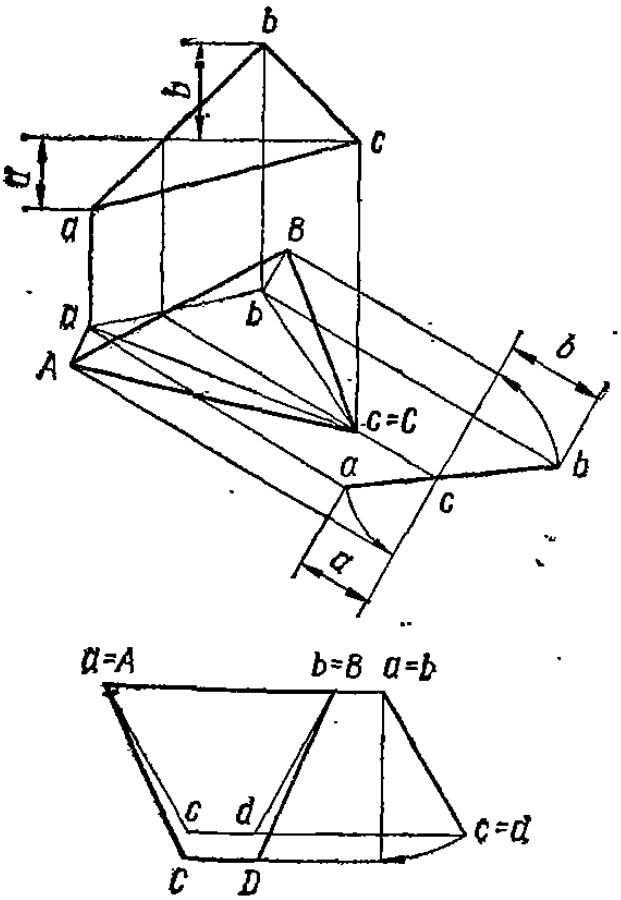


Рис. IV.6. Определение натуральных величин плоскостей.

Сечения кругового цилиндра. При сечении кругового цилиндра радиуса R плоскостью, перпендикулярной к оси цилиндра, получаем окружность радиуса R, наклонной к основанию цилиндра под углом α (рис. IV.7) — эллипс с полуосями:

$$a = R \cdot \sec\alpha = R + R\,\mathrm{tg}\,\alpha \cdot \mathrm{tg}\,\frac{\alpha}{2}; \qquad \text{(IV 5)}$$

$$b = R.$$

Координаты кривой сечения:

$$y_i = R\cos\beta_i; \qquad \text{(IV.6)}$$

$$x_i = R\sin\beta_i \cdot \sec\alpha = R\sin\beta_i + R\sin\beta_i \cdot \mathrm{tg}\,\alpha \cdot \mathrm{tg}\,\frac{\alpha}{2}. \qquad \text{(IV.7)}$$

Подсчет координат кривой сечения заносят в табл. IV.1. Количество точек n определяют из условий:

$$n \geqslant 6; \quad 120 \leqslant \frac{\pi \cdot R}{2n} \leqslant 150.$$

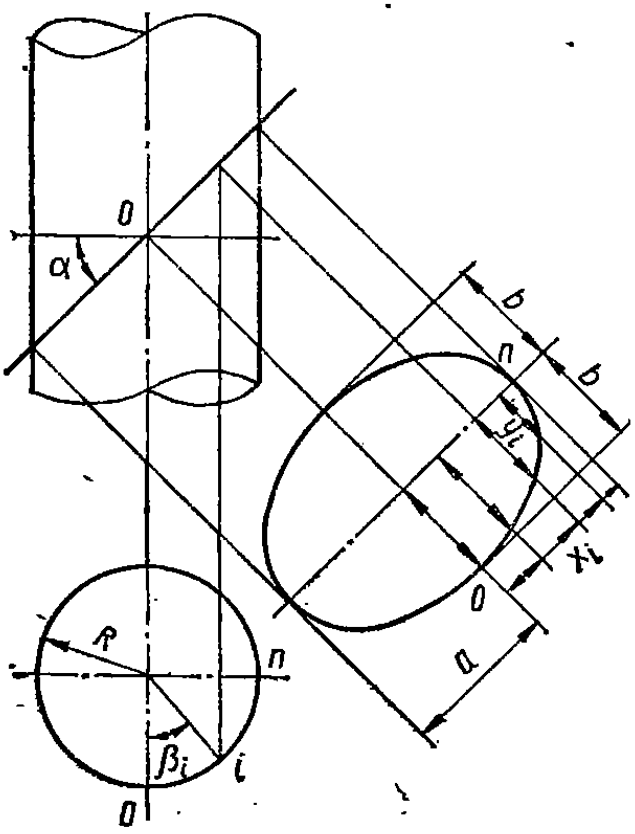


Рис. IV.7. Сечение цилиндрической поверхности плоскостью.

Значения R принимают в зависимости от узла сопряжения (рис. IV.8.)

Развертки цилиндрической поверхности. Ширина развертки цилиндрической поверхности усеченной плоскостями, перпендикулярными к оси цилиндра (рис. IV.9), равна длине цилиндра. Длина развертки $l = 2\pi R_{ср}$.

Ординаты точек a и b:

$$y_a = R_н \sin\gamma\,\mathrm{tg}\,\alpha; \qquad \text{(IV.8)}$$

$$x_a = R_{ср}\gamma; \qquad \text{(IV.9)}$$

$$y_b = R_в \cdot \sin\beta \cdot \mathrm{tg}\,\varphi; \qquad \text{(IV.10)}$$

$$x_b = R_{ср}\beta. \qquad \text{(IV.11)}$$

Параметры развертки цилиндрической поверхности, усеченной наклонной плоскостью (рис. IV.10),

$$l = 2\pi R_{ср}; \quad m = \frac{l}{4}; \quad a = \frac{m}{n};$$

n — из условий: $n \geqslant 6$; $120 \leqslant \dfrac{\pi R}{2n} \leqslant 200$;

$$h_н = R_в \cdot \mathrm{tg}\,\alpha; \quad h_в = R_н \cdot \mathrm{tg}\,\alpha; \qquad \text{(IV.12)}$$

Таблица IV.1. **Подсчет координат кривой сечения кругового цилиндра**

$n =$	$R =$	$\alpha =$ $= \sec\alpha =$	$K_1 = R \times \sec\alpha =$	$y_i = R\cdot\cos\beta_i$ $x_i = K_1\cdot\sin\beta_i$	
Номер точки	β_i	$\sin\beta_i$	$\cos\beta_i$	y_i	x_i
0	0°	0	1	...	0
1	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
n	90°	1	0	0	...

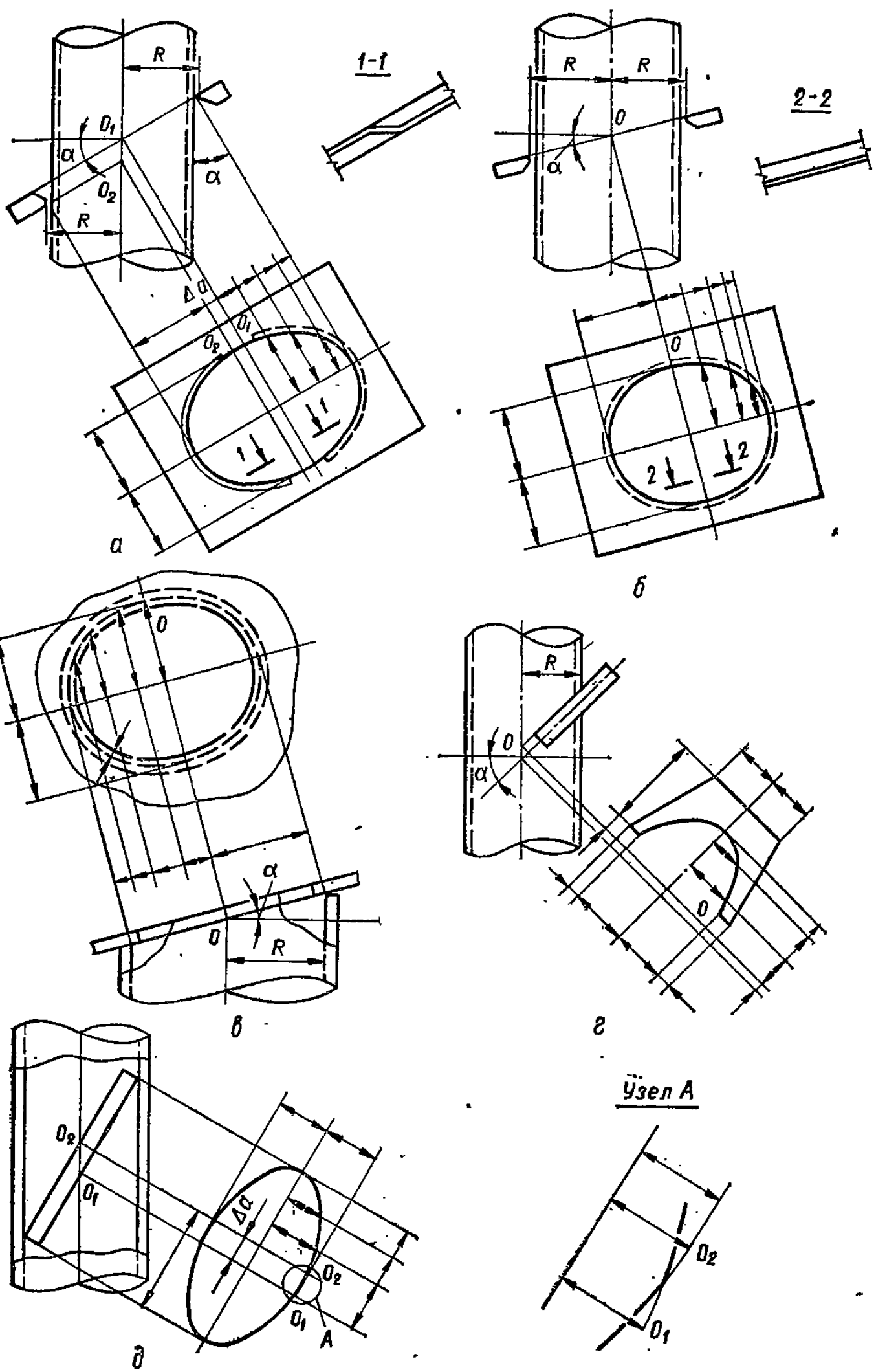


Рис. IV.8. Примеры сопряжения секущих плоскостей с цилиндрическими поверхностями:

а—д — конструкцин узлов.

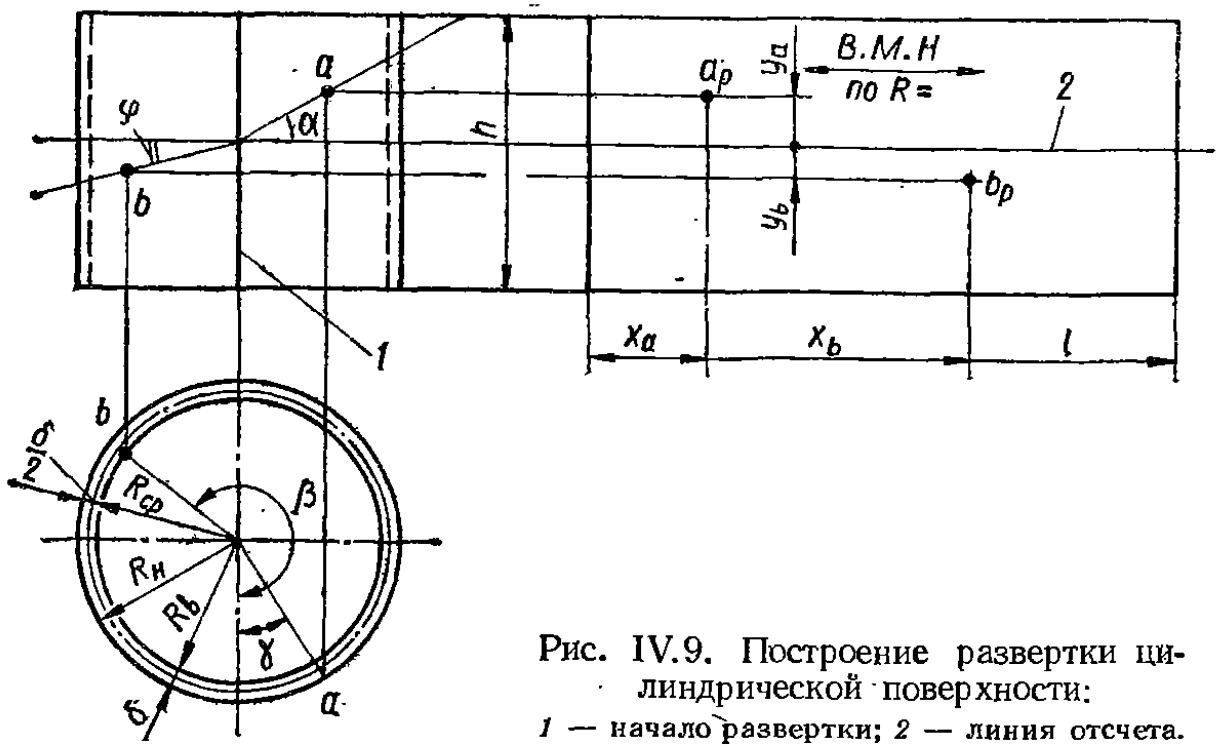


Рис. IV.9. Построение развертки цилиндрической поверхности:
1 — начало развертки; *2* — линия отсчета.

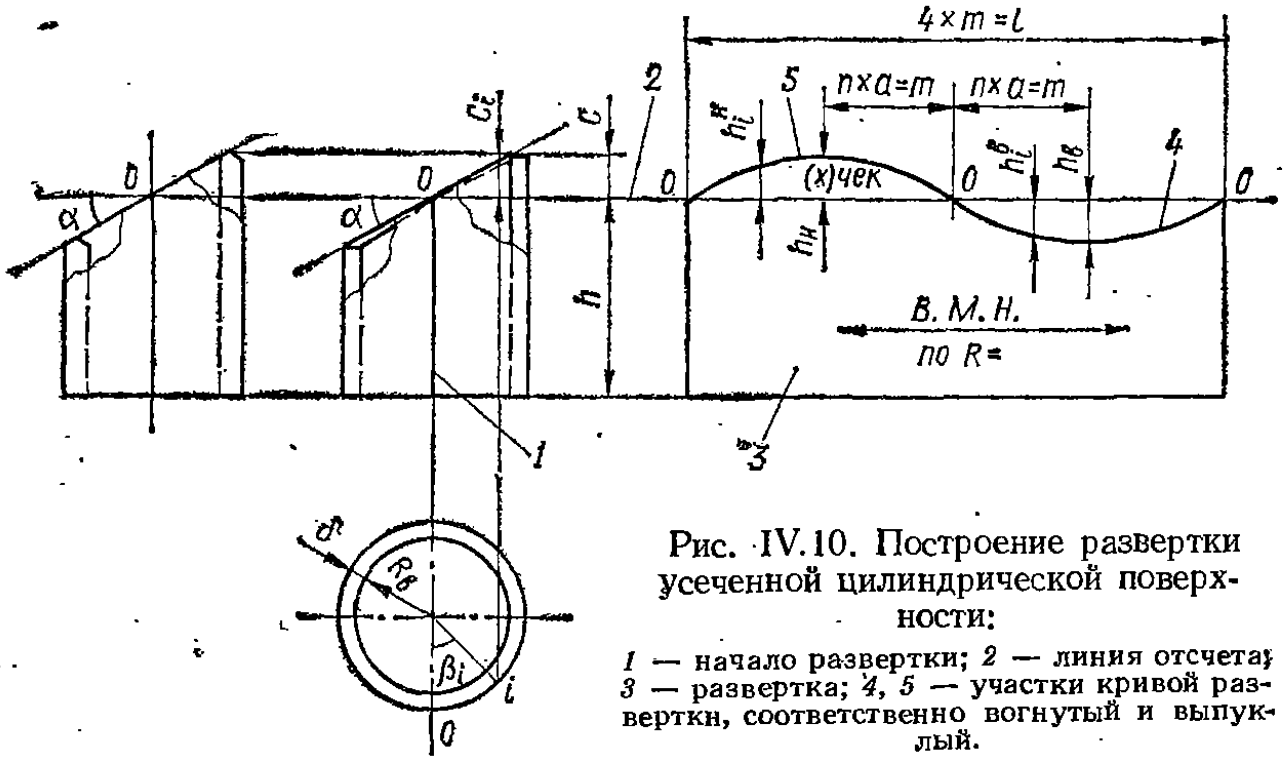


Рис. IV.10. Построение развертки усеченной цилиндрической поверхности:
1 — начало развертки; *2* — линия отсчета; *3* — развертка; *4, 5* — участки кривой развертки, соответственно вогнутый и выпуклый.

$$h_i^н = R_в \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \sin\beta_i = h_н \cdot K_n; \qquad \text{(IV:13)}$$

$$h_i^в = R_н \cdot \operatorname{tg}\alpha \cdot \sin\beta_i = h_в \cdot K_n, \qquad \text{(VI.14)}$$

где $R_в$, $R_н$ — соответственно внутренний и наружный радиусы цилиндра; α — угол наклона секущей плоскости;

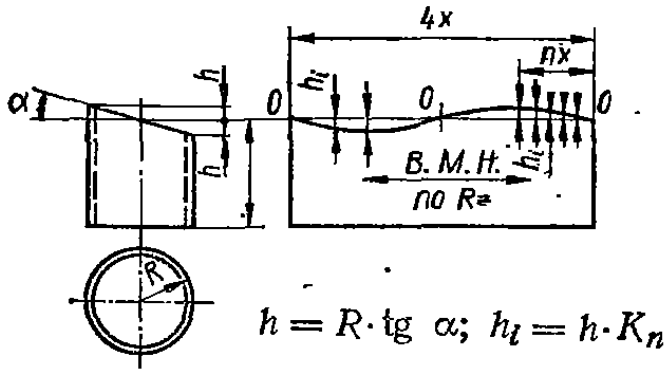
$$\beta_i = 0°;\quad \frac{1 \cdot 90°}{n};\quad \frac{2 \cdot 90°}{n};\quad \ldots\quad \frac{n \cdot 90°}{n};$$

K_n — коэффициенты по табл. IV.2.

При определении выпуклостей кривой развертки $h_н$, $h_в$ значения $R_в$ и $R_н$ принимают в зависимости от конструкции узла сопряжения (рис. IV.10). Подсчет ординат кривой линии развертки сводят в табл. IV.3.

Сопряжение трубопроводов с изломом осуществляется сечением трубопровода наклонной плоскостью под равными углами. Рекомендуемый угол наклона секущих плоскостей в этом случае не должен превышать 15°. При угле излома больше 30° делают вставки (рис. IV.11). Радиус излома должен быть не менее диаметра трубопровода.

Таблица IV.2. Коэффициент K_n для определения разверток усеченного цилиндра



$$h = R \cdot \operatorname{tg} \alpha;\ h_l = h \cdot K_n$$

Номер точки	Радиус цилиндра, R, мм						
	до 400	400÷500	500÷600	600÷700	700÷800	800÷900	900÷1000
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,38268	0,30902	0,25882	0,22256	0,19509	0,17365	0,15643
2	0,70711	0,58779	0,50000	0,43389	0,38268	0,34202	0,30902
3	0,92388	0,80902	0,70711	0,62349	0,55557	0,50000	0,45399
4	1,00000	0,95106	0,86603	0,78183	0,70711	0,64279	0,58779
5	—	1,00000	0,96593	0,90097	0,83147	0,76604	0,70711
6	—	—	1,00000	0,97492	0,92388	0,86603	0,80902
7	—	—	—	1,00000	0,98079	0,93969	0,89101
8	—	—	—	—	1,00000	0,98481	0,95106
9	—	—	—	—	—	1,00000	0,98769
10	—	—	—	—	—	—	1,00000

Номер точки	Радиус цилиндра R, мм						
	1000÷1100	1100÷1200	1200÷1300	1300÷1400	1400÷1500	1500÷1600	1600÷1700
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,14232	0,13053	0,12054	0,11197	0,10453	0,09802	0,09227
2	0,28169	0,25882	0,23932	0,22252	0,20791	0,19509	0,18375
3	0,41541	0,38268	0,35460	0,33028	0,30902	0,29029	0,27367
4	0,54064	0,50000	0,46472	0,43389	0,40674	0,38268	0,36125
5	0,65486	0,60876	0,56806	0,53204	0,50000	0,47140	0,44574
6	0,75575	0,70711	0,66312	0,62349	0,58779	0,55557	0,52644
7	0,84124	0,79335	0,74851	0,70711	0,66913	0,63439	0,60264
8	0,90963	0,86603	0,82299	0,78183	0,74315	0,70711	0,67370
9	0,95949	0,92388	0,88546	0,84672	0,80902	0,77301	0,73901
10	0,98982	0,96593	0,93502	0,90097	0,86603	0,83147	0,79801
11	1,00000	0,99145	0,97094	0,94388	0,91355	0,88192	0,85022
12	—	1,00000	0,99271	0,97493	0,95106	0,92388	0,89516
13	—	—	1,00000	0,99371	0,97815	0,95694	0,93247
14	—	—	—	1,00000	0,99452	0,98079	0,96183
15	—	—	—	—	1,00000	0,99519	0,98297
16	—	—	—	—	—	1,00000	0,99573
17	—	—	—	—	—	—	1,00000

Номер точки	Радиус цилиндра R, мм						
	1700—1800	1800—1900	1900—2000	2000—2100	2100—2200	2200—2300	2300—2400
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,08716	0,08258	0,07846	0,07473	0,07135	0,06824	0,06540
2	0,17365	0,16459	0,15643	0,14904	0,14232	0,13617	0,13053
3	0,25882	0,24549	0,23345	0,22252	0,21257	0,20346	0,19509

Продолжение табл. IV.2

Номер точки	Радиус цилиндра R, мм						
	1700—1800	1800—1900	1900—2000	2000—2100	2100—2200	2200—2300	2300—2400
4	0,34202	0,32470	0,30902	0,29475	0,28173	0,26980	0,25882
5	0,42262	0,40170	0,38268	0,36534	0,34946	0,33488	0,32144
6	0,50000	0,47594	0,45399	0,43388	0,41542	0,39840	0,38268
7	0,57358	0,54694	0,52250	0,50000	0,47925	0,46007	0,44229
8	0,64279	0,61421	0,58779	0,56332	0,54016	0,51959	0,50000
9	0,70711	0,67728	0,64945	0,62349	0,59929	0,57668	0,55557
10	0,76604	0,73573	0,70711	0,68017	0,65487	0,63109	0,60876
11	0,81915	0,78914	0,76041	0,73305	0,70711	0,68255	0,65935
12	0,86603	0,83717	0,80902	0,78183	0,75574	0,73083	0,70711
13	0,90631	0,87948	0,85264	0,82624	0,80053	0,77571	0,75184
14	0,93969	0,91577	0,89101	0,86603	0,84156	0,81697	0,79335
15	0,96593	0,94582	0,92388	0,90097	0,87768	0,85442	0,83147
16	0,98481	0,96940	0,95106	0,93088	0,90963	0,88788	0,86603
17	0,99620	0,98636	0,97237	0,95557	0,93695	0,91721	0,89687
18	1,00000	0,99659	0,98769	0,97493	0,95949	0,94226	0,92388
19	—	1,00000	0,99692	0,98883	0,97715	0,96292	0,94693
20	—	—	1,00000	0,99720	0,98982	0,97908	0,96593
21	—	—	—	1,00000	0,99745	0,99069	0,98079
22	—	—	—	—	1,00000	0,99767	0,99145
23	—	—	—	—	—	1,00000	0,99786
24	—	—	—	—	—	—	1,00000

Номер точки	Радиус цилиндра R, мм						
	2400—2500	2500—2600	2600—2700	2700—2800	2800—2900	2900—3000	3000—3100
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,06279	0,06038	0,05814	0,05607	0,05414	0,05234	0,05065
2	0,12533	0,12054	0,11609	0,11197	0,10812	0,10453	0,10117
3	0,18738	0,18026	0,17365	0,16751	0,16178	0,15644	0,15143
4	0,24869	0,23932	0,23062	0,22252	0,21497	0,20791	0,20130
5	0,30902	0,29751	0,28680	0,27684	0,26753	0,25882	0,25065
6	0,36813	0,35460	0,34202	0,33028	0,31930	0,30902	0,29936
7	0,42578	0,41041	0,39608	0,38269	0,36987	0,35837	0,34730
8	0,48175	0,46472	0,44880	0,43389	0,41989	0,40674	0,39435
9	0,53583	0,51734	0,50000	0,48372	0,46841	0,45399	0,44039
10	0,58779	0,56806	0,54951	0,53204	0,51555	0,50000	0,48530
11	0,63742	0,61672	0,59716	0,57868	0,56119	0,54464	0,52897
12	0,68455	0,66312	0,64279	0,62349	0,60517	0,58779	0,57127
13	0,72897	0,70711	0,68624	0,66635	0,64739	0,62932	0,61211
14	0,77051	0,74851	0,72737	0,70711	0,68770	0,66913	0,65137
15	0,80902	0,78718	0,76604	0,74564	0,72600	0,70711	0,68897
16	0,84433	0,82299	0,80212	0,78183	0,76216	0,74315	0,72479
17	0,87631	0,85578	0,83549	0,81556	0,79609	0,77715	0,75876
18	0,90483	0,88546	0,86603	0,84672	0,82769	0,80902	0,79078
19	0,92978	0,91190	0,89363	0,87522	0,85686	0,83867	0,82076
20	0,95106	0,93502	0,91822	0,90097	0,88351	0,96603	0,84864
21	0,96858	0,95472	0,93969	0,92388	0,90758	0,89101	0,87435
22	0,98229	0,97094	0,95799	0,94388	0,92908	0,91355	0,89781
23	0,99212	0,98362	0,97305	0,96092	0,94765	0,93358	0,91896
24	0,99803	0,99271	0,98481	0,97493	0,96355	0,95106	0,93775
25	1,00000	0,99817	0,99324	0,98587	0,97662	0,96593	0,95414
26	—	1,00000	0,99831	0,99371	0,98683	0,97815	0,96808
27	—	—	1,00000	0,99843	0,99414	0,98769	0,97953

Продолжение табл. IV.2

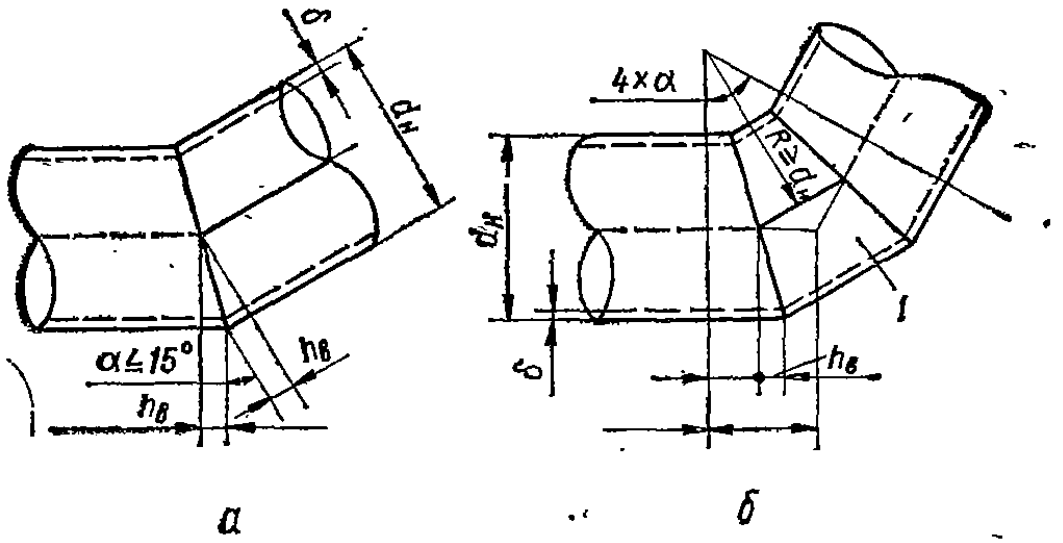
Номер точки	Радиус цилиндра R, мм						
	2400—2500	2500—2600	2600—2700	2700—2800	2800—2900	2900—3000	3000—3100
28	—	—	—	1,00000	0,99853	0,99452	0,98847
29	—	—	—	—	1,00000	0,99863	0,99487
30	—	—	—	—	—	1,00000	0,99872
31	—	—	—	—	—	—	1,00000

Таблица IV.3. Подсчет ординат кривой линии развертки цилиндрической поверхности, усеченной наклонной плоскостью

$n=$	$\alpha=$ $\operatorname{tg}\alpha=$	$R_{\text{в}}=$ $R_{\text{н}}=$	$h_{\text{н}}=R_{\text{в}}\cdot\operatorname{tg}\alpha=$ $h_{\text{в}}=R_{\text{н}}\cdot\operatorname{tg}\alpha=$	$h_i^{\text{н}}=h_{\text{н}}\cdot K_n$	$h_i^{\text{в}}=h_{\text{в}}\cdot K_{\text{н}}$

Номер точки	K_n	h_i^n	$h_i^{\text{в}}$
0	0	0	0
1	...	...	...
...	...	...	...
n	1	...	...

При определении $h_{\text{в}}$ и $h_{\text{н}}$ учитывают узел соединения кромок трубопровода (рис. IV.12). В соединениях без разделки кромок при $\delta \sin\alpha \leqslant 2$ мм принимают $h_{\text{н}}=h_{\text{в}}$.



а *б*

Рис. IV.11. Сопряжение трубопроводов с изломом:
а — без вставки; *б* — со вставкой; R — радиус излома.

Параметры развертки цилиндрической поверхности, усеченной нормальной круговой цилиндрической поверхностью (рис. IV.13):

$$l=2\pi r_{\text{ср}};\quad m=\frac{l}{4};\quad a=\frac{m}{n};$$

$$n\text{ — из условий;}\quad n\geqslant 6;\quad 120\leqslant\frac{\pi r_{\text{ср}}}{2n}\leqslant 150;$$

$$h_i=R(1-\cos\varphi_i), \qquad \text{(IV.15)}$$

где $$\sin\varphi_i = \frac{r}{R}\sin\beta_i; \qquad \text{(IV.16)}$$

$$\beta_i = 0°,\ \frac{1\cdot 90°}{n},\ \frac{2\cdot 90°}{n}\ \ldots\ \frac{n\cdot 90°}{n}.$$

При подсчете ординат кривой значения величин R и r принимают в зависимости от узлов соединения (рис. IV.14). Результаты подсчетов сводят в табл. IV.4.

Координаты выреза в развертке «воротника» усиления в секущей цилиндрической поверхности:

$$x_i = R_0\varphi_i; \qquad \text{(IV.17)}$$

$$y_i = r_0\cos\beta_i. \qquad \text{(IV.18)}$$

Подсчеты сводят в табл. IV.5.

При определении x_i значение R_0 принимают в зависимости от способов образования выреза:

в заготовке $R_0 = R_{ср}$;

в готовом изделии $R_0 = R_н$.

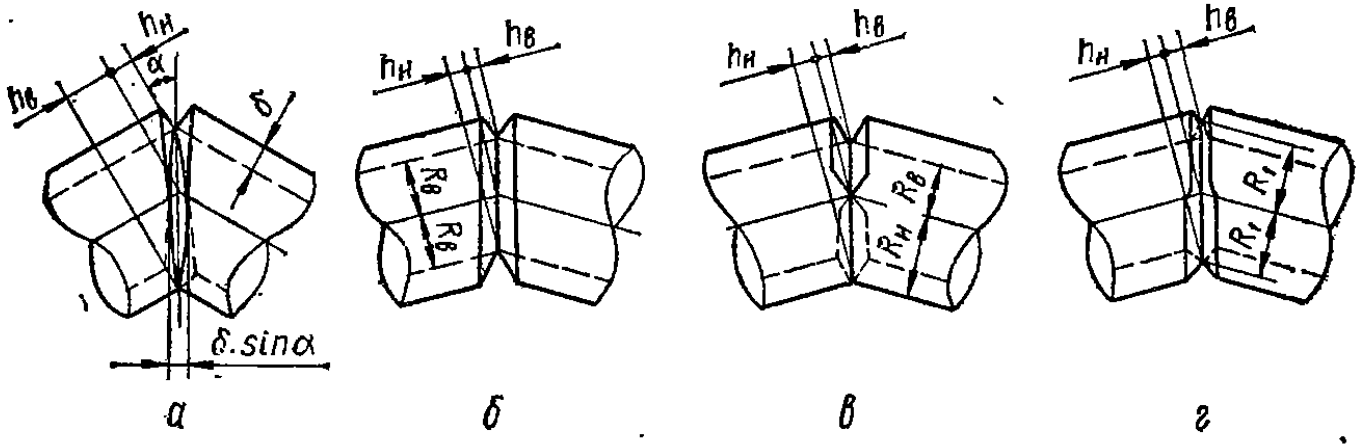


Рис. IV.12. Соединение деталей колена:

а — без образования фаски; *б* — с образованием фаски с наружной стороны; *в* — с образованием дополнительных фасок с наружной и внутренней стороны; *г* — с образованием двухсторонней фаски.

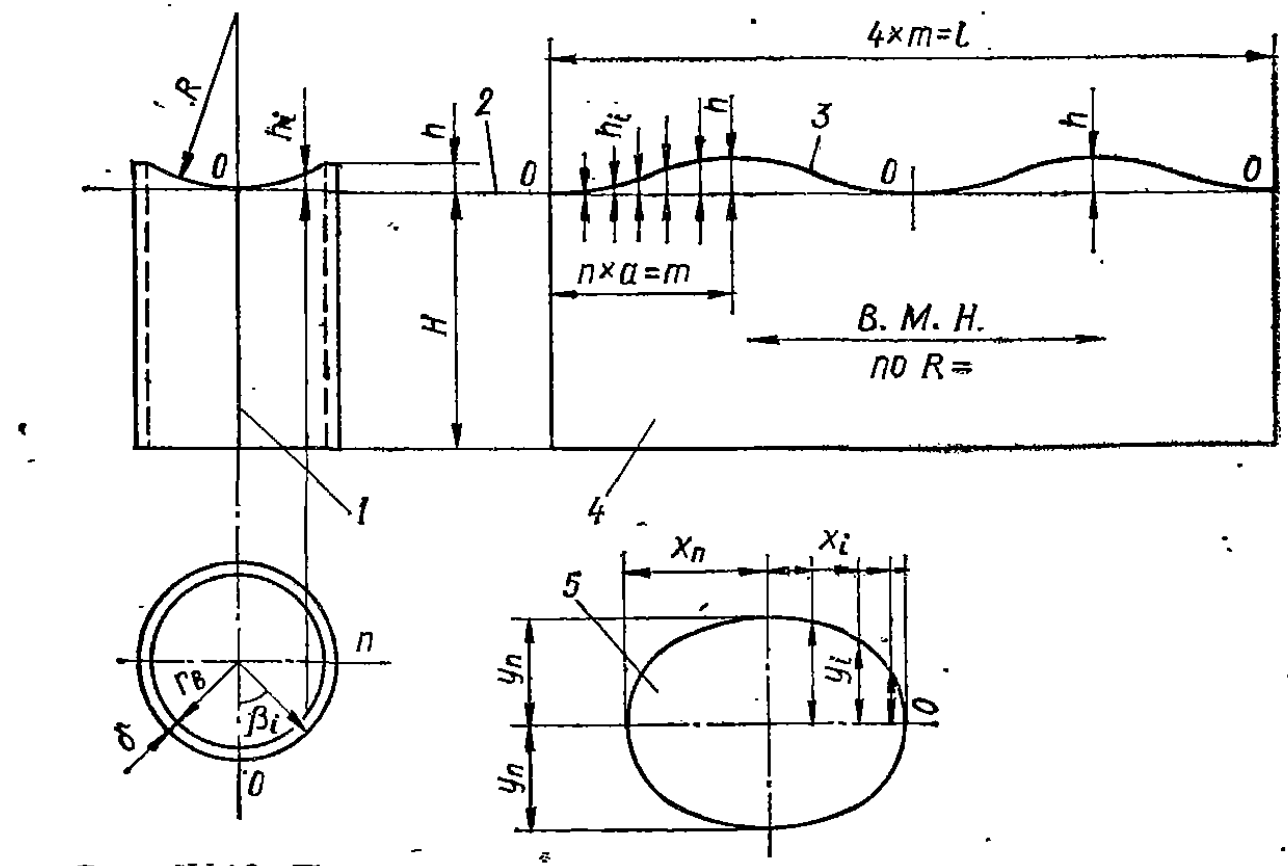


Рис. IV.13. Построение развертки прямого цилиндрического штуцера:

1 — начало развертки; *2* — линия отсчета; *3* — кривая развертки; *4* — развертка; *5* — отверстие под штуцер.

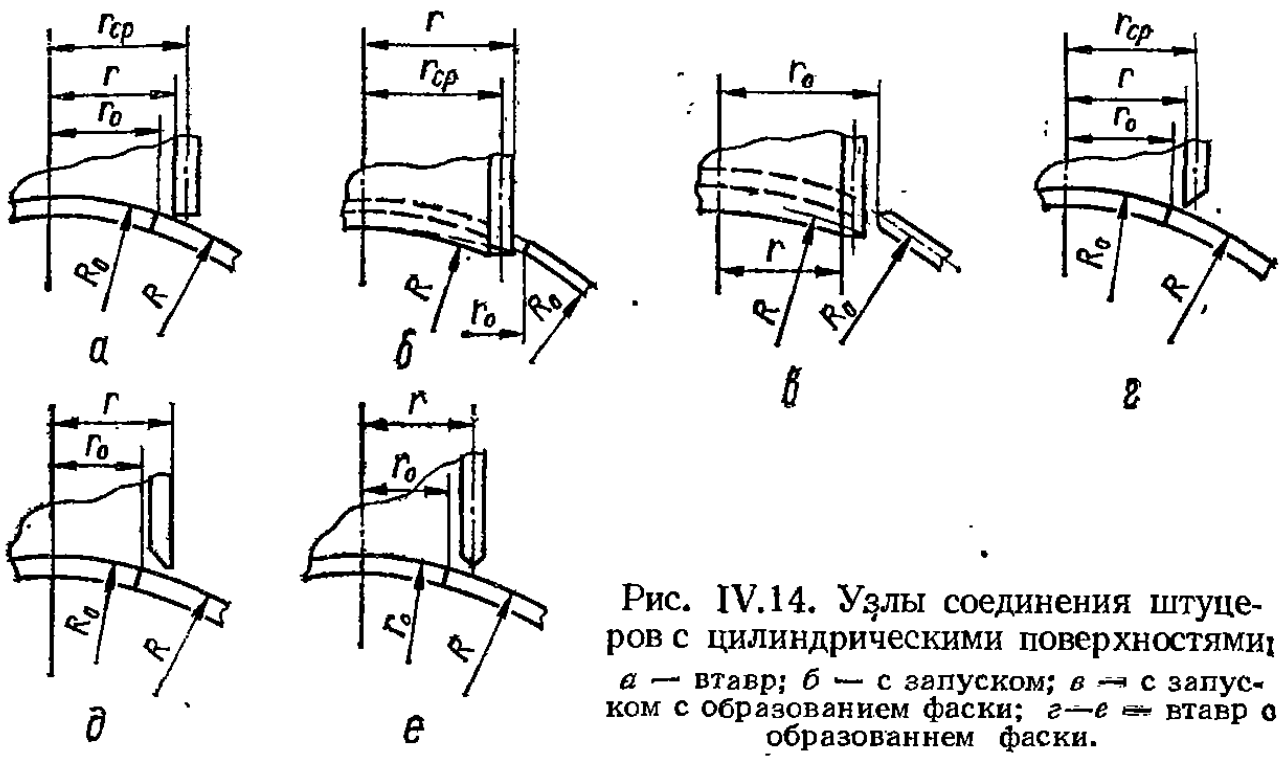


Рис. IV.14. Узлы соединения штуцеров с цилиндрическими поверхностями:
а — втавр; *б* — с запуском; *в* — с запуском с образованием фаски; *г—е* — втавр с образованием фаски.

Таблица IV.4. Подсчет ординат развертки цилиндрической поверхности, усеченной поверхностью по рис. IV.13

$n=$	$r=$ $R=$	$K_1=\frac{r}{R}=$	$\sin\varphi_i=K_1\sin\beta_i$	$K_2=1-\cos\varphi_i$ $h_i=RK_2$

Номер точки	β_i	$\sin\beta_i$	$\sin\varphi_i$	φ_i	$\cos\varphi_i$	K_2	h_i
0	0°	0	0	0	1	0	0
1	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
n	90°	1	...	...	...	...	...

Таблица IV.5. Подсчет координат выреза в секущей цилиндрической поверхности по рис. IV.14

$n=$	$r_0=$ $R_0=$	$K_1=\frac{r_0}{R_0}=$	$\sin\varphi_i=K_1\sin\beta_i$	$x_i=R_0\varphi_i$ $y_i=r_0\cos\beta_i$

Номер точки	β_i	$\sin\beta_i$	$\cos\beta_i$	$\sin\varphi_i$	φ_i		x_i	y_i
					0, ′, ″	рад		
0	0	0	1	0	0	0	0	...
1	...	...	...	...	...	...	...	...
n	90°	1	0	...	...	...	...	0

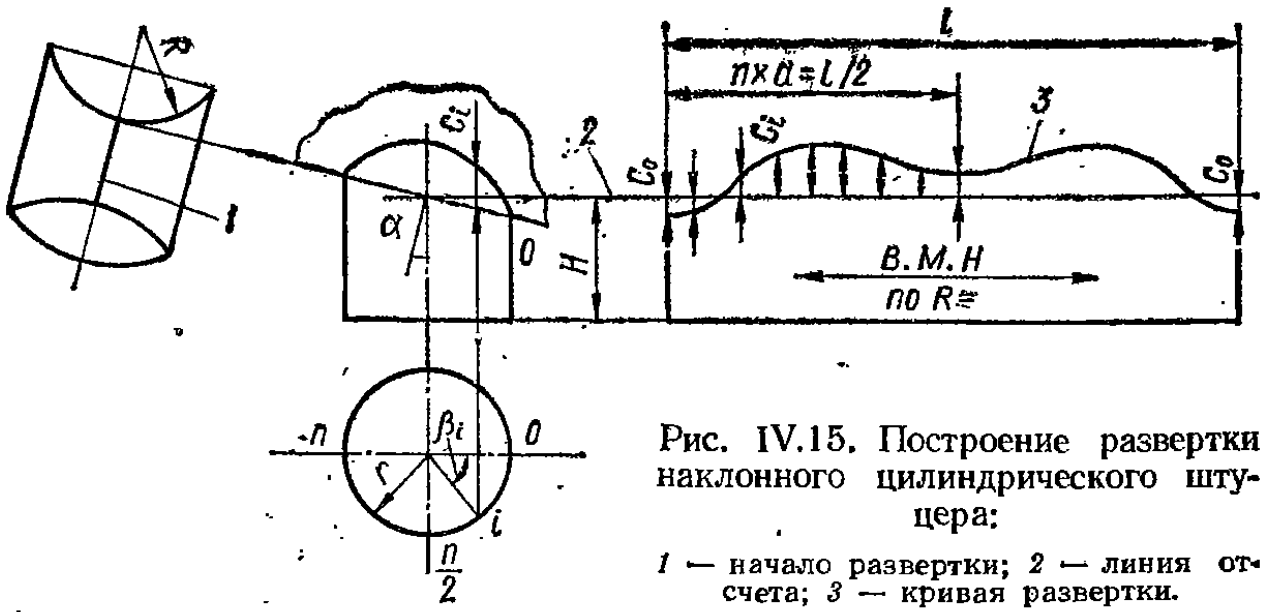


Рис. IV.15. Построение развертки наклонного цилиндрического штуцера:

1 — начало развертки; *2* — линия отсчета; *3* — кривая развертки.

Значения r_0 и R_0 принимают в зависимости от конструкций узлов.

Параметры развертки цилиндрической поверхности, усеченной наклонной круговой цилиндрической поверхностью (рис. IV.15),

$$l = 2\pi r_{ср}; \quad a = \frac{l}{2n}.$$

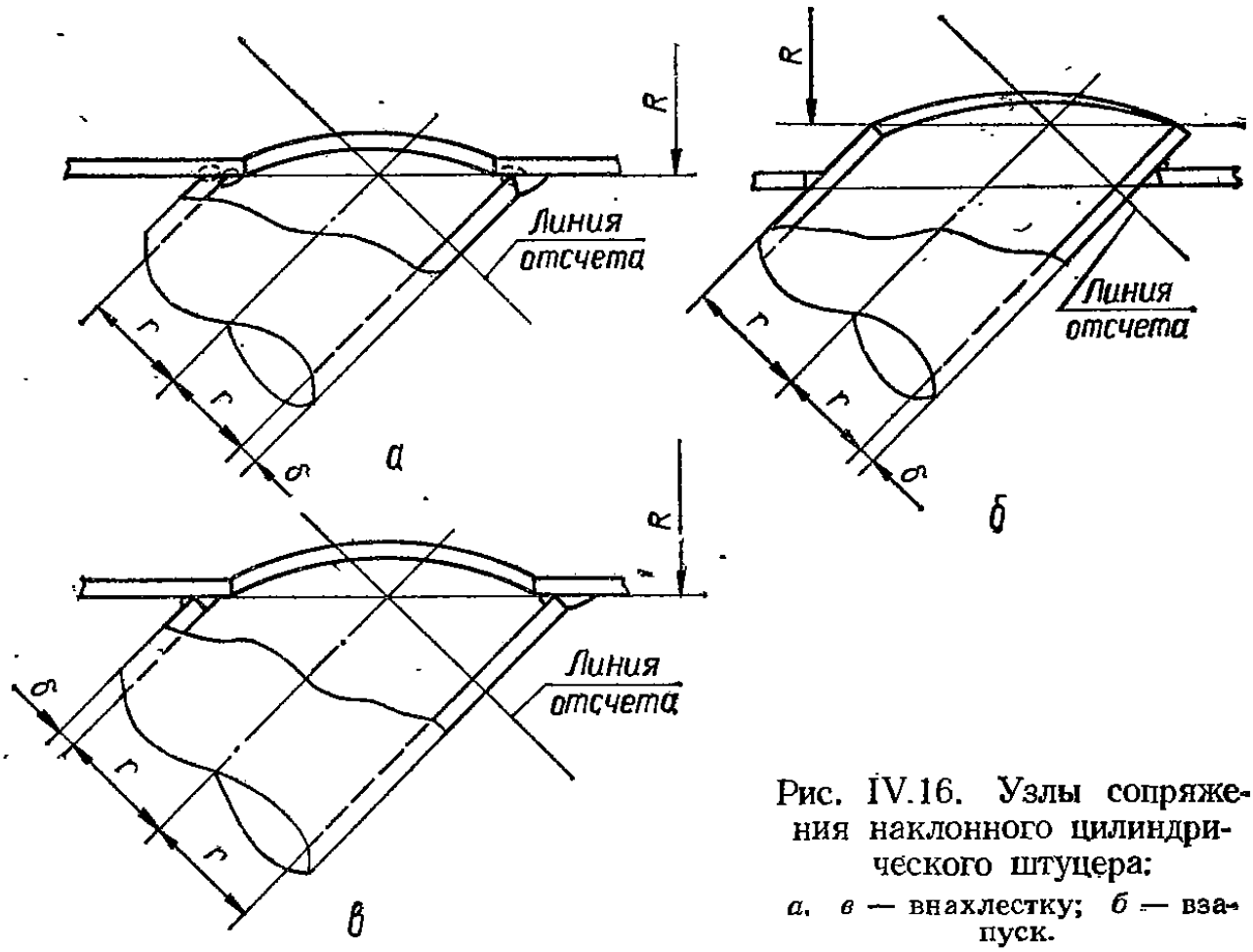


Рис. IV.16. Узлы сопряжения наклонного цилиндрического штуцера:

а, в — внахлестку; *б* — взапуск.

Количество точек n принимают по условиям:

$$n \geqslant 12; \quad 120 \leqslant \frac{\pi r_{ср}}{n} \leqslant 150.$$

Ординаты кривой определяют по формулам:

$$C_i = \mp r \cos \beta_i \operatorname{tg} \alpha + R (1 - \cos \varphi_i) \sec \alpha; \qquad \text{(IV.19)}$$

$$\sin \varphi_i = \frac{r}{R} \sin \beta_i, \qquad \text{(IV.20)}$$

где знак минус (—) в первом слагаемом формулы (IV.19) принимают для точек $0 \div \frac{n}{2}$, значение $\cos\beta_i$ от 0 до 90°; знак плюс (+) — для точек $\frac{n}{2} \div n$, значение $\cos\beta_i$ от 90 до 0°.

Значения r, R принимают в зависимости от конструкции узлов соединения (рис. IV.16). При подсчете ординат развертки штуцера по рис. IV.16,*в* все ординаты вычисляют по значению r, но для ряда начальных точек вычисления производят при значениях $r = r_в + \delta$. Из этих одноименных ординат принимают только те, значения которых по абсолютной величине будут бо́льшими.

Подсчет ординат сводят в табл. IV.6.

Развертка выреза в секущей цилиндрической поверхности («воротника» усиления) представлена на рис. IV.17. Ширина и толщина воротника задаются в чертежах КМ.

Координаты выреза:

для точек $0 \div \frac{n}{2}$

$$x_i = r \sec\alpha (1 - \cos\beta_i) + R \operatorname{tg}\alpha (1 - \cos\varphi_i); \qquad \text{(IV.21)}$$

$$y_i = \left(R + \frac{\delta}{2}\right)\varphi_i; \qquad \text{(IV.22)}$$

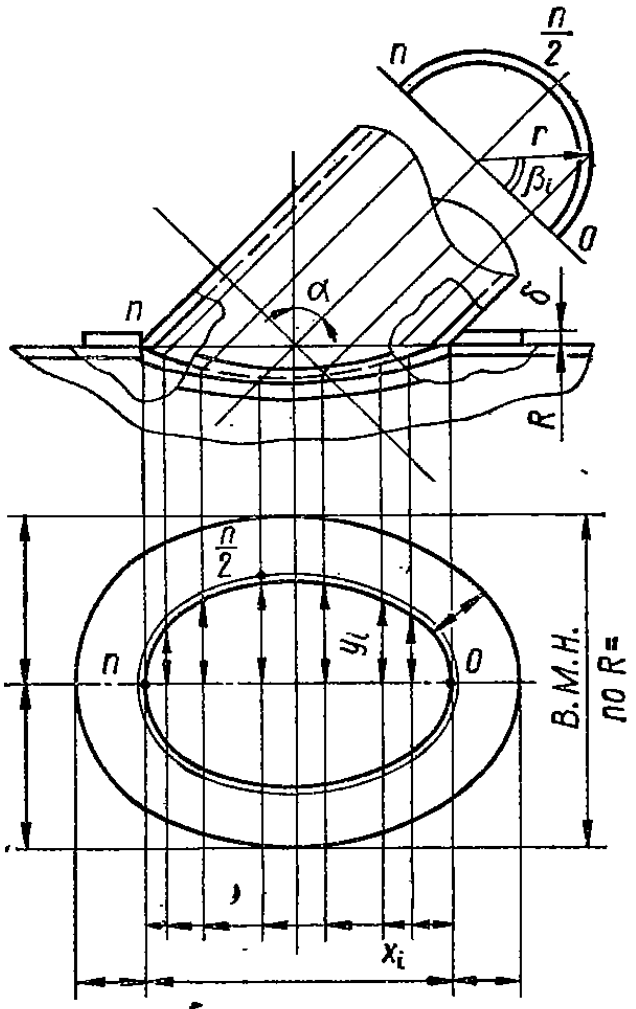


Рис. IV.17. Построение развертки воротника усиления наклонного цилиндрического штуцера.

$$\sin\varphi_i = \frac{r}{R} \cdot \sin\beta_i; \qquad \text{(IV.23)}$$

Таблица IV.6. **Подсчет ординат развертки цилиндрической поверхности, усеченной нормальной круговой цилиндрической поверхностью**

$n =$	$\alpha =$	$K_1 = r \cdot \operatorname{tg}\alpha =$	$\sin\varphi_i = K_3 \cdot \sin\beta_i$	$K_6 = K_4 \cdot K_5$
$r =$	$\operatorname{tg}\alpha =$	$K_2 = K_1 \cos\beta_i$	$K_4 = 1 - \cos\varphi_i$	$C_i = \mp K_2 + K_6$
$R =$	$\sec\alpha =$	$K_3 = \frac{r}{R} =$	$K_5 = R \cdot \sec\alpha =$	

Номер точки	β_i	$\sin\beta_i$	$\cos\beta_i$	K_2	$\sin\varphi_i$	φ_i	$\cos\varphi_i$	K_4	K_6	K_6	C_i
0	0°	0	1	—	0	0	1	0	—	0	...
1	...	...	...	—	...	...	...	...	—	...	...
...	...	...	...	—	...	...	...	...	—	...	...
$\frac{1}{2}n$	90°	1	0	∓	...	...	...	...	∓0	...	...
...	...	...	...	+	...	...	...	...	+	...	...
n	0°	0	1	+	0	0	1	0	+	0	...

$$0° \leqslant \beta_i \leqslant 90°;$$

для точек $\frac{n}{2} \div n$

$$x_i = r \sec\alpha\,(1 + \cos\beta_i) + R \operatorname{tg}\alpha\,(1 - \cos\varphi_i); \qquad \text{(IV.24)}$$

$$y_i = \left(R + \frac{\delta}{2}\right) \cdot \varphi_i; \qquad \text{(IV.25)}$$

$$\sin\varphi_i = \frac{r}{R} \cdot \sin\beta_i; \qquad \text{(IV.26)}$$

$$90° \leqslant \beta_i \leqslant 0°;$$

$$\beta_i = 0; \quad \frac{1 \cdot 90°}{n}; \quad \frac{2 \cdot 90°}{n} \ldots \frac{n \cdot 90°}{n};$$

n — из условий:

$$n \geqslant 6; \quad 120 \leqslant \frac{\pi \cdot r}{2n} \leqslant 150.$$

Подсчет сводят в табл. IV.7.

Ординаты развертки, усеченной смещенной цилиндрической поверхностью под прямым углом (рис. IV.18), определяют при $(r + x) \leqslant R$, $0° \leqslant \beta_i \leqslant 180°$. Количество точек n принимают из условий:

$$n \geqslant 12; \quad 120 \leqslant \frac{\pi \cdot r}{n} \leqslant 150.$$

Таблица IV.7. **Подсчет координат выреза в секущей цилиндрической поверхности**

$n =$	$\alpha =$	$K_1 = r \cdot \sec\alpha =$	$K_5 = \frac{r}{R} =$	$K_8 = 1 + \cos\beta_i$
$r =$				
$R =$	$\operatorname{tg}\alpha =$	$K_2 = 1 - \cos\beta_i$	$\sin\varphi_i = K_5 \cdot \sin\beta_i$	$K_9 = K_1 \cdot K_8$
$R + \frac{\delta}{2}$	$\sec\alpha =$	$K_3 = K_1 \cdot K_2$	$K_6 = 1 - \cos\varphi_i$	
		$K_4 = R \operatorname{tg}\alpha =$	$K_7 = K_4 \cdot K_6$	

$x_i = K_3 + K_7$ — для точек $0 \div \frac{n}{2}$; $y_i = \left(R + \frac{\delta}{2}\right)\varphi_i$;

$x_i = K_9 + K_7$ — для точек $\frac{n}{2} \div n$

Номер точки	β_i	$\sin\beta_i$	$\cos\beta_i$	K_2	K_3	$\sin\varphi_i$	φ_i		$\cos\varphi_i$	K_6	K_7	K_8	K_9	x_i	y_i
							°, ′, ″	рад							
0	0°	0	1	0	0	...	...	...	...	...	...	—	...	...	...
1	...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	—	...	...	...
...	...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	—	...	...	...
$\frac{1}{2}n$	90°	1	0	1	...		...	...	...	...	...	1	...	...	...
...	...	...	...	—	...		...	...	...	...	...	..	...	...	...
n	0°	0	1	—	...		...	...	...	...	...	2	...	...	...

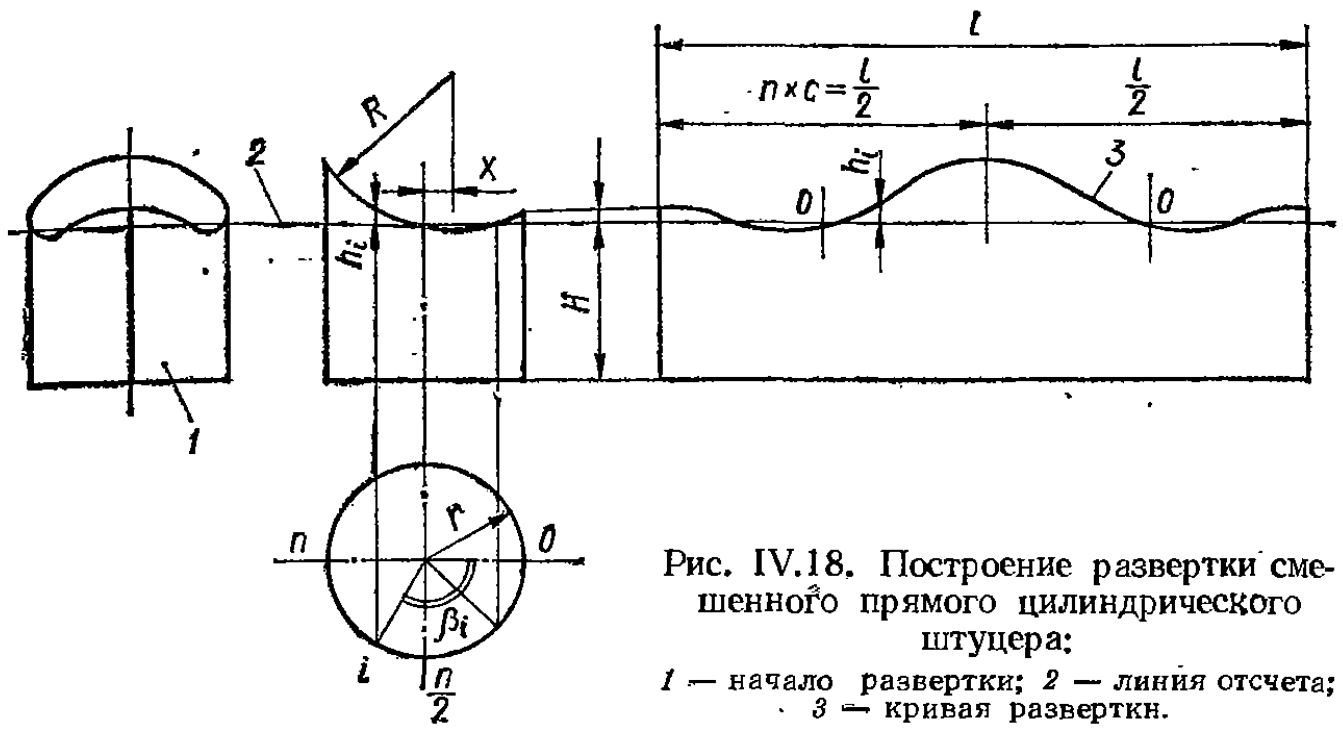


Рис. IV.18. Построение развертки смещенного прямого цилиндрического штуцера:

1 — начало развертки; *2* — линия отсчета; *3* — кривая развертки.

Кривая развертки боковой поверхности цилиндра симметрична на двух участках.

Ординаты кривой:

$$h_l = R\,(\cos\gamma - \cos\varphi_i); \tag{IV.27}$$

$$\sin\varphi_l = \frac{x \mp r \cdot \cos\beta_l}{R}; \tag{IV.28}$$

$$\sin\gamma = \frac{x}{R}. \tag{IV.29}$$

Таблица IV.8. Подсчет ординат развертки цилиндрической поверхности, усеченной смещенной поверхностью по рис. IV.18.

$n =$	$R =$	$\sin\gamma = \frac{x}{R} =$	$K_1 = r\cos\beta_l$	$K_3 = \cos\gamma - \cos\varphi_l$
	$r =$	$\gamma =$	$K_2 = x \mp K_1$	
	$x =$	$\cos\gamma =$	$\sin\varphi_l = \frac{K_2}{R}$	$h_l = R \cdot K_3$

Номер точки	β_l	$\cos\beta_l$	K_1	K_2	$\sin\varphi_l$	φ_l	$\cos\varphi_l$	K_3	h_l
0	0°	1		—					
1	...	...		—					
..	...	...		—					
$\frac{1}{2_1}n$	90°	0							0
...	...	...		+					
n	0°	1		+					

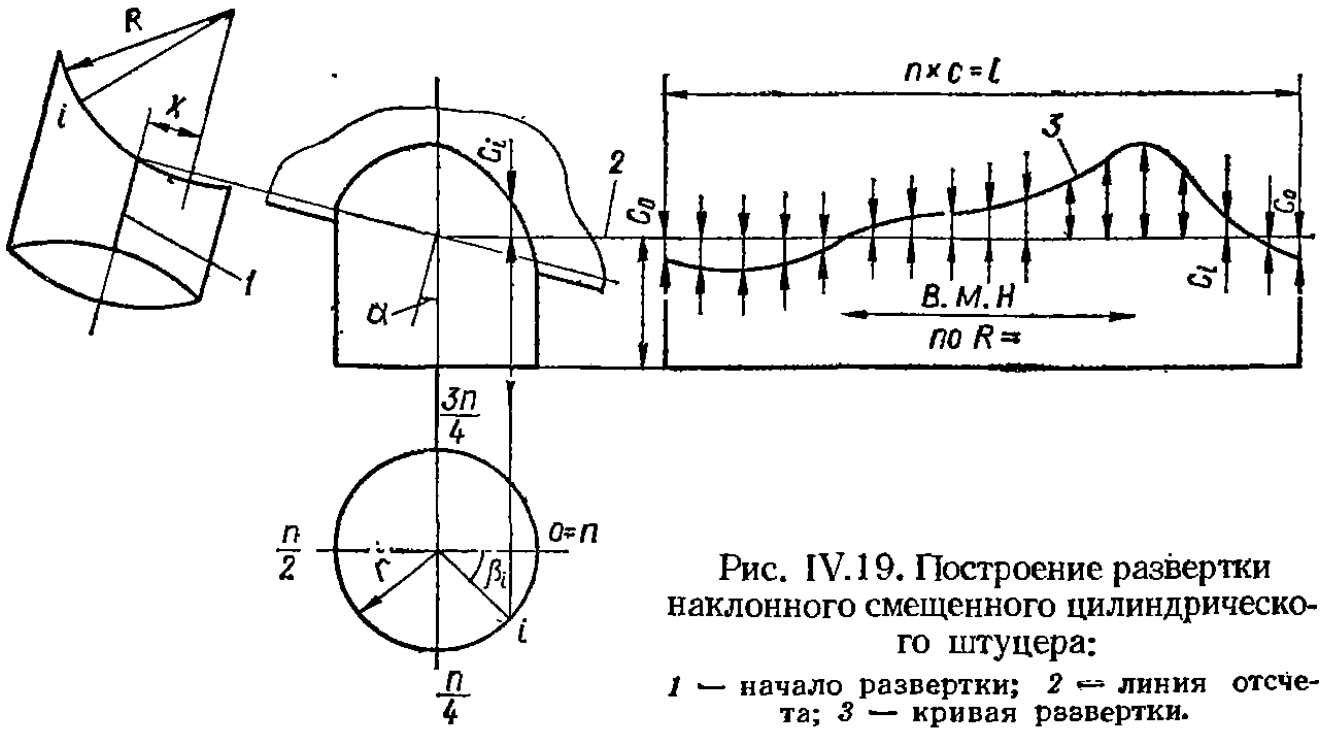


Рис. IV.19. Построение развертки наклонного смещенного цилиндрического штуцера:

1 — начало развертки; *2* — линия отсчета; *3* — кривая развертки.

В формуле (IV.28) в числителе для точек $0 \div \frac{n}{2}$ берут знак минус (—), функцию $\cos \beta_i$ — при значениях угла β_i от 0 до 90°; для точек $\frac{n}{2} \div n$ — знак плюс (+), функцию $\cos \beta_i$ — при значениях β_i от 90 до 0°. Функция $\sin \varphi_i$ берется по абсолютной величине.

Ординаты h_i вычисляют со своим знаком (положительное значение принимают вверх от линии отсчета, отрицательное — вниз). Подсчет ординат сводят в табл. IV.8.

Кривая развертки цилиндрической поверхности, усеченной смещенной наклонной цилиндрической поверхностью (рис. IV.19), не имеет симметричных участков. Определение ординат кривой развертки производят при

$$0 \leqslant \beta_i \leqslant 360°; \quad (r + x) \leqslant R.$$

Количество точек n задается условиями $n \geqslant 24$; $120 \leqslant c \leqslant 200$.

Ординаты кривой развертки:

$$c_i = \mp r \operatorname{tg} \alpha \cos \beta_i + R (\cos \gamma - \cos \varphi_i) \sec \alpha; \qquad \text{(IV.30)}$$

$$\sin \varphi_i = \frac{x \mp r \sin \beta_i}{R}; \qquad \text{(IV.31)}$$

$$\sin \gamma = \frac{x}{R}. \qquad \text{(IV.32)}$$

При определении функции $\sin \varphi_i$ для точек $0 \div \frac{n}{2}$ в числителе берут знак минус (—); для точек $\frac{n}{2} \div n$ — знак плюс (+). Функции $\sin \beta_i$ и $\cos \beta_i$ берут для точек $0 \div \frac{n}{4}$ от 0 до 90°, для точек $\frac{n}{4} \div \frac{n}{2}$ — от 90 до 0°; для точек $\frac{n}{2} \div \frac{3n}{4}$ — от 0 до 90°; для точек $\frac{3}{4} n \div n$ от 90 до 0°.

Функции $\sin \varphi_i$ берут по абсолютной величине указанного отношения.

При определении ординат кривой развертки c_i в первом слагаемом формулы (IV.30) для точек $0 \div \frac{n}{4}$; $\frac{3}{4} n \div n$ берут знак минус (—); для точек $\frac{n}{4} \div \frac{3}{4} n$ — знак плюс (+). Положительное значение ординат откладывают на развертке выше линии отсчета, отрицательное — ниже. Подсчет сводят в табл. IV.9.

Таблица IV.9. Подсчет ординат развертки цилиндрической поверхности, усеченной поверхностью по рис. IV.19

$n=$	$\alpha=$	$\gamma=$	$K_1 = r \operatorname{tg}\alpha =$	$K_5 = x \mp K_4$	$K_7 = K_2 K_6$
$R=$	$\operatorname{tg}\alpha =$	$\sin\gamma =$	$K_2 = R \cdot \sec\alpha =$	$\sin\varphi_i = \frac{K_5}{R}$	$C_i = \mp K_3 + K_7$
$r=$	$\sec\alpha =$	$= \frac{x}{R} =$	$K_3 = K_1 \cdot \cos\beta_i$	$K_6 = \cos\gamma -$	
$x=$		$\cos\gamma =$	$K_4 = r \cdot \sin\beta_i$	$- \cos\varphi_i$	

Номер точки	β_i	$\sin\beta_i$	$\cos\beta_i$	K_3	K_4	K_5	$\sin\varphi_i$	φ_i	$\cos\varphi_i$	K_6	K_7	C_i
0	0°	0	1	—	0	—						
1	...	...	...	—		—						
...	...	...	...	—		—						
$\frac{1}{4}n$	90°	1	0	±0		—						
...	...	...	...	+		—						
$\frac{1}{2}n$	0°	0	1	+	0	—					+	
...	...	...	...	+		+					+	
$\frac{3}{4}n$	90°	1	0	±0		+					+	
...	...	...	...	—		+					+	
n	0°	0	1	—	0	+					+	

Кривая развертки цилиндрической поверхности, усеченной конической поверхностью, имеет два симметричных участка. Количество точек n определяется условиями: $n \geqslant 12$; $120 \leqslant a \leqslant 200$.

Ординаты кривой развертки:
при $\alpha + \gamma < 90°$ (рис. IV.20, *а*):

$$c_n = \frac{-h_n K_2 + \sqrt{h_n^2 K_2^2 + K_1 y_n^2}}{K_1} \mp r \sin\beta_n \operatorname{tg}(90° - \alpha - \gamma), \qquad \text{(IV.33)}$$

где $h_n = H \mp r \sin\beta_n \sec(90° - \alpha - \gamma)\cos\alpha$; (IV.34)

$$K_2 = \operatorname{tg}\alpha(\operatorname{tg}\alpha\cos\gamma + \sin\gamma); \qquad \text{(IV.35)}$$

$$K_1 = \cos^2\gamma \operatorname{tg}^2\alpha - \sin^2\gamma; \qquad \text{(IV.36)}$$

$$y_n = r\cos\beta_n. \qquad \text{(IV.37)}$$

Для второго слагаемого формул (IV.33), (IV.34) принимают для точек $\frac{n}{2} \div 0$ знак минус (—), для точек $\frac{n}{2} \div n$ — знак плюс (+).

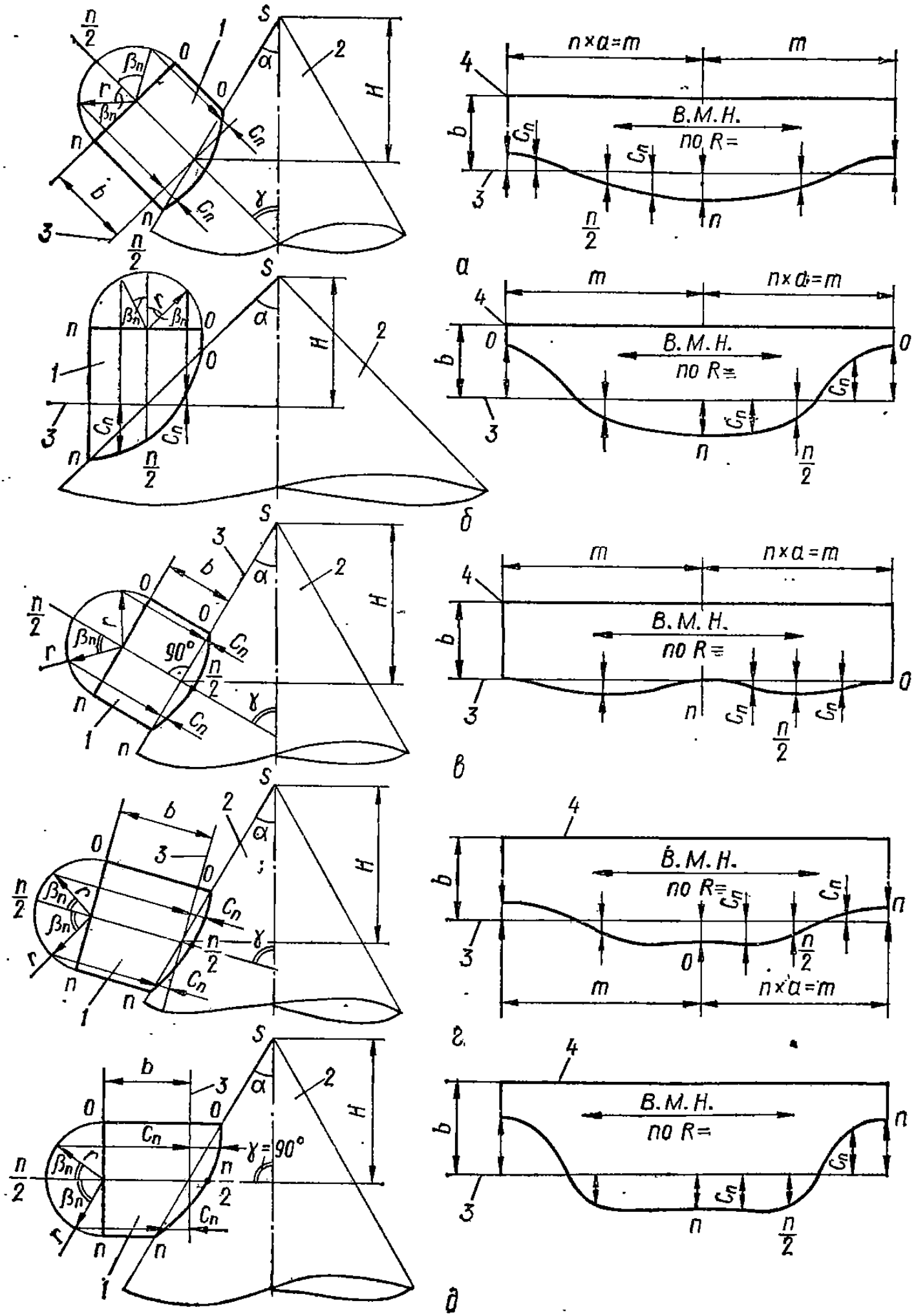


Рис. IV.20. Сечения цилиндра коническими поверхностями (цилиндрические штуцеры на конических поверхностях):

а — $\alpha + \gamma < 90°$; *б* — $\gamma = 0°$; *в* — $\alpha + \gamma = 90°$; *г* — $\alpha + \gamma > 90°$; *д* — $\gamma = 90°$;
1 — цилиндрический штуцер; *2* — коническая поверхность; *3* — линия отсчета ординат развертки; *4* — развертка штуцера.

Таблица IV.10. **Подсчет ординат развертки цилиндрической поверхности, усеченной конической поверхностью по рис. IV, 20, *а* $\alpha + \gamma < 90°$**

$\alpha =$	$\gamma =$	$\varphi = 90° - \alpha - \gamma =$	$n =$
$\cos\alpha =$	$\cos\gamma =$	$\operatorname{tg}\varphi =$	$r =$
$\operatorname{tg}\alpha =$	$\sin\gamma =$	$\sec\varphi =$	$H =$

$K_1 = \cos^2\gamma \operatorname{tg}^2\alpha - \sin^2\gamma =$	$K_5 = K_3 \cdot \sin\beta_n$	$K_9 = \sqrt{K_7 + K_8}$
$K_2 = \operatorname{tg}\alpha(\operatorname{tg}\alpha\cos\gamma + \sin\gamma) =$	$h_n = H \mp K_5$	$K_{10} = \dfrac{-h_n \cdot K_2 + K_9}{K_1}$
$K_3 = r\sec\varphi \cdot \cos\alpha =$	$K_7 = h_n^2 \cdot K_2^2$	$K_{11} = K_4 \sin\beta_n$
$K_4 = r \cdot \operatorname{tg}\varphi =$	$y_n = r\cos\beta_n$	$C_n = K_{10} \mp K_{11}$
	$K_8 = K_1 y_n^2$	

Номер точки	β_n	$\sin\beta_n$	$\cos\beta_n$	K_5	h_n	K_7	y_n	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	C_n
0	90°	1	0		—		0	0				
1	...				—							
...	...				—							
$\frac{1}{2}n$	0°	0	1		±							
...	...				+							
n	90°	1	0		+		0	0				

Подсчеты сводят в табл. IV.10.

При $\gamma = 0°$ (рис. IV.20, *б*):

$$C_n = -h_n + \sqrt{h_n^2 + \frac{y_n^2}{K_1}} \mp r\sin\beta_n \operatorname{tg}(90° - \alpha), \qquad \text{(IV.38)}$$

где $h_n = H \mp r\sin\beta_n \cos\alpha \sec(90° - \alpha);$ (IV.39)

$$y_n = r \cdot \cos\beta_n; \qquad \text{(IV.40)}$$

$$K_1 = \operatorname{tg}^2\alpha. \qquad \text{(IV.41)}$$

Для второго слагаемого формул (IV.38), (IV.39) принимают для точек $\frac{n}{2} \div 0$ — знак минус (—), для точек $\frac{n}{2} \div n$ — знак плюс (+).

Подсчет сводят в табл. IV.11.

При $\alpha + \gamma = 90°$ (рис. IV.20, *в*):

$$C_n = \frac{-h_n K_2 + \sqrt{h_n^2 K_2^2 + K_1 y_n^2}}{K_1}, \qquad \text{(IV.42)}$$

где $h_n = H \mp r\sin\beta_n \cos\alpha;$ (IV.43)

$$K_1 = \cos^2\gamma \operatorname{tg}^2\alpha - \sin^2\gamma; \qquad \text{(IV.44)}$$

$$K_2 = \operatorname{tg}\alpha(\operatorname{tg}\alpha\cos\gamma + \sin\gamma); \qquad \text{(IV.45)}$$

$$y_n = r\cos\beta_n. \qquad \text{(IV.46)}$$

Таблица IV.11. **Подсчет координат развертки цилиндрической поверхности, усеченной конической поверхностью по рис. IV.20, *б***

$\gamma = 0$	$n =$	$r =$	$H =$	$K_4 = \mp K_2 \cdot \sin\beta_n$ $h_n = H \mp K_4$ $K_5 = \frac{y_n^2}{K_1}$ $y_n = r\cos\beta_n$	$K_6 = \sqrt{h_n^2 + K_5}$ $K_7 = K_3 \sin\beta_n$ $C_n = -h_n + K_6 \mp \mp K_7$
$\alpha =$ $\cos\alpha =$ $\operatorname{tg}\alpha =$ $\sec(90° - \alpha) =$ $\operatorname{tg}(90° - \alpha) =$		$K_1 = \operatorname{tg}^2\alpha =$ $K_2 = r\cos\alpha\sec(90° - \alpha) =$ $K_3 = r\operatorname{tg}(90° - \alpha) =$			

Номер точки	β_n	$\sin\beta_n$	$\cos\beta_n$	K_4	h_n	K_5	y_n	K_6	K_7		C_n
0	90°	1	0	—			0				
1	...			—							
...	...			—							
$\frac{1}{2}n$	0°	0	1	±					0		
...	...			+							
n	90°	1	0	+			0				

Для второго слагаемого формулы (IV.43) принимают для точек $\frac{n}{2} \div 0$ — знак минус (—), для точек $\frac{n}{2} \div n$ — знак плюс (+).

Подсчеты сводят в табл. IV.12.

При $\alpha + \gamma > 90°$ (рис. IV.20, *г*):

$$C_n = \frac{-h_n K_2 + \sqrt{h_n^2 K_2^2 + K_1 y_n^2}}{K_1} \pm r\sin\beta_n \operatorname{tg}(\alpha + \gamma - 90°), \qquad \text{(IV.47)}$$

где $h_n = H \mp r\sin\beta_n \cos\alpha \sec(\alpha + \gamma - 90°)$, (IV.48)

$$K_1 = \cos^2\gamma \operatorname{tg}^2\alpha - \sin^2\gamma; \qquad \text{(IV.49)}$$

$$K_2 = \operatorname{tg}\alpha(\operatorname{tg}\alpha\cos\gamma + \sin\gamma); \qquad \text{(IV.50)}$$

$$y_n = r\cos\beta_n. \qquad \text{(IV.51)}$$

Для второго слагаемого формулы (IV.47) принимают для точек $\frac{n}{2} \div 0$ — знак плюс (+), для точек $\frac{n}{2} \div n$ — знак минус (—).

Для второго слагаемого формулы (IV.48) принимают для точек $\frac{n}{2} \div 0$ — знак минус (—), для точек $\frac{n}{2} \div n$ — знак плюс (+).

Подсчеты сводят в табл. IV.13.

Таблица IV.12. **Подсчет координат развертки цилиндрической поверхности, усеченной конической поверхностью по рис. IV.20, *в***

$\alpha+\gamma=90°$	$n=$	$H=$	$r=$	$K_3=r\cos\alpha=$	$K_6=K_1y_n^2$
$\alpha=$	$\gamma=$	$K_1=\cos^2\gamma\,\mathrm{tg}^2\alpha-$		$K_4=\mp K_3\sin\beta_n$	$K_7=$
$\cos\alpha=$	$\cos\gamma=$	$-\sin^2\gamma=$		$h_n=H\mp K_4$	$=\sqrt{h_n^2K_2^2+K_6}$
$\mathrm{tg}\,\alpha=$	$\sin\gamma=$	$K_2=\mathrm{tg}\,\alpha\times$		$K_5=h_nK_2$	$K_8=-K_5+K_7$
		$\times(\mathrm{tg}\,\alpha\cos\gamma+$		$y_n=r\cos\beta_n$	$C_n=\dfrac{K_8}{K_1}$
		$+\sin\gamma)=$			

Номер точки	β_n	$\sin\beta_n$	$\cos\beta_n$	K_4	h_n	K_5	y_n	K_6	K_7	K_8	C_n
0	90°	1	0	—			0	0			0
1				—							
...				—							
$\frac{1}{2}n$	0°	0	1	±							
...				+							
n	90°	1	0	+			0	0			0

При $\gamma=90°$ (рис. IV.20, *д*):

$$C_n=-h_nK_2+\sqrt{h_2^2K_n^2-y_n^2}\pm r\sin\beta_n\,\mathrm{tg}\,\alpha, \qquad \text{(IV.52)}$$

где $h_n=H\mp r\sin\beta_n$; (IV.53)

$$K_2=\mathrm{tg}\,\alpha; \qquad \text{(IV.54)}$$

$$y_n=r\cos\beta_n \qquad \text{(IV.55)}$$

Таблица IV.13. **Подсчет ординат развертки цилиндрической поверхности, усеченной конической поверхностью по рис. IV.20, *г***

$\alpha+\gamma>90°$	$n=$	$r=$	$H=$
$\alpha=$	$\gamma=$	$\alpha+\gamma-90°=$	
$\cos\alpha=$	$\sin\gamma=$	$\sec(\alpha+\gamma-90°)=$	
$\mathrm{tg}\,\alpha=$	$\cos\gamma=$	$\mathrm{tg}\,(\alpha+\gamma-90°)=$	

$K_1=\cos^2\gamma\,\mathrm{tg}^2\gamma-\sin^2\gamma=$	$K_6=K_1\cdot y_n^2$	$K_{11}=K_{10}\sin\beta_n$
$K_2=\mathrm{tg}\,\alpha\,(\mathrm{tg}\,\alpha\cos\gamma+\sin\gamma)=$	$K_7=\sqrt{K_5^2+K_6}$	$C_n=K_9\pm K_{11}$
$K_3=r\cos\alpha\sec(\alpha+\gamma-90°)=$	$K_8=-K_5+K_7$	
$K_4=\mp K_3\sin\beta_n$	$K_9=\dfrac{K_8}{K_1}$	
$h_n=H\mp K_4$	$K_{10}=r\,\mathrm{tg}\,(\alpha+$	
$K_5=-h_nK_2$	$+\gamma-90°)=$	
$y_n=r\cos\beta_n$		

Номер точки	β_n	$\sin\beta_n$	$\cos\beta_n$	K_4	h_n	K_5	y_n	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	C_n
0	90°	1	0				0	0						
1														
...														
$\frac{1}{2}n$	0°	0	1		0	0							0	
...														
n	90°	1	0				0	0						

Таблица IV.14. **Подсчет ординат развертки цилиндрической поверхности, усеченной конической поверхностью по рис. IV.20; *д***

$\gamma = 90°$	$n =$	$H =$	$r =$	$\alpha =$	$\operatorname{tg}\alpha =$

$K_2 = \operatorname{tg}\alpha =$	$K_5 = r\sin\beta_n$	$y_n = r\cos\beta_n$
$K_3 = r\operatorname{tg}\alpha =$	$h_n = H \mp K_5$	$K_7 = \sqrt{K_6^2 - y_n^2}$
$K_4 = K_3\sin\beta_n$	$K_6 = -h_n K_2$	$C_n = -K_6 + K_7 \pm K_4$

Номер точки	β_n	$\sin\beta_n$	$\cos\beta_n$	K_4	K_5	h_n	K_6	y_n	K_7	C_n
0	90°	1	0					0		
1										
...										
$\frac{1}{2}n$	0°	0	1	0	0					
...										
n	90°	1	0					0		

Для второго слагаемого формулы (IV.52) принимают для точек $\frac{n}{2} \div 0$ знак плюс (+), для точек $\frac{n}{2} \div n$ — знак минус (—).

Для второго слагаемого формулы (IV,53) принимают для точек $\frac{n}{2} \div 0$ — знак минус (—), для точек $\frac{n}{2} \div n$ — знак плюс (+).

Подсчеты сводят в табл. IV,14

Основные положения для нормального кругового конуса. Сечение конической поверхности плоскостью, перпендикулярной к оси конуса (рис. IV.21),— окружность радиуса

$$r_i = h_i \operatorname{tg}\alpha = l_i \sin\alpha. \qquad \text{(IV.56)}$$

Сечение конической поверхности плоскостью P, наклонной к оси конуса под углом $90° > \varphi > \alpha$ (рис. IV.21),— эллипс. Полуоси эллипса:

$$a = h\frac{\sin\alpha}{2}\cdot\frac{\cos(\alpha-\gamma)+\cos(\alpha+\gamma)}{\cos(\alpha-\gamma)\cos(\alpha+\gamma)}; \qquad \text{(IV.57)}$$

$$b = h\frac{\operatorname{tg}\alpha}{2}\cdot\frac{\cos(\alpha-\gamma)+\cos(\alpha+\gamma)}{\sqrt{\cos(\alpha-\gamma)\cos(\alpha+\gamma)}}. \qquad \text{(IV.58)}$$

Отношение полуосей

$$\frac{a}{b} = \frac{\sqrt{\cos(\alpha-\gamma)\cos(\alpha+\gamma)}}{\cos\alpha}, \qquad \text{(IV.59)}$$

где $\gamma = 90° - \varphi$.

Сечение конуса плоскостью Q, наклонной к оси конуса под углом $\varphi = \alpha$ (рис. IV.21),— парабола. Уравнения параболы:

$$y_n = 2\sin\alpha\sqrt{\frac{x_n h}{\cos\alpha}}; \qquad \text{(IV.60)}$$

$$y_0 = 2h\operatorname{tg}\alpha. \qquad \text{(IV.61)}$$

Ординаты кривой сечения конуса плоскостью M, наклонной к оси конуса под углом $0° \leqslant \gamma \leqslant 90°$ (рис. IV.22)

$$y_n = \sqrt{x_n^2(\cos^2\gamma\operatorname{tg}^2\alpha - \sin^2\gamma) + x_n 2h\operatorname{tg}\alpha(\operatorname{tg}\alpha\cos\gamma + \sin\gamma)}. \qquad \text{(IV.62)}$$

Сечение конуса плоскостью N, параллельной оси конуса (рис. IV.23),— гипербола, уравнение которой

$$y_n = \operatorname{tg}\alpha\sqrt{x_n^2 + x_n 2h}. \qquad \text{(IV.63)}$$

Сечения конической поверхности плоскостями с одинаковыми углами к элементам конуса пропорциональны и подобны. Размеры параллельного сечения получают путем умножения размеров вычисленного сечения на коэффициент подобия, который может быть определен отношением соответствующих параметров сечений. Например:

$$K_i = \frac{h_i}{h} = \frac{l_i}{l} = \frac{r_i}{r}.$$

Это положение применимо также для сечений конических поверхностей, образованных другим способом (наклонных круговых, эллиптических и т. п.).

Развертки конических поверхностей. Боковая поверхность конуса разворачиваемая. Параметры развертки нормального кругового конуса, усеченного перпендикулярной к оси конуса плоскостью (рис. IV.24):

$$\beta_p = \beta\sin\alpha; \qquad \text{(IV.64)}$$

$$\beta_{pm} = \beta_m\sin\alpha; \qquad \text{(IV.65)}$$

$$\operatorname{tg}\beta_m = \frac{x}{y}; \qquad \text{(IV.66)}$$

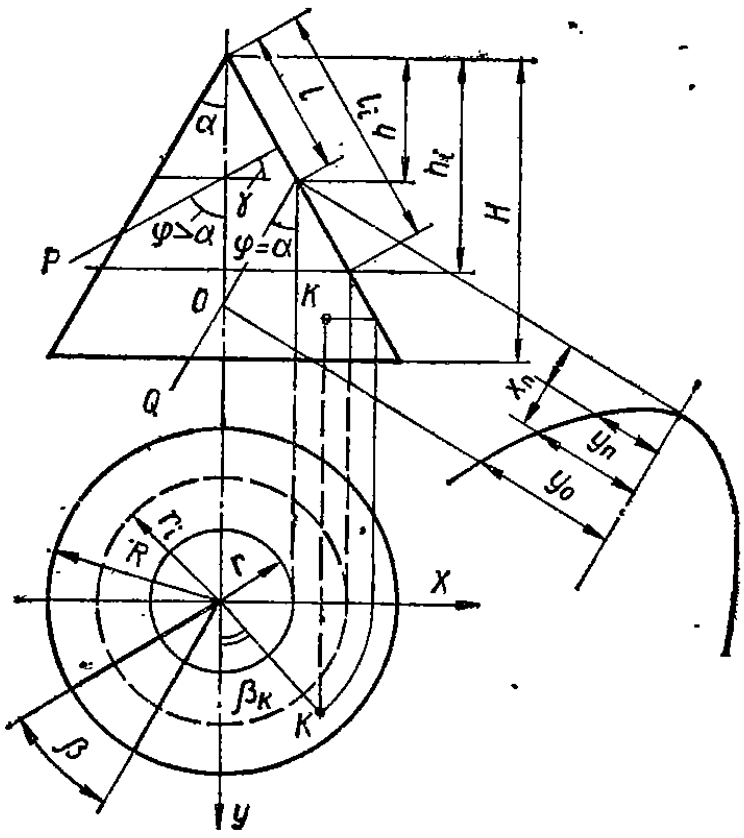


Рис. IV.21 Основные параметры нормального кругового конуса.

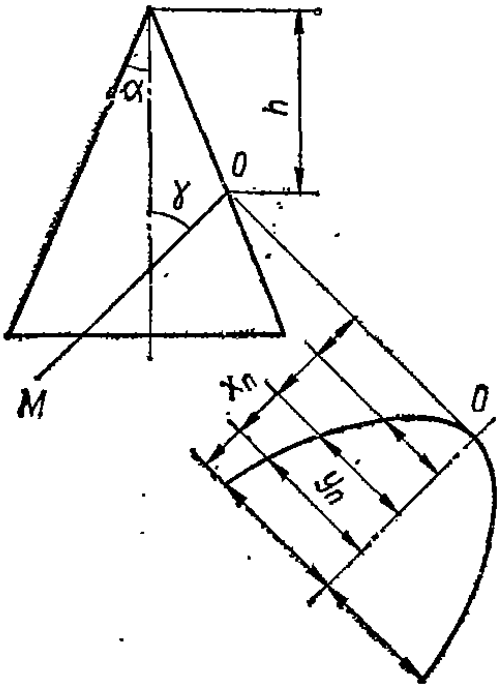
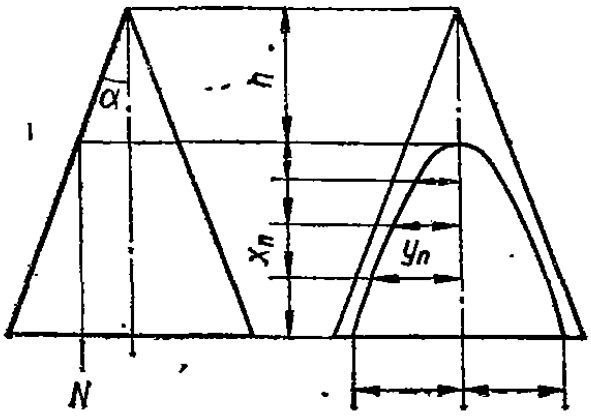


Рис. IV.22. Сечение конуса наклонной плоскостью.

Рис. IV.23. Сечение конуса вертикальной плоскостью.



$$r_p = \frac{r}{\sin\alpha}; \tag{IV.67}$$

$$r_{p.м} = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{\sin\alpha}; \tag{IV.68}$$

$$a = r_p \sin\beta_p; \tag{IV.69}$$

$$h = r_p (1 - \cos\beta_p); \tag{IV.70}$$

$$l = r_p \beta_p; \tag{IV.71}$$

$$R_p = \frac{R}{\sin\alpha}; \tag{IV.72}$$

$$A = R_p \sin\beta_p; \tag{IV.73}$$

$$H = R_p (1 - \cos\beta_p); \tag{IV.74}$$

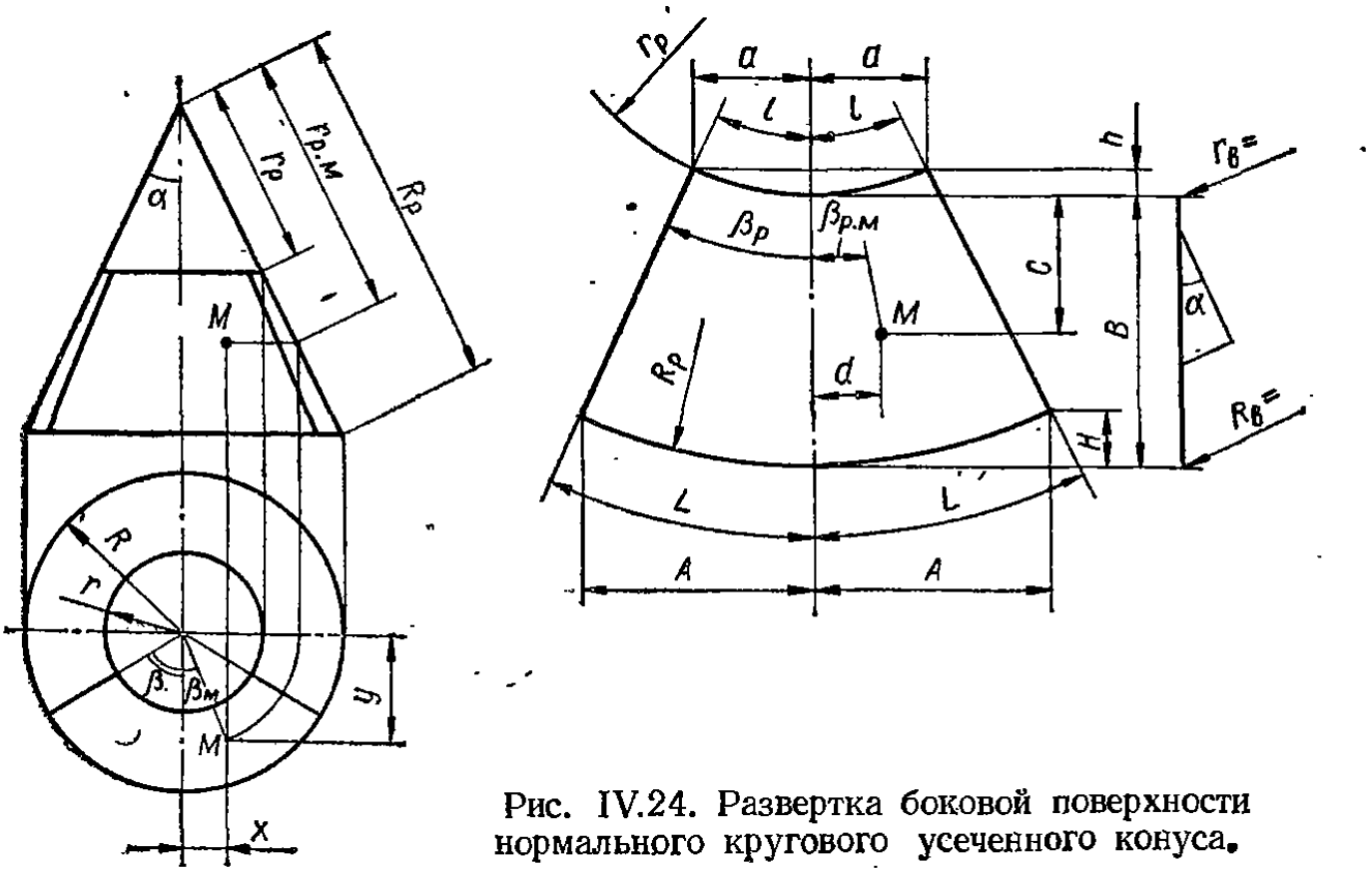


Рис. IV.24. Развертка боковой поверхности нормального кругового усеченного конуса.

Таблица IV.15. Подсчет параметров развертки конической поверхности по рис. IV.24

$R=$		$r=$		$\alpha=$		$\sin\alpha=$		$\beta=$					
$\beta_р$													
°	° ′ ″	рад	$\sin\beta_р$	$\cos\beta_р$	$1-\cos\beta_р$	$r_р$	a	h	l	$R_р$	A	H	L

x	y	$\operatorname{tg}\beta_м$	$\beta_м$	$\beta_{р.м}$			$\sin\beta_{р.м}$	$\cos\beta_{р.м}$	$r_{р.м}$	d	c
				°	° ′ ″	рад					

$$L = R_р\beta_р; \tag{IV.75}$$

$$d = r_{р.м}\sin\beta_{р.м}; \tag{IV.76}$$

$$c = r_{р.м}\cos\beta_{р.м} - r_р. \tag{IV.77}$$

Подсчеты параметров сводят в табл. IV.15.

Развертки конических поверхностей наклонных конусов (рис. IV.25) в общем случае решаются приближенно способом замены криволинейной поверхности

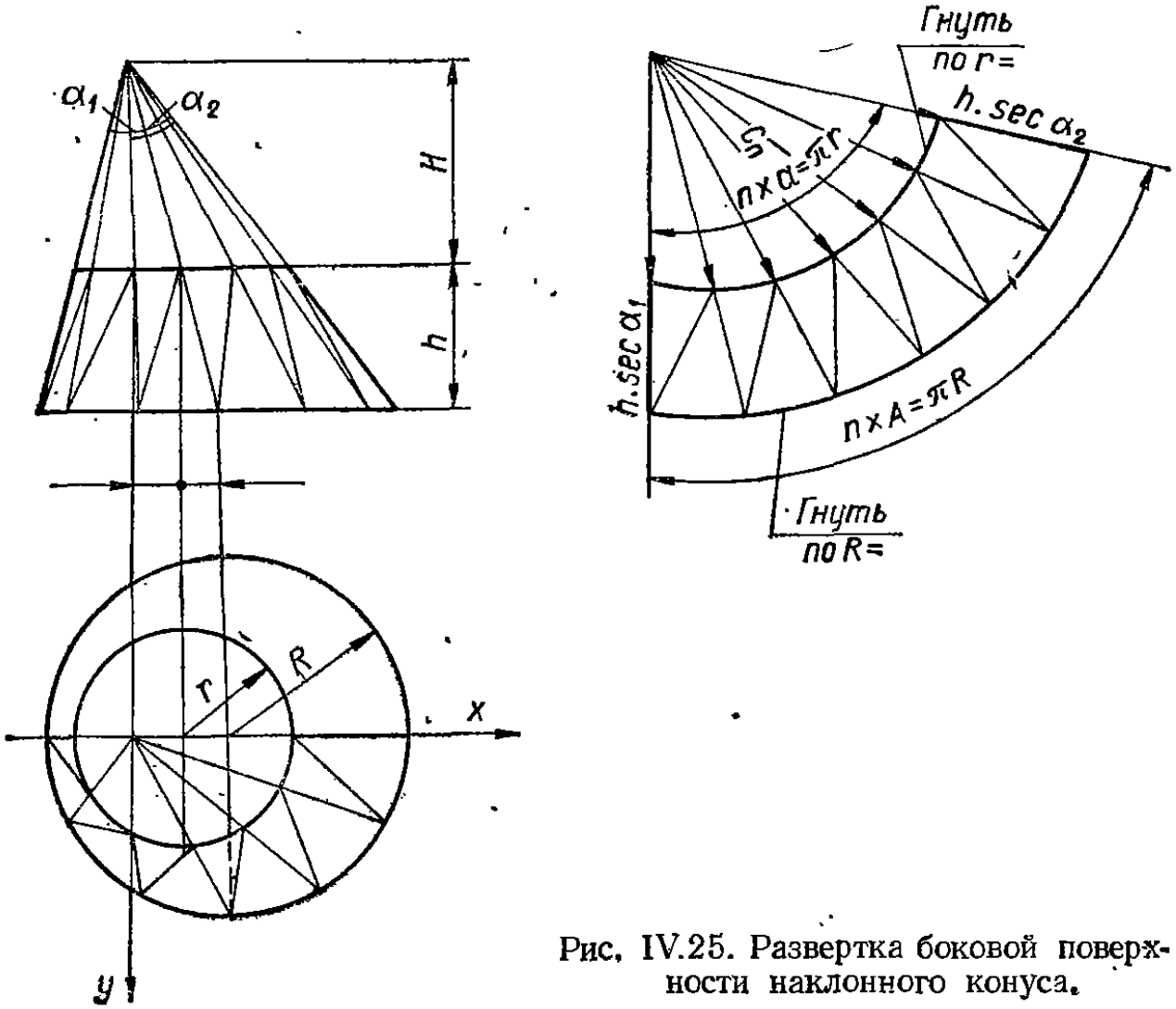


Рис. IV.25. Развертка боковой поверхности наклонного конуса.

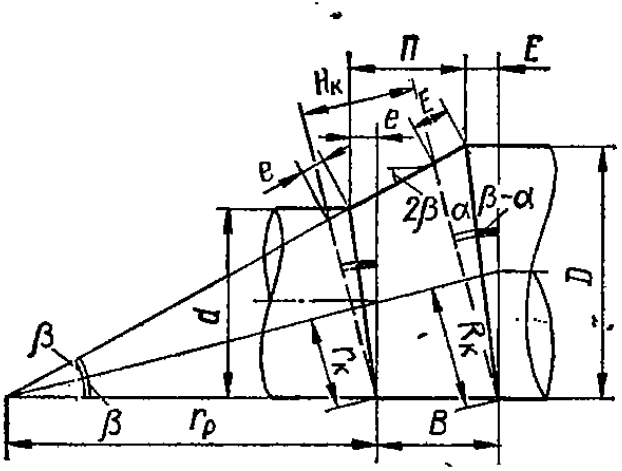
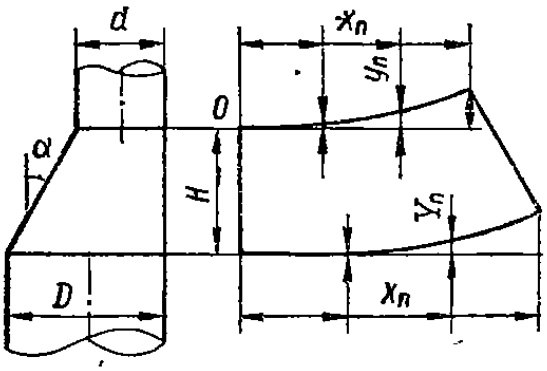


Рис. IV.26. Конический переход с общей образующей.

некоторым числом плоских треугольников, значения сторон которых находятся как натуральные величины отрезков пространственных прямых, две точки которых имеют определенные пространственные координаты. Этим способом (триангуляции) возможно построение развертки поверхностей, соединяющих практически любые контуры (основания). Так как это способ обладает значительной трудоемкостью, при конструировании параметры конических переходов с общей образующей можно приспособить к нормальным круговым переходам, усеченным плоскостями, наклонными к оси конуса (рис. IV.26), или к наклонным конусам, параметры разверток которых определяют по табл. IV.16.

Таблица IV.16. **Коэффициенты координат кривых разверток конических переходов при несоосном сопряжении цилиндров с общей образующей**



$$H = \frac{D-d}{\operatorname{tg}\alpha}; \quad x_n = dK_x;$$

$$y_n = dK_y;$$

$$X_n = DK_x;$$

$$Y_n = D \cdot K_y$$

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	5		10		15	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
	$D \leqslant 600$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,26136	0,00007	0,25992	0,00013	0,25776	0,00020
2	0,52272	0,00105	0,51984	0,00207	0,51552	0,00305
3	0,78408	0,00508	0,77976	0,01004	0,77328	0,01474
4	1,04544	0,01507	1,03968	0,02981	1,03104	0,04396
5	1,30680	0,03396	1,29960	0,06740	1,28880	0,09970
6	1,56816	0,06400	1,55952	0,12786	1,54656	0,19140
	$600 < D \leqslant 800$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,19602	0,00002	0,19494	0,00004	0,19332	0,00006
2	0,39204	0,00034	0,38988	0,00067	0,38664	0,00098
3	0,58806	0,00167	0,58482	0,00329	0,57996	0,00433
4	0,78408	0,00508	0,77976	0,01004	0,77328	0,01474
5	0,98010	0,01185	0,97470	0,02342	0,96660	0,03444
6	1,17612	0,02324	1,16964	0,04602	1,15992	0,06786
7	1,37214	0,04037	1,36458	0,08021	1,35324	0,11892
8	1,56816	0,06400	1,55952	0,12786	1,54656	0,19140

Продолжение табл. IV.16

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	5		10		15	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
	$800 < D \leqslant 900$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,17424	0,00001	0,17328	0,00003	0,17184	0,00004
2	0,34848	0,00021	0,34656	0,00042	0,34368	0,00061
3	0,52272	0,00105	0,51984	0,00207	0,51552	0,00305
4	0,69696	0,00323	0,69312	0,00637	0,68736	0,00936
5	0,87120	0,00760	0,86640	0,01501	0,85920	0,02205
6	1,04544	0,01507	1,03968	0,02981	1,03104	0,04386
7	1,21968	0,02652	1,21296	0,05254	1,20288	0,07755
8	1,39392	0,04266	1,38624	0,08481	1,37472	0,12584
9	1,56816	0,06400	1,55952	0,12786	1,54656	0,19140
	$900 < D \leqslant 1200$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,13068	0,00000	0,12996	0,00001	0,12888	0,00001
2	0,26136	0,00007	0,25992	0,00013	0,25776	0,00020
3	0,39204	0,00034	0,38988	0,00067	0,38664	0,00098
4	0,52272	0,00105	0,51984	0,00207	0,51552	0,00305
5	0,65340	0,00251	0,64980	0,00496	0,64440	0,00728
6	0,78408	0,00508	0,77976	0,01004	0,77328	0,01474
7	0,91476	0,00914	0,90972	0,01806	0,90216	0,02654
8	1,04544	0,01507	1,03968	0,02981	1,03104	0,04386
9	1,17612	0,02324	1,16964	0,04602	1,15992	0,06786
10	1,30680	0,03396	1,29960	0,06740	1,28880	0,09970
11	1,43748	0,04749	1,42956	0,09452	1,41768	0,14052
12	1,56816	0,06400	1,55952	0,12786	1,54656	0,19140
	$1200 < D \leqslant 1600$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,09801	0,00000	0,09747	0,00000	0,09666	0,00000
2	0,19602	0,00002	0,19494	0,00004	0,19332	0,00006
3	0,29403	0,00011	0,29241	0,00021	0,28998	0,00031
4	0,39204	0,00034	0,38988	0,00067	0,38664	0,00098
5	0,49005	0,00082	0,48735	0,00161	0,48330	0,00236
6	0,58806	0,00167	0,58482	0,00329	0,57996	0,00483
7	0,68607	0,00304	0,68229	0,00600	0,67662	0,00880
8	0,78408	0,00508	0,77976	0,01004	0,77328	0,01474
9	0,88209	0,00796	0,87723	0,01573	0,86994	0,02312
10	0,98010	0,01185	0,97470	0,02342	0,96660	0,03444
11	1,07811	0,01689	1,07217	0,03341	1,06326	0,04919
12	1,17612	0,02324	1,16964	0,04602	1,15992	0,06786
13	1,27413	0,03103	1,26711	0,06154	1,25658	0,09095
14	1,37214	0,04037	1,36458	0,08021	1,35324	0,11892
15	1,47015	0,05134	1,46205	0,10223	1,44990	0,15225
16	1,56816	0,06400	1,55952	0,12786	1,54656	0,19140
	$1600 < D \leqslant 1800$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,08712	0,00000	0,08664	0,00000	0,08592	0,00000
2	0,17424	0,00001	0,17328	0,00003	0,17184	0,00004
3	0,26136	0,00007	0,25992	0,00013	0,25776	0,00020

Продолжение табл. IV.16

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	5		10		15	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
4	0,34848	0,00021	0,34656	0,00042	0,34368	0,00061
5	0,43560	0,00051	0,43320	0,00101	0,42960	0,00149
6	0,52272	0,00105	0,51984	0,00207	0,51552	0,00305
7	0,60984	0,00192	0,60648	0,00379	0,60144	0,00567
8	0,69696	0,00323	0,69312	0,00637	0,68736	0,00936
9	0,78408	0,00508	0,77976	0,01004	0,77328	0,01474
10	0,87120	0,00760	0,86640	0,01501	0,85920	0,02205
11	0,95832	0,01089	0,95304	0,02152	0,94512	0,03164
12	1,04544	0,01507	1,03968	0,02961	1,03104	0,04386
13	1,13256	0,02025	1,12632	0,04008	1,11696	0,05905
14	1,21968	0,02652	1,21296	0,05254	1,20288	0,07755
15	1,30680	0,03396	1,29960	0,06740	1,28880	0,09970
16	1,39392	0,04266	1,38624	0,08481	1,37472	0,12584
17	1,48104	0,05266	1,47288	0,10492	1,46064	0,15631
18	1,56816	0,06400	1,55952	0,12786	1,54656	0,19140
	$1800 < D \leqslant 2400$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,06534	0,00000	0,06498	0,00000	0,06444	0,00000
2	0,13068	0,00000	0,12996	0,00001	0,12888	0,00001
3	0,19602	0,00002	0,19494	0,00004	0,19332	0,00006
4	0,26136	0,00007	0,25992	0,00013	0,25776	0,00020
5	0,32670	0,00016	0,32490	0,00032	0,32220	0,00048
6	0,39204	0,00034	0,38988	0,00067	0,38664	0,00098
7	0,45738	0,00062	0,45486	0,00123	0,45108	0,00180
8	0,52272	0,00105	0,51984	0,00207	0,51552	0,00305
9	0,58806	0,00167	0,58482	0,00329	0,57996	0,00483
10	0,65340	0,00251	0,64980	0,00496	0,64440	0,00728
11	0,71874	0,00364	0,71478	0,00718	0,70884	0,01054
12	0,78408	0,00508	0,77976	0,01004	0,77328	0,01474
13	0,84942	0,00690	0,84474	0,01363	0,83772	0,02002
14	0,91476	0,00914	0,90972	0,01806	0,90216	0,02654
15	0,98010	0,01185	0,97470	0,02342	0,96660	0,03444
16	1,04544	0,01507	1,03968	0,02961	1,03104	0,04386
17	1,11078	0,01885	1,10466	0,03731	1,09548	0,05495
18	1,17612	0,02324	1,16964	0,04602	1,15992	0,06786
19	1,24146	0,02826	1,23462	0,05603	1,22436	0,08273
20	1,30680	0,03396	1,29960	0,06740	1,28880	0,09970
21	1,37214	0,04037	1,36458	0,08021	1,35324	0,11892
22	1,43748	0,04749	1,42956	0,09452	1,41768	0,14052
23	1,50282	0,05537	1,49454	0,11039	1,48212	0,16443
24	1,56816	0,06400	1,55952	0,12786	1,54656	0,19140
	$2400 < D \leqslant 4000$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,04356	0,00000	0,04332	0,00000	0,04296	0,00000
2	0,08712	0,00000	0,08664	0,00000	0,08592	0,00000
3	0,13068	0,00000	0,12996	0,00001	0,12888	0,00001
4	0,17424	0,00001	0,17328	0,00003	0,17184	0,00004
5	0,21780	0,00003	0,21660	0,00006	0,21480	0,00009
6	0,26136	0,00007	0,25992	0,00013	0,25776	0,00020

Продолжение табл. IV.16

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	5		10		15	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
7	0,30492	0,00012	0,30324	0,00025	0,30072	0,00036
8	0,34848	0,00021	0,34656	0,00042	0,34368	0,00061
9	0,39204	0,00034	0,38988	0,00067	0,38664	0,00098
10	0,43560	0,00051	0,43320	0,00101	0,42960	0,00149
11	0,47916	0,00075	0,47652	0,00167	0,47256	0,00216
12	0,52272	0,00105	0,51984	0,00207	0,51552	0,00305
13	0,56628	0,00144	0,56316	0,00284	0,55848	0,00417
14	0,60984	0,00192	0,60648	0,00379	0,60144	0,00557
15	0,65340	0,00251	0,64980	0,00496	0,64440	0,00728
16	0,69696	0,00323	0,69312	0,00637	0,68736	0,00936
17	0,74052	0,00408	0,73644	0,00805	0,73032	0,01183
18	0,78408	0,00508	0,77976	0,01004	0,77328	0,01474
19	0,82764	0,00625	0,82308	0,01234	0,81624	0,01813
20	0,87120	0,00760	0,86640	0,01501	0,85920	0,02205
21	0,91476	0,00914	0,90972	0,01806	0,90216	0,02654
22	0,95832	0,01089	0,95304	0,02152	0,94512	0,03164
23	1,00188	0,01286	0,99636	0,02543	0,98802	0,03740
24	1,04544	0,01507	1,03968	0,02961	1,03104	0,04386
25	1,08900	0,01753	1,08300	0,03468	1,07400	0,05106
26	1,13256	0,02025	1,12632	0,04008	1,11696	0,05905
27	1,17612	0,02324	1,16964	0,04602	1,15992	0,06786
28	1,21968	0,02652	1,21296	0,05264	1,20288	0,07755
29	1,26324	0,03009	1,25628	0,05966	1,24584	0,08815
30	1,30680	0,03396	1,29960	0,06740	1,28880	0,09970
31	1,35036	0,03815	1,34292	0,07677	1,33176	0,11225
32	1,39392	0,04266	1,38624	0,08481	1,37472	0,12584
33	1,43748	0,04749	1,42956	0,09452	1,41768	0,14052
34	1,48104	0,05266	1,47288	0,10492	1,46064	0,15631
35	1,52460	0,05816	1,51620	0,11603	1,50360	0,17326
36	1,56816	0,06400	1,55952	0,12786	1,54656	0,19140
	$4000 < D \leqslant 6000$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,03267	0,00000	0,03249	0,00000	0,03222	0,00000
2	0,06534	0,00000	0,06498	0,00000	0,06444	0,00000
3	0,09801	0,00000	0,09747	0,00000	0,09666	0,00000
4	0,13068	0,00000	0,12996	0,00001	0,12888	0,00001
5	0,16335	0,00001	0,16245	0,00002	0,16110	0,00003
6	0,19602	0,00002	0,19494	0,00004	0,19332	0,00006
7	0,22869	0,00004	0,22743	0,00008	0,22554	0,00011
8	0,26136	0,00007	0,25992	0,00013	0,25776	0,00020
9	0,29403	0,00011	0,29241	0,00021	0,28998	0,00031
10	0,32670	0,00016	0,32490	0,00032	0,32220	0,00048
11	0,35937	0,00024	0,35739	0,00047	0,35442	0,00069
12	0,39204	0,00034	0,38988	0,00067	0,38664	0,00098
13	0,42471	0,00046	0,42237	0,00091	0,41886	0,00134
14	0,45738	0,00062	0,45486	0,00123	0,45108	0,00180
15	0,49005	0,00082	0,48735	0,00161	0,48330	0,00236
16	0,52272	0,00105	0,51984	0,00207	0,51552	0,00305
17	0,55539	0,00133	0,55233	0,00263	0,54774	0,00386
18	0,58806	0,00167	0,58482	0,00329	0,57996	0,00483

Номер точки	Угол при вершине конуса α_i, град					
	5		10		15	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
19	0,62073	0,00206	0,61731	0,00406	0,61218	0,00597
20	0,65340	0,00251	0,64980	0,00496	0,64440	0,00728
21	0,68607	0,00304	0,68229	0,00600	0,67662	0,00880
22	0,71874	0,00364	0,71478	0,00718	0,70884	0,01034
23	0,75141	0,00431	0,74727	0,00852	0,74106	0,01251
24	0,78408	0,00508	0,77976	0,01004	0,77328	0,01474
25	0,81675	0,00594	0,81225	0,01173	0,80550	0,01724
26	0,84942	0,00690	0,84474	0,01363	0,83772	0,02002
27	0,88209	0,00796	0,87723	0 01573	0,86994	0,02312
28	0,91476	0,00914	0,90972	0,01806	0,90216	0,02654
29	0,94743	0,01043	0,94221	0,02062	0,93438	0,03031
30	0,98010	0,01185	0,97470	0,02342	0,96660	0,03444
31	1,01277	0,01339	1,00719	0,02648	0,99882	0,03895
32	1,04544	0,01507	1,03968	0,02961	1,03104	0,04386
33	1,07811	0,01689	1,07217	0,03341	1,06326	0,04919
34	1,11078	0,01885	1,10466	0,03731	1,09548	0,05495
35	1,14345	0,02097	1,13715	0,04151	1,12770	0,06117
36	1,17612	0,02324	1,16964	0,04602	1,15992	0,06786
37	1,20879	0,02567	1,20213	0,05086	1,19214	0,07504
38	1,24146	0,02826	1,23462	0,05603	1,22436	0,08273
39	1,27413	0,03103	1,26711	0,06154	1,25658	0,09095
40	1,30680	0,03396	1,29960	0,06740	1,28880	0,09970
41	1,33947	0,03708	1,33209	0,07362	1,32102	0,10902
42	1,37214	0,04037	1,36458	0,08021	1,35324	0,11892
43	1,40481	0,04384	1,39707	0,08717	1,38546	0,12941
44	1,43748	0,04749	1,42956	0,09452	1,41768	0,14052
45	1,47015	0,05134	1,46205	0,10223	1,44990	0,15225
46	1,50282	0,05537	1,49454	0,11039	1,48212	0,16443
47	1,53549	0,05959	1,52703	0,11892	1,51434	0,17768
48	1,56816	0,06400	1,55952	0,12786	1,54656	0,19140

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	20		25		30	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
			$D \leqslant 600$			
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,25464	0,00025	0,25056	0,00030	0,24552	0,00035
2	0,50928	0,00394	0,50112	0,00473	0,49104	0,00540
3	0,76392	0,01908	0,75168	0,02293	0,73656	0,02622
4	1,01856	0,05691	1,00224	0,06859	0,98208	0,07862
5	1,27320	0,13028	1,25280	0,16844	1,22760	0,18342
6	1,52784	0,25449	1,50336	0,31693	1,47312	0,37867
			$600 < D \leqslant 800$			
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,19098	0,00008	0,18792	0,00010	0,18414	0,00011
2	0,38196	0,00127	0,37584	0,00152	0,36828	0,00174

Продолжение табл. IV.16

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	20		25		30	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
3	0,57294	0,00625	0,56376	0,00751	0,55242	0,00858
4	0,76392	0,01908	0,75168	0,02293	0,73656	0,02622
5	0,95490	0,04464	0,93960	0,05370	0,92070	0,06153
6	1,14588	0,08829	1,12752	0,10677	1,10484	0,12281
7	1,33686	0,15589	1,31544	0,19033	1,28898	0,22140
8	1,52784	0,25449	1,50336	0,31693	1,47312	0,37867
			$800 < D \leqslant 900$			
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,16976	0,00005	0,16704	0,00006	0,16368	0,00007
2	0,33952	0,00079	0,33408	0,00095	0,32736	0,00109
3	0,50928	0,00394	0,50112	0,00473	0,49104	0,00540
4	0,67904	0,01211	0,66816	0,01455	0,65472	0,01662
5	0,84880	0,02856	0,83520	0,03435	0,81840	0,03928
6	1,01856	0,05691	1,00224	0,06859	0,98208	0,07862
7	1,18832	0,10102	1,16928	0,12235	1,14576	0,14098
8	1,35808	0,16517	1,33632	0,20198	1,30944	0,23539
9	1,52784	0,25449	1,50336	0,31693	1,47312	0,37867
			$90 < D \leqslant 1200$			
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,12732	0,00002	0,12528	0,00002	0,12276	0,00002
2	0,25464	0,00025	0,25056	0,00030	0,24552	0,00035
3	0,38196	0,00127	0,37584	0,00152	0,36828	0,00174
4	0,50928	0,00394	0,50112	0,00473	0,49104	0,00540
5	0,63660	0,00943	0,62640	0,01133	0,61380	0,01294
6	0,76392	0,01908	0,75168	0,02293	0,73656	0,02622
7	0,89124	0,03438	0,87696	0,04138	0,85932	0,04733
8	1,01856	0,05691	1,00224	0,06859	0,98208	0,07862
9	1,14588	0,08829	1,12752	0,10677	1,10484	0,12281
10	1,27320	0,13028	1,25280	0,15844	1,22760	0,18312
11	1,40052	0,18491	1,37808	0,22692	1,35036	0,26567
12	1,52784	0,25449	1,50336	0,31693	1,47312	0,37867
			$1200 < D \leqslant 1600$			
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,09549	0,00001	0,09396	0,00001	0,09207	0,00001
2	0,19098	0,00008	0,18792	0,00010	0,18414	0,00011
3	0,28647	0,00041	0,28188	0,00049	0,27621	0,00055
4	0,38196	0,00127	0,37584	0,00152	0,36828	0,00174
5	0,47745	0,00306	0,46980	0,00367	0,46035	0,00419
6	0,57294	0,00625	0,56376	0,00751	0,55242	0,00858
7	0,66843	0,01139	0,65772	0,01369	0,64449	0,01564
8	0,76392	0,01908	0,75168	0,02293	0,73656	0,02622
9	0,85941	0,02994	0,84564	0,03602	0,82863	0,04119
10	0,95490	0,04464	0,93960	0,05376	0,92070	0,06153
11	1,05039	0,06386	1,03356	0,07702	1,01277	0,08834
12	1,14588	0,08829	1,12752	0,10677	1,10484	0,12281
13	1,24137	0,11869	1,22148	0,14410	1,19691	0,16648
14	1,33686	0,15589	1,31544	0,19033	1,28898	0,21140
15	1,43235	0,20630	1,40940	0,24717	1,38105	0,29053
16	1,52784	0,25449	1,50336	0,31693	1,47312	0,37867

Продолжение табл. IV.16

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	20		25		30	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
	$1600 < D \leqslant 1800$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,08488	0,00000	0,08352	0,00000	0,08184	0,00000
2	0,16976	0,00005	0,16704	0,00006	0,16368	0,00007
3	0,25464	0,00025	0,25056	0,00030	0,24552	0,00035
4	0,33952	0,00079	0,33408	0,00095	0,32736	0,00109
5	0,42440	0,00192	0,41760	0,00231	0,40920	0,00264
6	0,50928	0,00394	0,50112	0,00473	0,49104	0,00540
7	0,59416	0,00721	0,58464	0,00866	0,57288	0,00989
8	0,67904	0,01211	0,66816	0,01455	0,65472	0,01662
9	0,76392	0,01908	0,75168	0,02293	0,73656	0,02622
10	0,84880	0,02856	0,83520	0,03435	0,81840	0,03928
11	0,93368	0,04101	0,91872	0,04937	0,90024	0,05650
12	1,01856	0,05691	1,00224	0,06859	0,98208	0,07962
13	1,10344	0,07674	1,08576	0,09268	1,06392	0,10646
14	1,18832	0,10102	1,16928	0,12235	1,14576	0,14098
15	1,27320	0,13028	1,25280	0,15844	1,22760	0,18362
16	1,35808	0,16517	1,33632	0,20198	1,30944	0,23539
17	1,44296	0,20630	1,41984	0,25424	1,39128	0,29927
18	1,52784	0,25449	1,50336	0,31693	1,47312	0,37867
	$1800 < D \leqslant 2400$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,06366	0,00000	0,06264	0,00000	0,06138	0,00000
2	0,12732	0,00002	0,12528	0,00002	0,12276	0,00002
3	0,19098	0,00008	0,18792	0,00010	0,18414	0,00011
4	0,25464	0,00025	0,25056	0,00030	0,24552	0,00035
5	0,31830	0,00062	0,31320	0,00074	0,30690	0,00084
6	0,38196	0,00127	0,37584	0,00152	0,36828	0,00174
7	0,44562	0,00233	0,43848	0,00280	0,42966	0,00319
8	0,50928	0,00394	0,50112	0,00473	0,49104	0,00540
9	0,57294	0,00625	0,56376	0,00751	0,55242	0,00858
10	0,63660	0,00943	0,62640	0,01133	0,61380	0,01294
11	0,70026	0,01364	0,68904	0,01640	0,67518	0,01873
12	0,76392	0,01908	0,75168	0,02293	0,73656	0,02622
13	0,82758	0,02593	0,81432	0,03118	0,79794	0,03566
14	0,89124	0,03438	0,87696	0,04138	0,85932	0,04733
15	0,95490	0,04464	0,93960	0,05376	0,92070	0,06153
16	1,01856	0,05691	1,00224	0,06859	0,98208	0,07862
17	1,08222	0,07138	1,06488	0,08616	1,04346	0,09891
18	1,14588	0,08825	1,12752	0,10677	1,10484	0,12281
19	1,20954	0,10784	1,19016	0,13074	1,16622	0,15079
20	1,27320	0,13028	1,25280	0,15844	1,22760	0,18342
21	1,33686	0,15589	1,31544	0,19033	1,28898	0,22140
22	1,40052	0,18491	1,37808	0,22692	1,35036	0,26567
23	1,46418	0,21766	1,44072	0,26885	1,41174	0,31746
24	1,52784	0,25449	1,50336	0,31693	0,47312	0,37867
	$2400 < D \leqslant 4000$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,04244	0,00000	0,04176	0,00000	0,04092	0,00000
2	0,08488	0,00000	0,08352	0,00000	0,08184	0,00000

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	20		25		30	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
3	0,12732	0,00002	0,12528	0,00002	0,12276	0,00002
4	0,16976	0,00005	0,16704	0,00006	0,16368	0,00007
5	0,21220	0,00012	0,20880	0,00015	0,20460	0,00017
6	0,25464	0,00025	0,25056	0,00030	0,24552	0,00035
7	0,29708	0,00047	0,29232	0,00056	0,28644	0,00064
8	0,33952	0,00079	0,33408	0,00095	0,32736	0,00109
9	0,38196	0,00127	0,37584	0,00152	0,36828	0,00174
10	0,42440	0,00192	0,41760	0,00231	0,40920	0,00264
11	0,46684	0,00280	0,45936	0,00336	0,45012	0,00384
12	0,50928	0,00394	0,50112	0,00473	0,49104	0,00540
13	0,55172	0,00539	0,54288	0,00648	0,53196	0,00740
14	0,59416	0,00721	0,58464	0,00866	0,57288	0,00989
15	0,63660	0,00943	0,62640	0,01133	0,61380	0,01294
16	0,67104	0,01211	0,66816	0,01455	0,65472	0,01662
17	0,72148	0,01531	0,70992	0,01840	0,69564	0,02103
18	0,76392	0,01908	0,75168	0,02293	0,73656	0,02622
19	0,80636	0,02348	0,79344	0,02823	0,77748	0,03228
20	0,84880	0,02856	0,83520	0,03435	0,81840	0,03928
21	0,89124	0,03438	0,87696	0,04138	0,85932	0,04733
22	0,93368	0,04101	0,91872	0,04937	0,90024	0,05650
23	0,97612	0,04850	0,96048	0,05842	0,94116	0,06690
24	1,01856	0,05691	1,00224	0,06859	0,98208	0,07862
25	1,06100	0,06630	1,04400	0,07998	1,02300	0,09177
26	1,10344	0,07674	1,08576	0,09268	1,06392	0,10646
27	1,14588	0,08829	1,12752	0,10677	1,10484	0,12281
28	1,18832	0,10102	1,16928	0,12235	1,14576	0,14098
29	1,23076	0,11499	1,21104	0,13954	1,18668	0,16112
30	1,27320	0,13028	1,25280	0,15844	1,22760	0,18342
31	1,31564	0,14699	1,29456	0,17920	1,26852	0,20810
32	1,35808	0,16517	1,33632	0,20198	1,30944	0,23539
33	1,40052	0,18491	1,37808	0,22692	1,35036	0,26567
34	1,44296	0,20630	1,41984	0,25424	1,39128	0,29927
35	1,48540	0,22947	1,46160	0,28415	1,43220	0,33672
36	1,52784	0,25449	1,50336	0,31692	1,47312	0,37867
			$4000 < D \leqslant 6000$			
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,03183	0,00000	0,03132	0,00000	0,03069	0,00000
2	0,06366	0,00000	0,06264	0,00000	0,06138	0,00000
3	0,09549	0,00001	0,09396	0,00001	0,09207	0,00001
4	0,12732	0,00002	0,12528	0,00002	0,12276	0,00002
5	0,15915	0,00004	0,15660	0,00005	0,15345	0,00005
6	0,19098	0,00008	0,18792	0,00010	0,18414	0,00011
7	0,22281	0,00015	0,21924	0,00018	0,21483	0,00020
8	0,25464	0,00025	0,25056	0,00030	0,24552	0,00035
9	0,28647	0,00041	0,28188	0,00049	0,27621	0,00055
10	0,31830	0,00062	0,31320	0,00074	0,30690	0,00084
11	0,35013	0,00090	0,34452	0,00108	0,33759	0,00123
12	0,38196	0,00127	0,37584	0,00152	0,36828	0,00174
13	0,41371	0,00174	0,40716	0,00209	0,39897	0,00238
14	0,44562	0,00233	0,43848	0,00280	0,42966	0,00319

Продолжение табл. IV.16

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	20		25		30	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
15	0,47745	0,00306	0,46980	0,00367	0,46035	0,00419
16	0,50928	0,00394	0,50112	0,00473	0,49104	0,00540
17	0,54111	0,00500	0,53244	0,00600	0,52173	0,00686
18	0,57294	0,00625	0,56376	0,00751	0,55242	0,00858
19	0,60477	0,00772	0,59508	0,00928	0,58311	0,01060
20	0,63660	0,00943	0,62640	0,01133	0,61380	0,01294
21	0,66843	0,01139	0,65770	0,01369	0,64449	0,01564
22	0,70026	0,01364	0,68904	0,01640	0,67518	0,01873
23	0,73209	0,01620	0,72046	0,01947	0,70587	0,02225
24	0,76392	0,01908	0,75168	0,02293	0,73656	0,02622
25	0,79575	0,02231	0,78300	0,02683	0,76725	0,03068
26	0,82758	0,02593	0,81432	0,03118	0,79794	0,03566
27	0,85941	0,02994	0,84564	0,03602	0,82863	0,04119
28	0,89124	0,03438	0,87696	0,04138	0,85932	0,04733
29	0,92307	0,03928	0,90828	0,04728	0,89001	0,05410
30	0,95490	0,04464	0,93960	0,05376	0,92070	0,06153
31	0,98673	0,05051	0,97092	0,06085	0,95139	0,06971
32	1,01856	0,05691	1,00224	0,06859	0,98208	0,07862
33	1,05039	0,06386	1,03356	0,07702	1,01277	0,08834
34	1,08222	0,07138	1,06488	0,08616	1,04346	0,09891
35	1,11405	0,07952	1,09620	0,09607	1,07415	0,11038
36	1,14588	0,08829	1,12752	0,10677	1,10484	0,12281
37	1,17771	0,09772	1,15884	0,11831	1,13553	0,13626
38	1,20954	0,10784	1,19016	0,13074	1,16622	0,15079
39	1,24137	0,11869	1,22148	0,14410	1,19691	0,16648
40	1,27320	0,13028	1,25280	0,15844	1,22760	0,18342
41	1,30503	0,14268	1,28412	0,17383	1,25829	0,20169
42	1,33686	0,15589	1,31544	0,19033	1,28898	0,22140
43	1,36869	0,16995	1,34676	0,20800	1,31967	0,24268
44	1,40052	0,18491	1,37808	0,22692	1,35036	0,26587
45	1,43235	0,20079	1,40940	0,24717	1,38105	0,29053
46	1,46418	0,21766	1,44072	0,26885	1,41174	0,31746
47	1,49601	0,23555	1,47204	0,29207	1,44243	0,34675
48	1,52784	0,25449	1,50336	0,31693	1,47312	0,37867

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	35		40		45	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
	$D \leqslant 600$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,23928	0,00038	0,23208	0,00040	0,22392	0,00042
2	0,47856	0,00593	0,46416	0,00631	0,44784	0,00650
3	0,71784	0,02881	0,69624	0,03063	0,67176	0,03164
4	0,95712	0,08664	0,92832	0,09236	0,89568	0,09556
5	1,19640	0,20425	1,16040	0,21998	1,11960	0,22951
6	1,43568	0,43943	1,39248	0,49913	1,34352	0,55766

Продолжение табл. IV.16

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	35		40		45	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
	$600 < D \leqslant 800$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,17946	0,00012	0,17406	0,00013	0,16794	0,00013
2	0,35892	0,00190	0,34812	0,00202	0,33588	0,00209
3	0,53838	0,00942	0,52218	0,01001	0,50382	0,01033
4	0,71784	0,02881	0,69624	0,03063	0,67176	0,03164
5	0,89730	0,06775	0,87030	0,07217	0,83970	0,07460
6	1,07676	0,13583	1,04436	0,14530	1,00764	0,15074
7	1,25622	0,24790	1,21842	0,26851	1,17558	0,28162
8	1,43568	0,43943	1,39248	0,49913	1,34352	0,55766
	$800 < D \leqslant 900$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,15952	0,00008	0,15472	0,00008	0,14928	0,00008
2	0,31904	0,00119	0,30944	0,00127	0,29856	0,00131
3	0,47856	0,00593	0,46416	0,00631	0,44784	0,00650
4	0,63808	0,01827	0,61888	0,01942	0,59712	0,02005
5	0,79760	0,04320	0,77360	0,04596	0,74640	0,04748
6	0,95712	0,08664	0,92832	0,09236	0,89568	0,09556
7	1,11664	0,15621	1,08304	0,16739	1,04496	0,17391
8	1,27616	0,26417	1,23776	0,28683	1,19424	0,30157
9	1,43568	0,43943	1,39248	0,49913	1,34352	0,55766
	$900 < D \leqslant 1200$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,11964	0,00002	0,11604	0,00003	0,11196	0,00003
2	0,23928	0,00038	0,23208	0,00040	0,22392	0,00042
3	0,35892	0,00190	0,34812	0,00202	0,33588	0,00209
4	0,47856	0,00593	0,46416	0,00631	0,44784	0,00650
5	0,59820	0,01421	0,58020	0,01511	0,55980	0,01560
6	0,71784	0,02881	0,69624	0,03063	0,67176	0,03164
7	0,83748	0,05206	0,81228	0,05541	0,78372	0,05726
8	0,95712	0,08664	0,92832	0,09236	0,89568	0,09556
9	1,07676	0,13583	1,04436	0,14530	1,00764	0,15074
10	1,19640	0,20425	1,16040	0,21998	1,11960	0,22951
11	1,31604	0,29974	1,27644	0,32742	1,23156	0,34636
12	1,43568	0,43943	1,39248	0,49913	1,34352	0,55766
	$1200 < D \leqslant 1600$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,08973	0,00001	0,08703	0,00001	0,08397	0,00001
2	0,17946	0,00012	0,17406	0,00013	0,16794	0,00013
3	0,26919	0,00061	0,26109	0,00064	0,25191	0,00067
4	0,35892	0,00190	0,34812	0,00202	0,33588	0,00209
5	0,44865	0,00460	0,43515	0,00489	0,41985	0,00505
6	0,53838	0,00942	0,52218	0,01001	0,50382	0,01033
7	0,62811	0,01718	0,60921	0,01826	0,58779	0,01885
8	0,71784	0,02881	0,69624	0,03063	0,67176	0,03164
9	0,80757	0,04530	0,78327	0,04820	0,75573	0,04980
10	0,89730	0,06775	0,87030	0,07217	0,83970	0,07460
11	0,98703	0,09742	0,95733	0,10392	0,92367	0,10757

Продолжение табл. IV.16

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	35		40		45	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
12	1,07676	0,13583	1,04436	0,14530	1,00764	0,15074
13	1,16649	0,18500	1,13139	0,19881	1,09161	0,20705
14	1,25622	0,24790	1,21842	0,26851	1,17558	0,28162
15	1,34595	0,32943	1,30545	0,36202	1,25955	0,38547
16	1,43568	0,43943	1,39248	0,49913	1,34352	0,55766
	$1600 < D \leqslant 1800$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,07976	0,00000	0,07736	0,00001	0,07464	0,00001
2	0,15952	0,00008	0,15472	0,00008	0,14928	0,00008
3	0,23928	0,00038	0,23208	0,00040	0,22392	0,00042
4	0,31904	0,00119	0,30944	0,00127	0,29856	0,00131
5	0,39880	0,00289	0,38680	0,00307	0,37320	0,00317
6	0,47856	0,00593	0,46416	0,00631	0,44784	0,00650
7	0,55832	0,01086	0,54152	0,01154	0,52248	0,01191
8	0,63808	0,01827	0,61888	0,01942	0,59712	0,02005
9	0,71784	0,02881	0,69624	0,03063	0,67176	0,03164
10	0,79760	0,04320	0,77360	0,04596	0,74640	0,04748
11	0,87736	0,06218	0,85096	0,06622	0,82104	0,06844
12	0,95712	0,08664	0,92832	0,09236	0,89568	0,09556
13	1,03688	0,11756	1,00568	0,12559	0,97032	0,13014
14	1,11664	0,15621	1,08304	0,16739	1,04496	0,17391
15	1,19640	0,20425	1,16040	0,21998	1,11960	0,22951
16	1,27616	0,26417	1,23776	0,28683	1,19424	0,30157
17	1,35592	0,34000	1,31512	0,37452	1,26888	0,39980
18	1,43568	0,43943	1,39248	0,49913	1,34352	0,55766
	$1800 < D \leqslant 2400$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,05982	0,00000	0,05802	0,00000	0,05598	0,00000
2	0,11964	0,00002	0,11604	0,00003	0,11196	0,00003
3	0,17946	0,00012	0,17406	0,00013	0,16794	0,00013
4	0,23928	0,00038	0,23208	0,00040	0,22392	0,00042
5	0,29910	0,00093	0,29010	0,00098	0,27990	0,00101
6	0,35892	0,00190	0,34812	0,00202	0,33588	0,00209
7	0,41874	0,00351	0,40614	0,00372	0,39186	0,00384
8	0,47856	0,00593	0,46416	0,00631	0,44784	0,00650
9	0,53838	0,00942	0,52218	0,01001	0,50382	0,01033
10	0,59820	0,01421	0,58020	0,01511	0,55980	0,01560
11	0,65802	0,02058	0,63822	0,02188	0,61578	0,02259
12	0,71784	0,02881	0,69624	0,03063	0,67176	0,03164
13	0,77766	0,03920	0,75426	0,04170	0,72774	0,04306
14	0,83748	0,05206	0,81228	0,05541	0,78372	0,05726
15	0,89730	0,06775	0,87030	0,07217	0,83970	0,07460
16	0,95712	0,08664	0,92832	0,09236	0,89568	0,09556
17	1,01694	0,10916	0,98634	0,11655	0,95166	0,12071
18	1,07676	0,13583	1,04436	0,14530	1,00764	0,15074
19	1,13658	0,16726	1,10238	0,17942	1,06362	0,18657
20	1,19640	0,20425	1,16040	0,21998	1,11960	0,22951
21	1,25622	0,24790	1,21842	0,26851	1,17558	0,28162

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	35		40		45	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
22	1,31604	0,29974	1,27644	0,32742	1,23156	0,34636
23	1,37586	0,36219	1,33446	0,40114	1,28754	0,43102
24	1,43568	0,43943	1,39248	0,49913	1,34352	0,55766
	$2400 < D \leqslant 4000$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,03988	0,00000	0,03868	0,00000	0,03732	0,00000
2	0,07976	0,00000	0,07736	0,00001	0,07464	0,00001
3	0,11964	0,00002	0,11604	0,00003	0,11196	0,00003
4	0,15952	0,00008	0,15472	0,00008	0,14928	0,00008
5	0,19940	0,00018	0,19340	0,00020	0,18660	0,00020
6	0,23928	0,00038	0,23208	0,00040	0,22392	0,00042
7	0,27916	0,00070	0,27076	0,00075	0,26124	0,00077
8	0,31904	0,00119	0,30944	0,00127	0,29856	0,00131
9	0,35892	0,00190	0,34812	0,00202	0,33588	0,00209
10	0,39880	0,00289	0,38680	0,00307	0,37320	0,00317
11	0,43868	0,00421	0,42548	0,00447	0,41052	0,00462
12	0,47856	0,00593	0,46416	0,00631	0,44784	0,00650
13	0,51844	0,00813	0,50284	0,00863	0,48516	0,00891
14	0,55832	0,01086	0,54152	0,01154	0,52248	0,01191
15	0,59820	0,01421	0,58020	0,01511	0,55980	0,01560
16	0,63808	0,01827	0,61888	0,01942	0,59712	0,02005
17	0,67796	0,02310	0,65756	0,02457	0,63444	0,02536
18	0,71784	0,02881	0,69624	0,03063	0,67176	0,03164
19	0,75772	0,03548	0,73492	0,03774	0,70908	0,03897
20	0,79760	0,04320	0,77360	0,04596	0,74640	0,04748
21	0,83748	0,05206	0,81228	0,05541	0,78372	0,05726
22	0,87736	0,06218	0,85096	0,06622	0,82104	0,06844
23	0,91724	0,07367	0,88964	0,07849	0,85836	0,08116
24	0,95712	0,08664	0,92832	0,09236	0,89568	0,09556
25	0,99700	0,10122	0,96700	0,10801	0,93300	0,11182
26	1,03688	0,11756	1,00568	0,12559	0,97032	0,13014
27	1,07676	0,13583	1,04436	0,14530	1,00764	0,15074
28	1,11664	0,15621	1,08304	0,16739	1,04496	0,17391
29	1,15652	0,17893	1,12172	0,19215	1,08228	0,20001
30	1,19640	0,20425	1,16040	0,21998	1,11960	0,22951
31	1,23628	0,23254	1,19908	0,25130	1,15692	0,26307
32	1,27616	0,26417	1,23776	0,28683	1,19424	0,30157
33	1,31604	0,29974	1,27644	0,32742	1,23156	0,34636
34	1,35592	0,34000	1,31512	0,37452	1,26888	0,39980
35	1,39580	0,38601	1,35380	0,43033	1,30620	0,46635
36	1,43568	0,43943	1,39248	0,49913	1,34352	0,55766
	$4000 < D \leqslant 6000$					
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
1	0,02991	0,00000	0,02901	0,00000	0,02799	0,00000
2	0,05982	0,00000	0,05802	0,00000	0,05598	0,00000
3	0,08973	0,00001	0,08703	0,00001	0,08397	0,00001
4	0,11964	0,00002	0,11604	0,00003	0,11196	0,00003
5	0,14955	0,00006	0,14505	0,00006	0,13995	0,00005
6	0,17946	0,00012	0,17406	0,00013	0,16794	0,00013

Продолжение табл. IV.16

Номер точки	Угол при вершине конуса α, град					
	35		40		45	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
7	0,20937	0,00022	0,20307	0,00024	0,19593	0,00024
8	0,23928	0,00038	0,23208	0,00040	0,22392	0,00042
9	0,26919	0,00061	0,26109	0,00064	0,25191	0,00067
10	0,29910	0,00093	0,29010	0,00098	0,27990	0,00101
11	0,32901	0,00135	0,31911	0,00143	0,30789	0,00148
12	0,35892	0,00190	0,34812	0,00202	0,33588	0,00209
13	0,38883	0,00262	0,37713	0,00278	0,36387	0,00287
14	0,41874	0,00351	0,40614	0,00372	0,39186	0,00384
15	0,44865	0,00460	0,43515	0,00489	0,41985	0,00505
16	0,47856	0,00593	0,46416	0,00631	0,44784	0,00650
17	0,50847	0,00753	0,49317	0,00800	0,47583	0,00826
18	0,53838	0,00942	0,52218	0,01001	0,50382	0,01033
19	0,56829	0,01163	0,55119	0,01237	0,53181	0,01276
20	0,59820	0,01421	0,58020	0,01511	0,55980	0,01560
21	0,62811	0,01718	0,60921	0,01826	0,58779	0,01885
22	0,65802	0,02058	0,63822	0,02188	0,61578	0,02259
23	0,68793	0,02444	0,66723	0,02599	0,64377	0,02684
24	0,71784	0,02881	0,69624	0,03063	0,67176	0,03164
25	0,74775	0,03371	0,72525	0,03586	0,69975	0,03704
26	0,77766	0,03920	0,75426	0,04170	0,72774	0,04306
27	0,80757	0,04530	0,78327	0,04820	0,75573	0,04980
28	0,83748	0,05206	0,81228	0,05541	0,78372	0,05726
29	0,86739	0,05952	0,84129	0,06339	0,81171	0,06550
30	0,89730	0,06775	0,87030	0,07217	0,83970	0,07460
31	0,92721	0,07677	0,89931	0,08180	0,86769	0,08460
32	0,95712	0,08664	0,92832	0,09236	0,89568	0,09556
33	0,98703	0,09742	0,95733	0,10392	0,92367	0,10757
34	1,01694	0,10916	0,98634	0,11655	0,95166	0,12071
35	1,04685	0,12194	1,01535	0,13031	0,97965	0,13507
36	1,07676	0,13583	1,04436	0,14530	1,00764	0,15074
37	1,10667	0,15091	1,07337	0,16163	1,03563	0,16786
38	1,13658	0,16726	1,10238	0,17942	1,06362	0,18657
39	1,16649	0,18500	1,13139	0,19881	1,09161	0,20705
40	1,19640	0,20425	1,16040	0,21998	1,11960	0,22951
41	1,22631	0,22517	1,18941	0,24312	1,14759	0,25427
42	1,25622	0,24790	1,21842	0,26851	1,17558	0,28162
43	1,28613	0,27268	1,24743	0,29645	1,20357	0,31209
44	1,31604	0,29974	1,27644	0,32742	1,23156	0,34636
45	1,34595	0,32943	1,30545	0,36202	1,25955	0,38547
46	1,37586	0,36219	1,33446	0,40114	1,28754	0,43102
47	1,40577	0,39860	1,36347	0,44608	1,31553	0,48605
48	1,43568	0,43943	1,39248	0,49913	1,34352	0,55766

Параметры конических переходов (рис. IV.26):

$$E = \frac{D}{2} \operatorname{tg} \beta; \qquad \text{(IV.78)}$$

$$\operatorname{tg} (\beta - \alpha) = \frac{\operatorname{tg} \beta}{2}; \qquad \text{(IV.79)}$$

$$B = \frac{D - d}{2 \operatorname{tg} \beta}; \qquad \text{(IV.80)}$$

$$R_к = \frac{D}{2}\cos\beta; \qquad \text{(IV.81)}$$

$$H_k = B\cos\beta = \frac{D-d}{2\,\mathrm{tg}\,\beta}\cos\beta; \qquad \text{(IV.82)}$$

$$R_р = \frac{D}{2\,\mathrm{tg}\,\beta} = r_р + B; \qquad \text{(IV.83)}$$

$$e = \frac{d}{2}\,\mathrm{tg}\,\beta; \qquad \text{(IV.84)}$$

$$r_k = \frac{d}{2}\cos\beta; \qquad \text{(IV.85)}$$

$$r_р = \frac{d}{2\,\mathrm{tg}\,\beta}; \qquad \text{(IV.86)}$$

$$П = B + e - E = \frac{D-d}{\mathrm{tg}2\,\beta}. \qquad \text{(IV.87)}$$

Параметры развертки боковой поверхности конического перехода (рис. IV.27):

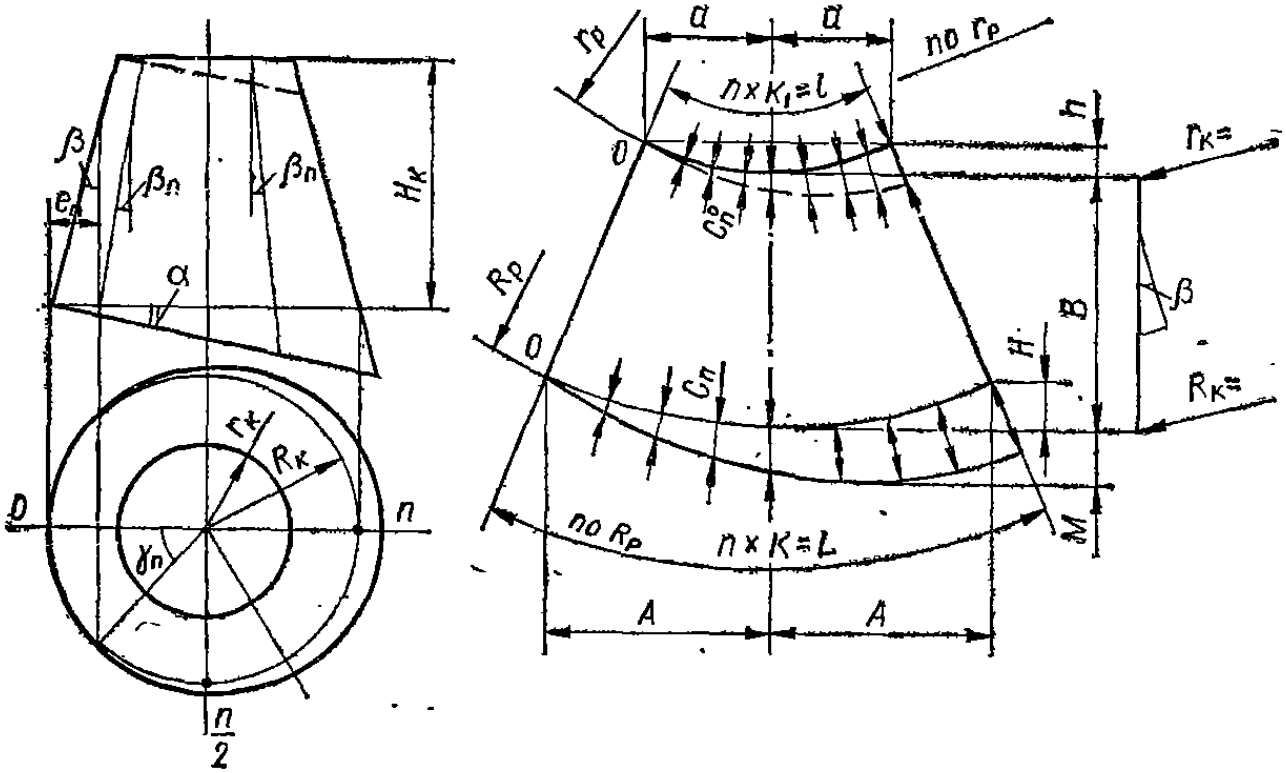


Рис. IV.27. Развертка боковой поверхности нормального кругового конуса, усеченного наклонной плоскостью.

$$\beta_р = 90^\circ \sin\beta; \qquad \text{(IV.88)}$$

$$R_р = \frac{R_к}{\sin\beta}; \qquad \text{(IV.89)}$$

$$A = R_р \sin\beta_р; \qquad \text{(IV.90)}$$

$$H = R_р\,(1 - \cos\beta_р); \qquad \text{(IV.91)}$$

$$B = \frac{H_к}{\cos\beta}; \qquad \text{(IV.92)}$$

$$r_р = \frac{r_к}{\sin\beta}; \qquad \text{(IV.93)}$$

$$a = r_p \sin \beta_p; \quad \text{(IV.94)}$$

$$h = r_p (1 - \cos \beta_p); \quad \text{(IV.95)}$$

$$L = R_p 2\beta_p; \quad \text{(IV.96)}$$

$$l = r_p 2\beta_p; \quad \text{(IV.97)}$$

$$C_n = \frac{e_n \sin \alpha \cos \beta_n}{\cos \beta \sin \varphi_n}, \quad \text{(IV.98)}$$

где для точек $0 \div \frac{n}{2}$:

$$e_n = R_к (1 - \cos \gamma_n); \quad \text{(IV.99)}$$

$$0^0 \leqslant \gamma_n \leqslant 90^\circ;$$

для точек $\frac{n}{2} \div n$:

$$e_n = R_к (1 + \sin \gamma_n); \quad \text{(IV.100)}$$

$$0^\circ \leqslant \gamma_n \leqslant 90^\circ;$$

$$\operatorname{tg} \beta_n = \operatorname{tg} \beta \cos \gamma_n; \quad \text{(IV.101)}$$

$$\varphi_n = 90^\circ - \alpha \pm \beta_n,$$

где знак плюс (+) для точек $0 \div \frac{n}{2}$; знак минус (—) для точек $\frac{n}{2} \div n$;

$$M = (R_p + C_n) \cos \beta_{p_l} - R_p. \quad \text{(IV.102)}$$

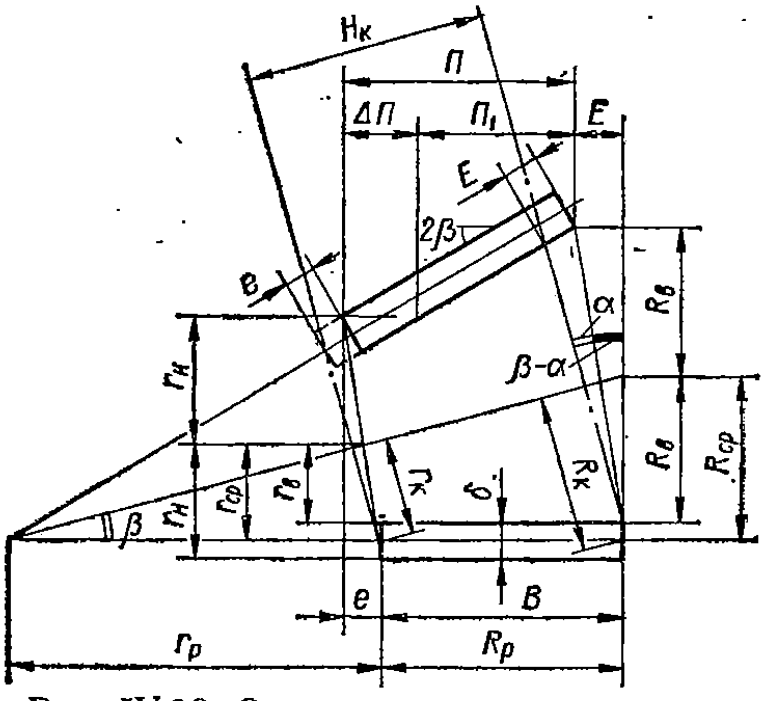


Рис. IV.28. Основные размеры конического перехода с учетом толщины стенки трубопровода.

Значение M принимают максимальное.

$$\beta_{p_l} = \beta_l \sin \beta. \quad \text{(IV.103)}$$

Подсчет размеров развертки C_n и M конической поверхности, усеченной наклонной плоскостью, сводят в табл. IV.17.

Параметры коннческого перехода (рнс. IV.28) с учетом толщины стенки трубопроводов определяют с учетом способа образования фасок по кольцевым стыкам.

При образовании двусторонней фаски в кольцевых стыках (при толщинах листов трубопроводов $\delta \geqslant 20$ мм) геометрические величины находят по нейтральным линиям листов. При образовании односторонней фаски в кольцевых стыках перехода

$$R = R_в; \; r = r_n.$$

Определение длины развертки малого r_p и большого R_p радиусов развертки перехода, а также длины их дуг определяют по нейтральной линии листа перехода. Параметры перехода и развертки:

$$E = R_в \operatorname{tg} \beta; \quad \text{(IV.104)}$$

$$\operatorname{tg} (\beta - \alpha) = \frac{\operatorname{tg} \beta}{2}; \quad \text{(IV.105)}$$

$$B = (R_в - r_в) \operatorname{ctg} \beta; \quad \text{(IV.106)}$$

$$e = r_н \operatorname{tg} \beta; \quad \text{(IV.107)}$$

$$H_к = (R_в - r_в) \operatorname{ctg} \beta \cos \beta; \quad \text{(IV.108)}$$

$$R_к = R_{ср} \cos \beta; \quad \text{(IV.109)}$$

$$r_k = r_{ср} \cos \beta; \quad \text{(IV.110)}$$

$$r_p = r_{cp} \operatorname{ctg} \beta; \qquad \text{(IV.111)}$$

$$R_p = R_{cp} \operatorname{ctg} \beta; \qquad \text{(IV.112)}$$

$$\Pi = \Delta\Pi + \Pi_1 = \frac{\delta}{\sin 2\beta} + (2R_в - r_в - r_н) \operatorname{ctg} 2\beta = B + e - E. \qquad \text{(IV.113)}$$

Таблица IV.17. Подсчет параметров развертки конической поверхности по рис. IV.27

$n =$

$\beta =$
$\sin\beta =$
$\cos\beta =$
$\operatorname{tg}\beta =$

$\alpha =$
$\sin\alpha =$

$R_к =$
$R_р =$

$e_n = R_к (1 - \cos\gamma_n)$ — для точек $0 \div \frac{h}{2}$;

$e_n = R_к (1 + \sin\gamma_n)$ — для точек $\frac{n}{2} \div 0$;

$\varphi_n = 90° - \alpha \pm \beta_n$; (+) для точек $0 \div \frac{n}{2}$;

(—) для точек $0 \div \frac{n}{2}$

$\operatorname{tg}\beta_n = \operatorname{tg}\beta \cdot \cos\gamma_n$;

$K_1 = \frac{\sin\alpha}{\cos\beta}$; $K_2 = R_р + C_n$

$C_n = \frac{e_n \cdot K_1}{\cos\beta_n \cdot \sin\varphi_n}$; $\beta_{p_i} = \beta_i \cdot \sin\beta$

$K_3 = K_1 \cdot \cos\beta_{p_i}$; $M = K_3 - R_р$

Номер точки	γ_n	$\sin\gamma_n$	$\cos\gamma_n$	$1 - \cos\gamma_n$	$1 + \sin\gamma_n$	e_n	$\operatorname{tg}\beta_n$	β_n	$\cos\beta_n$	φ	$\sin\varphi$	K_1	C_n
0	0	0	1	0	—	0							
1	...	...	...	...	—								
...	...	...	...	...	—								
$\frac{1}{2}n$	90°	1	0	1	2		0	0	1				
...	...	...	...	—	...								
n	0°	0	1	—	1								

Номер точки	β_i	β_{p_i} °	β_{p_i} ' °	$\cos\beta_{p_i}$	K_2	K_3	M
$\frac{1}{2}n$							
...							
n							

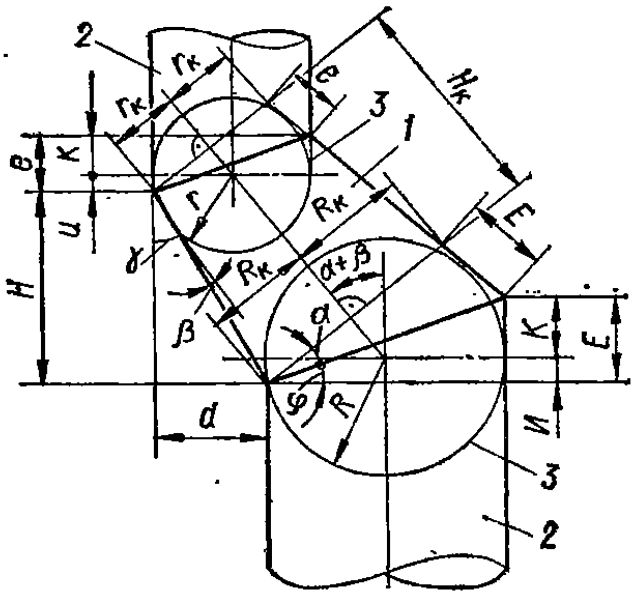


Рис. IV.29. Построение и основные размеры конического перехода общего положения:
1 — нормальная круговая конническая поверхность; *2* — цилиндрическая круговая поверхность; *3* — вспомогательная сферическая поверхность.

Конические переходы общего случая (рис. IV.29) решаются при помощи нормальных круговых конусов, усеченных наклонными плоскостями. Линию пересечения конических и цилиндрических поверхностей находят при помощи вспомогательных сферических поверхностей с радиусами, равными радиусам цилиндрических поверхностей.

Параметры перехода:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{d}{H} \tag{IV.114}$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{R - r}{H\sec\gamma + (R - r)\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2}}; \tag{IV.115}$$

$$H_к = H\sec\gamma\cos\beta; \tag{IV.116}$$

$$R_к = R\left(1 - \operatorname{tg}\frac{\gamma}{2}\operatorname{tg}\beta\right)\cos\beta; \tag{IV.117}$$

$$r_k = r\left(1 - \operatorname{tg}\frac{\gamma}{2}\operatorname{tg}\beta\right)\cos\beta; \tag{IV.118}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} + \operatorname{tg}\frac{\gamma + 2\beta}{2}}{2}; \tag{IV.119}$$

$$\alpha = \gamma + \beta - \varphi; \tag{IV.120}$$

$$E = R\left(\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} + \operatorname{tg}\frac{\gamma + 2\beta}{2}\right) \tag{IV.121}$$

$$e = r\left(\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} + \operatorname{tg}\frac{\gamma + 2\beta}{2}\right) \tag{IV.122}$$

$$И = R\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} \tag{IV.123}$$

$$u = r\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} \tag{IV.124}$$

$$K = R\cdot\operatorname{tg}\frac{\gamma + 2\beta}{2}; \tag{IV.125}$$

$$k = r\operatorname{tg}\frac{\gamma + 2\beta}{2}. \tag{IV.126}$$

По определенным таким образом параметрам перехода развертку боковой поверхности вычисляют по формулам (IV.88) — (IV.103).

Такой переход обладает большей степенью технологичности, чем переходы, полученные другим способом, так как кривизна этой поверхности постоянна.

Переход с круга на прямоугольник (рис. IV.30, IV.31) — сочетание нескольких плоскнх и конических поверхностей общего положения. Присоединительные размеры,

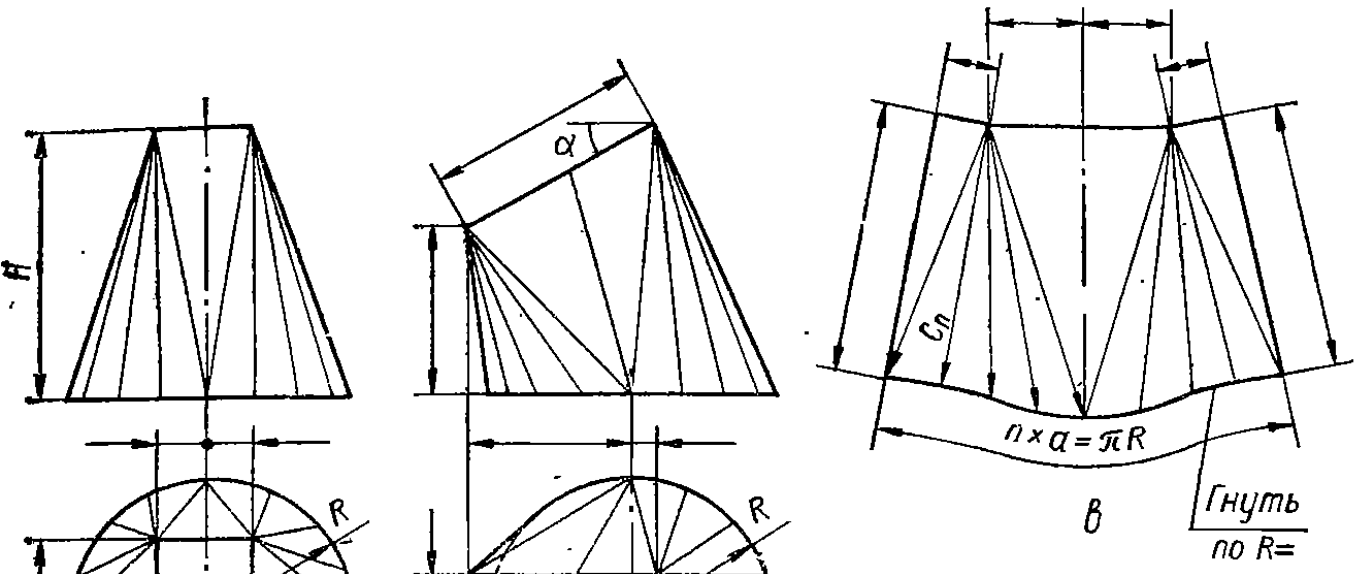
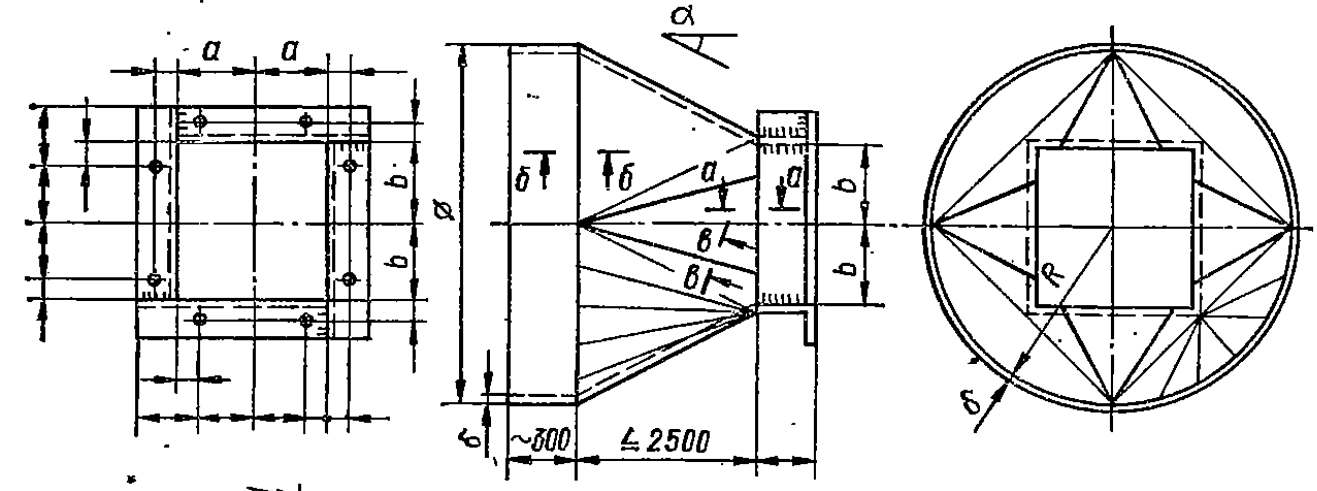


Рис. IV.30. Переходы с круга на прямоугольник:

а — с параллельными основаниями; *б* — с непараллельными основаниями; *в* — развертка боковой поверхности.



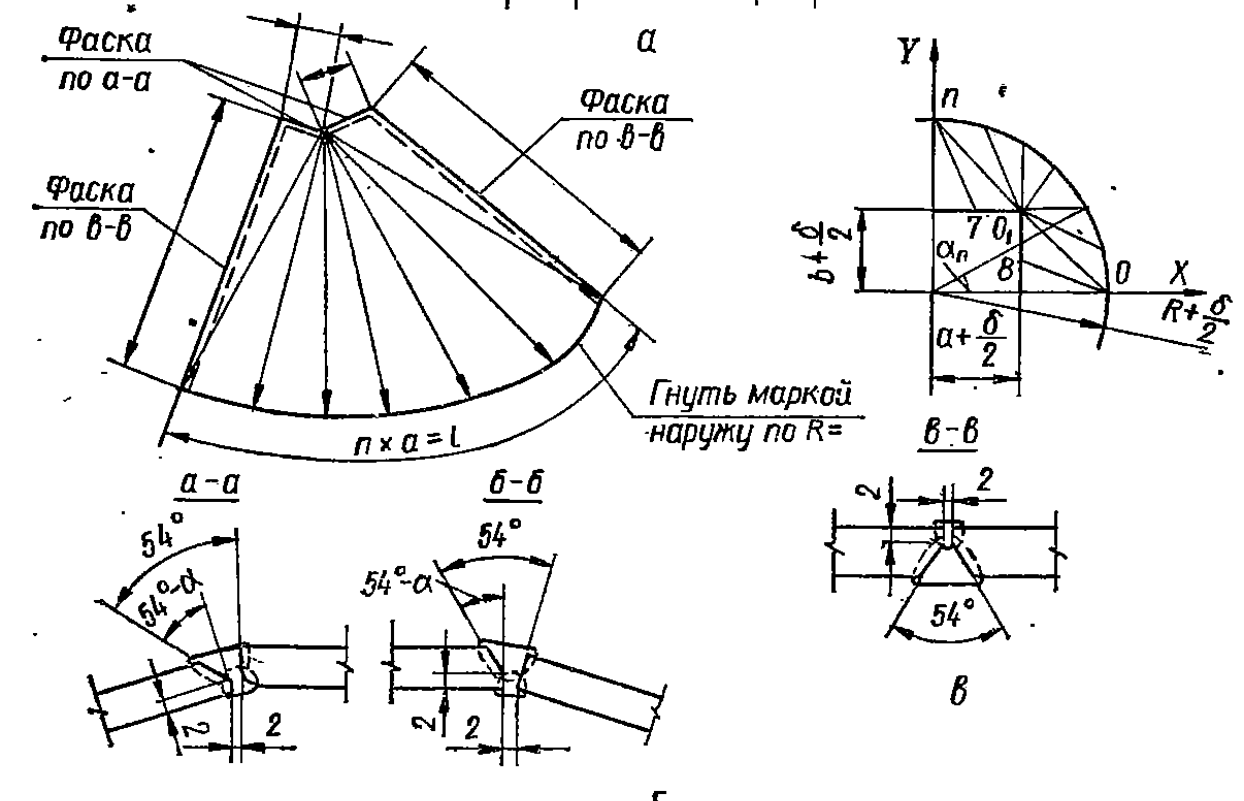


Рис. IV.31. Переход с круга на прямоугольник:

а — конструкция; *б* — развертка; *в* — определение образующих конической части.

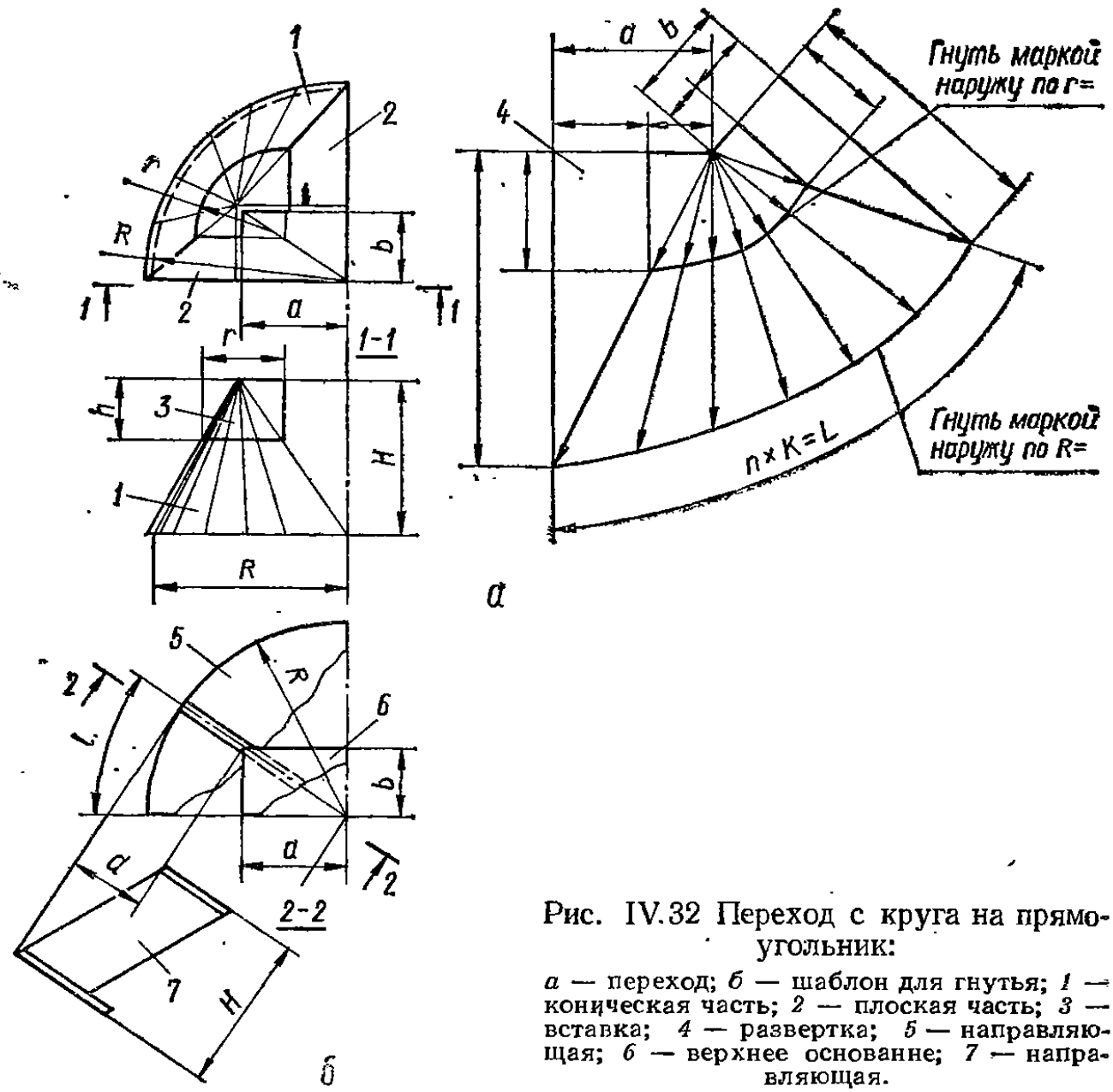


Рис. IV.32 Переход с круга на прямоугольник:

а — переход; *б* — шаблон для гнутья; *1* — коническая часть; *2* — плоская часть; *3* — вставка; *4* — развертка; *5* — направляющая; *6* — верхнее основанне; *7* — направляющая.

высоту H н толщину стенки перехода указывают в чертежах КМ. Высота перехода по возможностям производства назначается 250—2500 мм. При $a \leqslant 300$, $b \leqslant 300$ стык деталей делается по оси перехода.

Для упрощения изготовления при больших значениях H в углах перехода необходимо делать вставку (рис. IV.32) высотой h, равной 200—300 мм, гибку которой производят кузнечным способом. Параметры вставки определяют путем умножения соответствующих параметров перехода на коэффициент подобия, равный

$$K_{\text{п}} = \frac{h}{H}. \qquad \text{(IV.127)}$$

Развертку перехода строят путем последовательного построенння плоских треугольников с одной общей вершиной. Размеры элементов развертки определяют путем нахождения натуральной величины сторон плоских треугольников. Радиус оснований принимают по средней линии листа цилиндрической царгн. Длины дуг по окружности R принимают в развертке прямолинейными. Вычисление размеров производят по табл. IV.18.

Для производства гибки развертки изготовляют шаблон (см. рис. IV.32, *б*) Размер шаблона

$$d = R - \sqrt{a^2 + b^2}. \qquad \text{(IV.128)}$$

Нормальный конический переход и определение параметров перехода и развертки с учетом толщины листа представлен на рис. IV.33.

Таблица IV.18. Подсчет параметров развертки перехода с круга на прямоугольник по рис. IV.30, IV.31

n	$K_1 = a + \frac{\delta}{2} =$	$K_5 = \left(R + \frac{\delta}{2}\right) \cdot \cos\alpha_n - K_1$
$R =$ $H =$	$K_2 = b + \frac{\delta}{2} =$	$K_6 = \left(R + \frac{\delta}{2}\right) \cdot \sin\alpha_n - K_2$
$\delta =$	$K_3 = R - \left(b + \frac{\delta}{2}\right) =$	$C_l = \sqrt{K_5^2 + K_6^2 + H^2}$
$a =$		$C_{n-7} = \sqrt{K_3^2 + x_7^2 + H^2} =$
$b =$	$K_4 = R - \left(a + \frac{\delta}{2}\right) =$	$C_{0-8} = \sqrt{K_4^2 + y_8^2 + H^2} =$

x_7; y_8 — абсцисса и ордината точек 7 и 8.

Номер точки	α_n	$\sin\alpha_n$	$\cos\alpha_n$	$\left(R + \frac{\delta}{2}\right) \times \cos\alpha_n$	$\left(R + \frac{\delta}{2}\right) \times \sin\alpha_n$	K_5	K_6	C_l
0								
1								
...								
n								

Расчетные формулы:

$$c = \frac{R_в - r_н}{\operatorname{tg}\alpha}; \qquad \text{(IV.129)}$$

$$d = \frac{\delta}{\sin\alpha}; \qquad \text{(IV.130)}$$

$$r_р = \frac{r_н}{\sin\alpha} - \frac{\delta}{2\operatorname{tg}\alpha}; \qquad \text{(IV.131)}$$

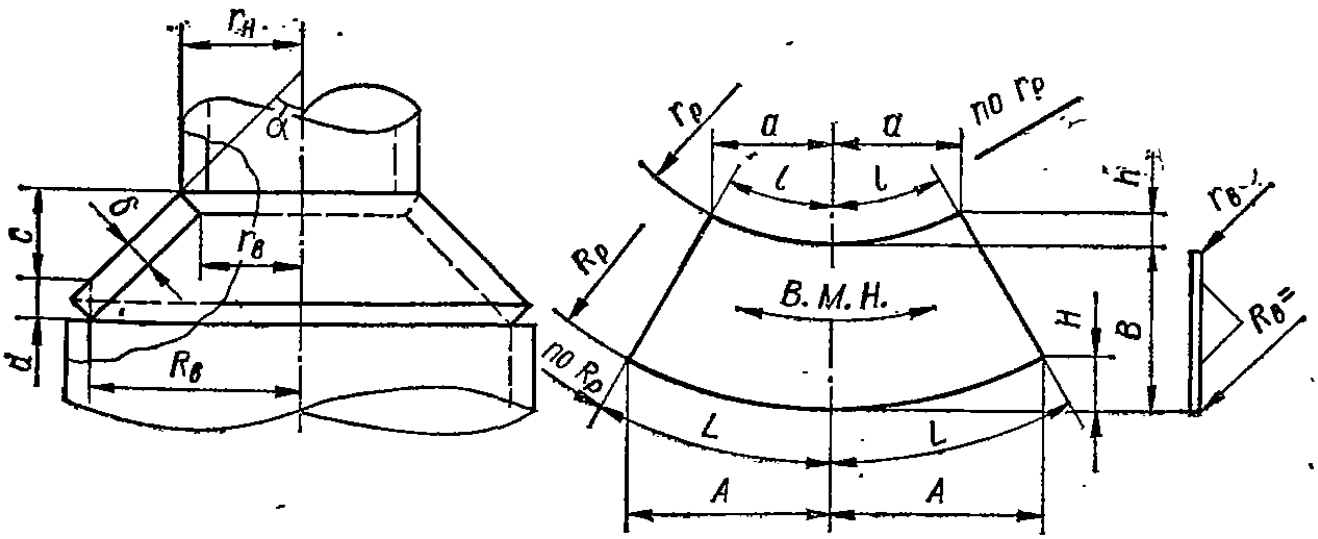


Рис. IV.33. Нормальный конический переход с учетом толщин листов.

$$r_в = \left(r_р - \frac{\delta}{\operatorname{tg}\alpha}\right)\sin\alpha; \qquad \text{(IV.132)}$$

$$R_р = \frac{R_в}{\sin\alpha} + \frac{\delta}{2\operatorname{tg}\alpha}; \qquad \text{(IV.133)}$$

$$B = R_р - r_р; \qquad \text{(IV.134)}$$

$$\beta_р = \frac{360°}{2k}\sin\alpha; \qquad \text{(IV.135)}$$

$$a = r_р \sin\beta_р; \qquad \text{(IV.136)}$$

$$h = r_р(1 - \cos\beta_р); \qquad \text{(IV.137)}$$

$$A = R_р \sin\beta_р; \qquad \text{(IV.138)}$$

$$H = R_р(1 - \cos\beta_р); \qquad \text{(IV.139)}$$

$$L = \frac{\pi R_р \sin\alpha}{k}; \qquad \text{(IV.140)}$$

$$l = \frac{\pi r_р \sin\alpha}{k}, \qquad \text{(IV.141)}$$

где k — число листов в коническом поясе.

Параметры развертки прямого конического штуцера на цилиндрической поверхности (рис. IV.34):

$R_ц$; $r_н$; D; δ; α — указывают в чертежах КМ;

$$B = D\sec\alpha - \delta\operatorname{tg}\alpha; \qquad \text{(IV.142)}$$

$$r = r_н - \delta\cos\alpha; \qquad \text{(IV.143)}$$

$$R = r + B\sin\alpha; \qquad \text{(IV.144)}$$

$$r_р = \frac{r_н}{\sin\alpha} - \frac{\delta}{2\operatorname{tg}\alpha}; \qquad \text{(IV.145)}$$

$$R_р = \frac{R}{\sin\alpha} + \frac{\delta}{2\operatorname{tg}\alpha}; \qquad \text{(IV.146)}$$

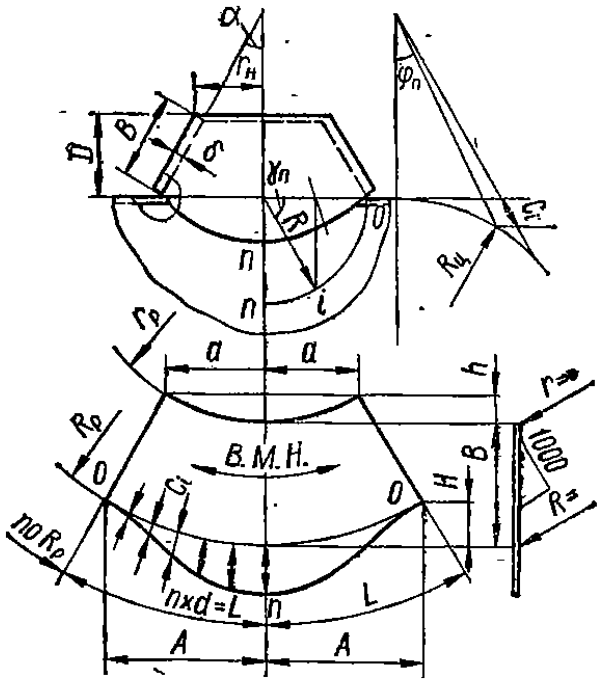


Рис. IV.34. Нормальный конический штуцер на цилиндрической поверхности.

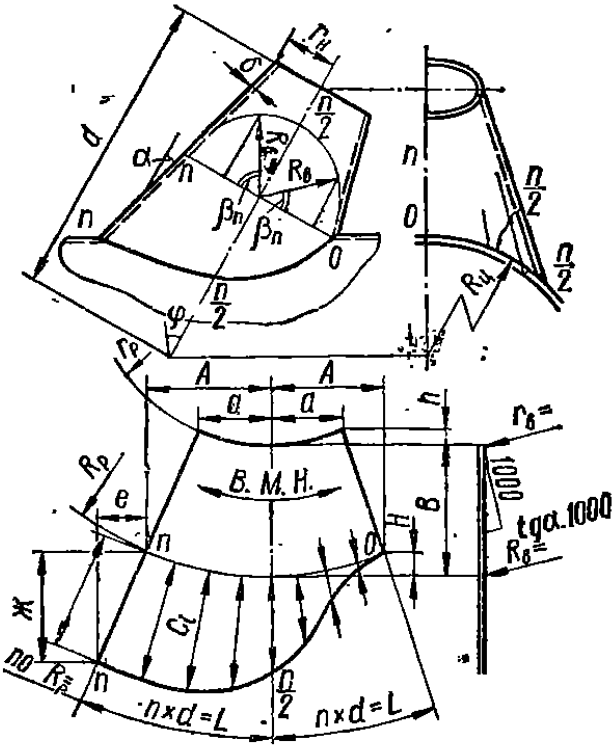


Рис. IV.35. Наклонный конический штуцер на цилиндрической поверхности.

$$\beta_р = 90° \sin\alpha; \quad (IV.147)$$

$$a = r_р \sin\beta_р; \quad (IV.148)$$

$$A = R_р \sin\beta_р; \quad (IV.149)$$

$$h = r_р (1 - \cos\beta_р); \quad (IV.150)$$

$$H = R_р (1 - \cos\beta_р); \quad (IV.151)$$

$$L = \frac{\pi R_р \sin\alpha}{2} = R_р\beta_р; \quad (IV.152)$$

$$n \geqslant 6; \quad 100 \leqslant \frac{L}{n} \leqslant 150; \quad (IV.153)$$

$$C_i = \left[\sqrt{R^2 \sin^2\gamma_n + R_ц^2 - (R_ц \sin\varphi_n + R \sin\gamma_n \cos\varphi_n)^2} - \right.$$

$$\left. - \sqrt{R_ц^2 - (R_ц \sin\varphi_n + R \sin\gamma_n \cos\varphi_n)^2}\right] \cos\varphi_n \sec\alpha, \quad (IV.154)$$

где $\gamma_n = 0^0; \quad \frac{1 \cdot 90°}{n}; \quad \frac{2 \cdot 90°}{n}; \ldots \frac{n \cdot 90°}{n};$

$$\operatorname{tg}\varphi_n = \operatorname{tg}\alpha \sin\gamma_n. \quad (IV.155)$$

Подсчет величин C_i сводят в табл. IV.19.

Параметры развертки наклонного конического штуцера на цилиндрической поверхности (рис. IV.35):

$R_ц$; r_n; d; δ; α; φ — указывают в чертежах КМ;

$$r_в = r_н - \delta \cos\alpha; \quad (IV.156)$$

$$B = \frac{d - \delta \sin\alpha - r_в \operatorname{tg}\varphi - R_ц \sec\varphi}{\cos\alpha + \sin\alpha \operatorname{tg}\varphi}; \quad (IV.157)$$

$$R_в = r_в + B \sin\alpha; \quad (IV.158)$$

Таблица IV.19. **Подсчет ординат развертки прямого коинческого штуцера на цилиндрической поверхности по рис. IV.34**

$n =$	$\alpha =$	$\operatorname{tg}\varphi_n = \operatorname{tg}\alpha \cdot \sin\gamma_n$	$K_6 = \sqrt{K_1 + K_2 - K_5}$
		$K_1 = R^2 \cdot \sin^2\gamma_n$	$K_7 = \sqrt{K_2 - K_5}$
$R_ц =$	$\sec\alpha =$	$K_2 = R_ц^2 =$	
$R =$	$\operatorname{tg}\alpha =$	$K_3 = R_ц \cdot \sin\varphi_n \cdot$	$K_8 = K_6 - K_7$
		$K_4 = R \cdot \sin\gamma_n \cdot \cos\varphi_n$	$C_i = K_8 \cos\varphi_n \sec\alpha$
		$K_5 = (K_3 + K_4)^2$	

Номер точки	γ_n	$\sin\varphi_n$	$\operatorname{tg}\varphi_n$	φ_n	$\sin\varphi_n$	$\cos\varphi_n$	K_1	K_2	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8		C_i
0	0°	0	0	0	0	1	0	0	0	0					
1	...	...													
...	...	...													
n	90°	1													

Таблица IV.20. **Подсчет ординат развертки наклонного конического штуцера на цилиндрической поверхности по рис. IV.35**

$n =$

$R_в =$

$R_ц =$

$\alpha =$

$\operatorname{tg}\alpha =$

$\varphi =$

$\sin\varphi =$

$\cos\varphi =$

$h'_n = R_в\,(1 - \cos\beta_n)\sin\varphi$

$K_1 = \cos\beta_n \cdot \sin\varphi$

$h''_n = R_в\,(1 + K_1)$

$C_n = R_в \sin\beta_n$

$\operatorname{tg}\alpha_n = \operatorname{tg}\alpha \cdot \cos\beta_n$

$K_2 = C_n \cdot \operatorname{tg}\gamma_n$

$\operatorname{tg}\gamma_n = \dfrac{\operatorname{tg}\alpha \cdot \sin\beta_n}{\cos\varphi}$

$K_3 = K_2 - R_ц + h'^{(\prime\prime)}_n$

$K_4 = -K_3\cos\gamma_n$

$K_5 = 2R_ц + h'^{(\prime\prime)}_n$

$K_6 = K_5 \cdot h'^{(\prime\prime)}_n$

$K_7 = \sqrt{K_4^2 - K_6 - C_n^2}$

$x_n = -K_4 \pm K_7$

$C_i = x_n \cdot \cos\gamma_n \sec(\varphi \mp \alpha_n)$

Номер точек	β_n	$\cos\beta_n$	$\sin\beta_n$	$1-\cos\beta_n$	h'_n	K_1	h''_n	C_n	$\operatorname{tg}\alpha_n$	α_n	$\operatorname{tg}\gamma_n$	γ_n
0	0°	1	0	0			—					
1	...	...	...	...			—					
...	...	...	...	...			—					
$\frac{1}{2}n$	90°	0	1	1			—					
...	...	...	...	—	—							
n	0°	1	0	0	—							

Номер точки	$\cos\gamma_n$	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	x_n	$\varphi \mp \alpha_n$	$\sec(\varphi \mp \alpha_n)$		C_i
0												
1												
...												
$\frac{1}{2}n$												
...												
n												

$$r_p = \frac{r_н}{\sin\alpha} - \frac{\delta}{2\,\mathrm{tg}\,\alpha}; \qquad \text{(IV.159)}$$

$$R_p = \frac{R_в}{\sin\alpha} + \frac{\delta}{2\,\mathrm{tg}\,\alpha}; \qquad \text{(IV.160)}$$

$$\beta_p = 90^\circ \sin\alpha; \qquad \text{(IV.161)}$$

$$a = r_p \sin\beta_p; \qquad \text{(IV.162)}$$

$$A = R_p \sin\beta_p; \qquad \text{(IV.163)}$$

$$h = r_p (1 - \cos\beta_p); \qquad \text{(IV.164)}$$

$$H = R_p (1 - \cos\beta_p); \qquad \text{(IV.165)}$$

$$L = \frac{\pi R_p \sin\alpha}{2}; \qquad \text{(IV.166)}$$

$$n \geqslant 6; \quad 100 \leqslant \frac{L}{n} \leqslant 150; \quad \beta_n = 0^0; \quad \frac{90^\circ \cdot 1}{n}; \quad \frac{90^\circ \cdot 2}{n}; \quad \frac{90^\circ \cdot n}{n};$$

$$h_n = R_в (1 - \cos\beta_n) \sin\varphi; \quad \text{для точек } 0 \div \frac{n}{2}; \qquad \text{(IV.167)}$$

$$h_n = (R_в + R_в \cos\beta_n) \sin\varphi; \quad \text{для точек } \frac{n}{2} \div n; \qquad \text{(IV.168)}$$

$$C_n = R_в \sin\beta_n; \qquad \text{(IV.169)}$$

$$\mathrm{tg}\,\alpha_n = \mathrm{tg}\,\alpha \cos\beta_n; \qquad \text{(IV.170)}$$

$$\mathrm{tg}\,\gamma_n = \frac{\mathrm{tg}\,\alpha \sin\beta_n}{\cos\varphi}; \qquad \text{(IV.171)}$$

$$x_n = -\cos\gamma_n (C_n \,\mathrm{tg}\,\gamma_n - R_ц + h_n) \pm$$

$$\pm \sqrt{\cos^2\gamma_n (C_n \,\mathrm{tg}\,\gamma_n - R_ц + h_n)^2 - h_n (2R_ц + h_n) - C_n^2}; \qquad \text{(IV.172)}$$

(значение x принимают минимальное).

$$C_i = x_n \cos\gamma_n \sec(\varphi \mp \alpha_n), \qquad \text{(IV.173)}$$

где : знак минус (—) — для точек $0 \div \frac{n}{2}$; знак плюс (+) — для точек $\frac{n}{2} \div n$;

$$e = C_n \sin\beta_p; \qquad \text{(IV.174)}$$

$$ж = C_n \cos\beta_p. \qquad \text{(IV.175)}$$

Подсчет величин C_i сводят в табл. IV.20.

6. СФЕРИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ

Сферические поверхности неразворачиваемые. Существует несколько способов приближенного определения разверток сферических элементов, учитывающих производственные возможности изготовления, параметры сферических элементов, требования к обеспечению геометрических размеров и т. п. В практике металлостроительства получил распространение меридиональный раскрой сферических элементов (рис. IV.36). Используя метод нормальных сечений, автор получил следующие формулы для определения параметров развертки сферического элемента:

$$y_n = R\beta_n; \qquad \text{(IV.176)}$$

$$C_n = R \cdot x_n; \qquad \text{(IV.177)}$$

$$R_p = R \,\mathrm{tg}\,\gamma; \qquad \text{(IV.178)}$$

$$A = R \operatorname{tg} \gamma \sin \varphi_p; \qquad \text{(IV.179)}$$

$$H = R \operatorname{tg} \gamma (1 - \cos \varphi_p), \qquad \text{(IV.180)}$$

где R — радиус сферической поверхности; β_n — угол положения секущих плоскостей, принимаемый из условий:

$$0^\circ \leqslant \beta_n \leqslant 90^\circ - \gamma; \quad 150 \leqslant R(\beta_{n+1} - \beta_n) \leqslant 200;$$

$$\operatorname{tg} x_n = \operatorname{tg} \alpha \cos \beta_n; \qquad \text{(IV.181)}$$

$$\varphi_p = \alpha \sin (90^\circ - \gamma); \qquad \text{(IV.182)}$$

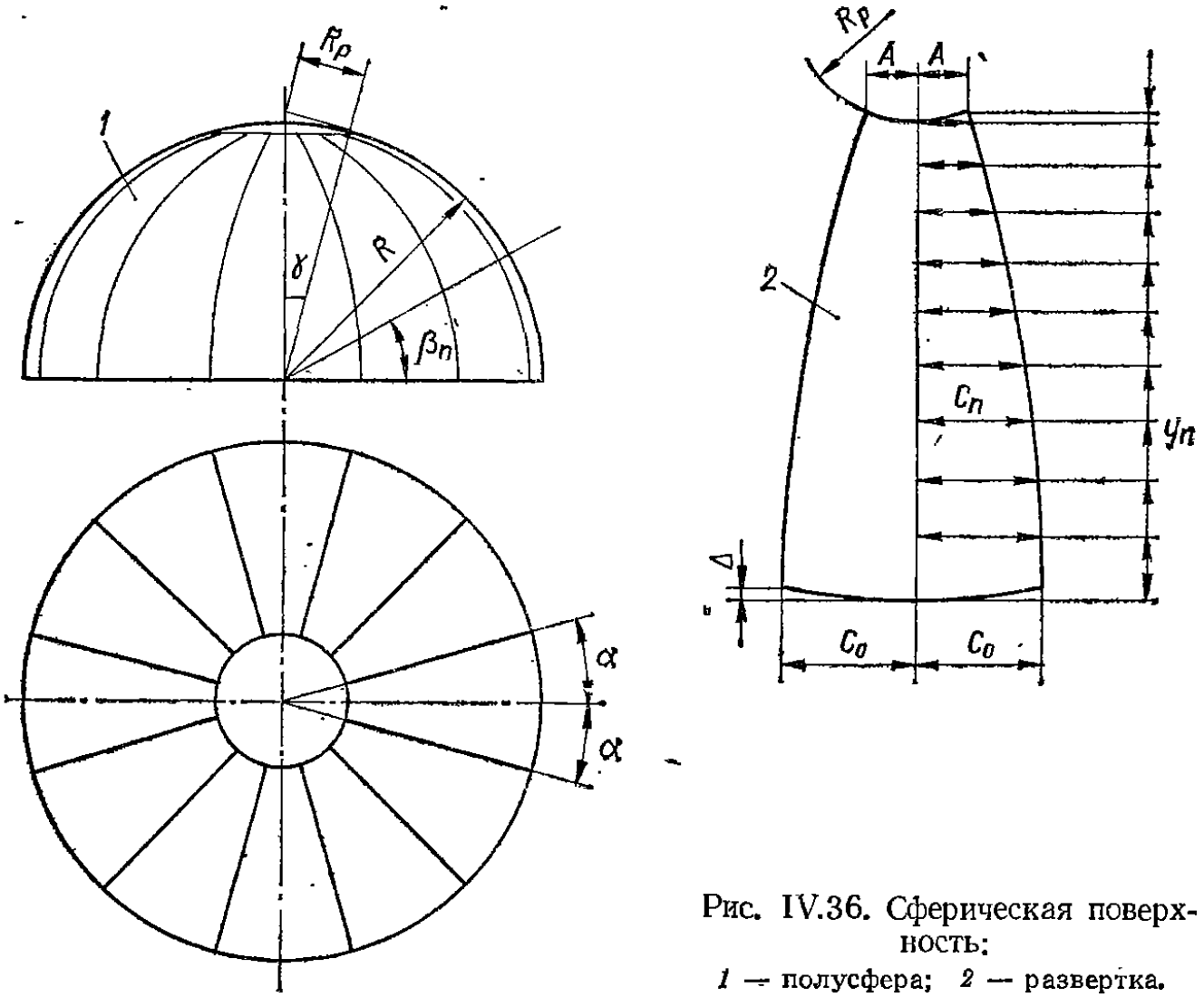


Рис. IV.36. Сферическая поверхность:
1 — полусфера; *2* — развертка.

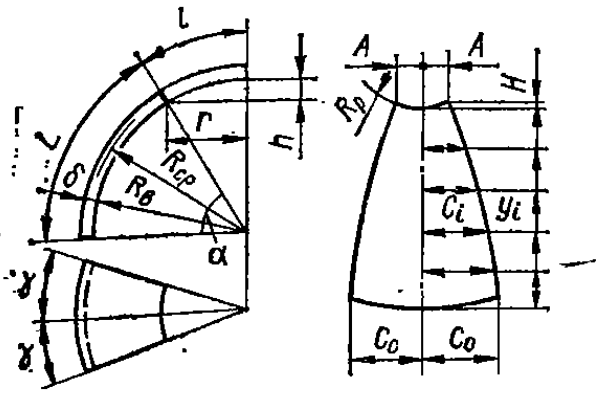
Обозначения величин и углов см. рис. IV.36.

Для учета вытяжки материала при холодной вальцовке заготовок сферических элементов кривизна нижней и верхней кромок заготовки должна быть изменена внутрь заготовки на величину Δ, устанавливаемую эмпирически с учетом размеров заготовки, толщины и марки стали. При ширине заготовки до 1500 мм, толщине 10—25 мм, относительном удлинении стали 21—23% величина Δ принимается приблизительно 6 мм.

В табл. IV.21, IV.22 приведены коэффициенты для определения параметров сферических элементов и разверток заготовок при меридиональном раскрое по нормальным сечениям при значениях радиуса сферической поверхности до 8000 мм. Максимальная ширина заготовки в рекомендуемых таблицей интервалах радиусов сферической поверхности не превышает 1400 мм.

Подсчитанные по формулам (IV.176—IV.182) координаты разверток сводят в таблицу (табл. IV.23).

Таблица IV.21. Значения коэффициентов для определения параметров разверток элементов сферических поверхностей при среднем радиусе сферы $R_{ср}$ от 1325 до 4900 мм



$$C_l = R_{ср} \cdot K_x; \quad y_i = R_{ср} \cdot K_y;$$

n — количество элементов полусферы

Величины	$R_{ср} \leqslant 1325$	$1325 < R_{ср} \leqslant 1750$	$1750 < R_{ср} \leqslant 2250$
n	8	9	10
α	60°	67°30	54°
γ	22°30	20°	18°
A	0,192586 · $R_{ср}$	0,131278 · $R_{ср}$	0,182675 · $R_{ср}$
H	0,033068 · $R_{ср}$	0,021353 · $R_{ср}$	0,023340 · $R_{ср}$
R_p	0,577350 · $R_{ср}$	0,414214 · $R_{ср}$	0,726543 · $R_{ср}$
L	1,047198 · $R_{ср}$	1,178098 · $R_{ср}$	0,942478 · $R_{ср}$
l	0,523599 · $R_{ср}$	0,392699 · $R_{ср}$	0,628318 · $R_{ср}$
r	0,500000 · $R_в$	0,382683 · $R_в$	0,587785 · $R_в$
h	0,133975 · $R_в$	0,076120 · $R_в$	0,190983 · $R_в$

Номер точки	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
0	0,392699	0,000000	0,349066	0,000000	0,314159	0,000000
1	0,390760	0,104720	0,347519	0,098175	0,313253	0,078540
2	0,384947	0,209440	0,342875	0,196350	0,310538	0,157080
3	0,375275	0,314159	0,335157	0,294524	0,306019	0,235619
4	0,361749	0,418879	0,324389	0,392699	0,299998	0,314159
5	0,344421	0,523599	0,310606	0,490874	0,291630	0,392699
6	0,323346	0,628319	0,293870	0,589049	0,281803	0,471239
7	0,298616	0,733039	0,274264	0,687223	0,270264	0,549779
8	0,270386	0,837758	0,251900	0,785398	0,257053	0,628318
9	0,238824	0,942478	0,226922	0,883573	0,242223	0,706858
10	0,204218	1,047198	0,199520	0,981748	0,225836	0,785398
11			0,169918	1,079922	0,207971	0,863938
12			0,138395	1,178098	0,188709	0,942478

Величины	$2250 < R_{ср} \leqslant 2675$	$2675 < R_{ср} \leqslant 3350$	$3350 < R_{ср} \leqslant 3550$
n	12	15	16
α	60°	66°	68°
γ	15°	12°	11°15′
A	0,129780 · $R_{ср}$	0,084668 · $R_{ср}$	0,039237 · $R_{ср}$
H	0,014775 · $R_{ср}$	0,008125 · $R_{ср}$	0,002697 · $R_{ср}$
R_p	0,577350 · $R_{ср}$	0,445229 · $R_{ср}$	0,404026 · $R_{ср}$

Продолжение табл. IV.21

Величины	$2250 < R_{ср} \leqslant 2675$	$2675 < R_{ср} \leqslant 3350$	$3350 < R_{ср} \leqslant 3550$
L	$1{,}047197 \cdot R_{ср}$	$1{,}151917 \cdot R_{ср}$	$1{,}186824 \cdot R_{ср}$
l	$0{,}523599 \cdot R_{ср}$	$0{,}418879 \cdot R_{ср}$	$0{,}383972 \cdot R_{ср}$
r	$0{,}500000 \cdot R_{в}$	$0{,}406737 \cdot R_{в}$	$0{,}374607 \cdot R_{в}$
h	$0{,}133975 \cdot R_{в}$	$0{,}086455 \cdot R_{в}$	$0{,}072816 \cdot R_{в}$

Номер точки	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
0	0,261799	0,000000	0,209440	0,000000	0,196349	0,000000
1	0,261271	0,065450	0,209163	0,052360	0,196116	0,049451
2	0,259661	0,130900	0,208324	0,104720	0,195414	0,098902
3	0,256990	0,196349	0,206933	0,157080	0,194245	0,148353
4	0,253262	0,261799	0,204994	0,209440	0,192907	0,197804
5	0,248486	0,327249	0,202502	0,261799	0,190522	0,247255
6	0,242674	0,392699	0,199467	0,314159	0,187976	0,296706
7	0,235842	0,458149	0,195894	0,366519	0,184976	0,346157
8	0,228018	0,523598	0,191792	0,418879	0,181529	0,395608
9	0,219213	0,589048	0,187172	0,471239	0,177641	0,445059
10	0,209459	0,654498	0,182043	0,523599	0,173326	0,494510
11	0,198793	0,719948	0,176414	0,575959	0,168585	0,543961
12	0,187250	0,785398	0,170296	0,628318	0,163436	0,593412
13	0,174867	0,850847	0,163712	0,680678	0,157880	0,642863
14	0,161593	0,916297	0,156668	0,733038	0,151935	0,692314
15	0,147781	0,981747	0,149182	0,785398	0,145614	0,741765
16	0,133183	1,047197	0,141280	0,837758	0,138919	0,791216
17			0,132975	0,890118	0,131898	0,840667
18			0,124297	0,942478	0,124820	0,890118
19			0,115255	0,994838	0,116646	0,939568
20			0,105883	1,047197	0,108870	0,989020
21			0,096202	1,099557	0,100613	1,038471
22			0,086244	1,151917	0,092100	1,087922
23					0,083343	1,137373
24					0,074375	1,186824

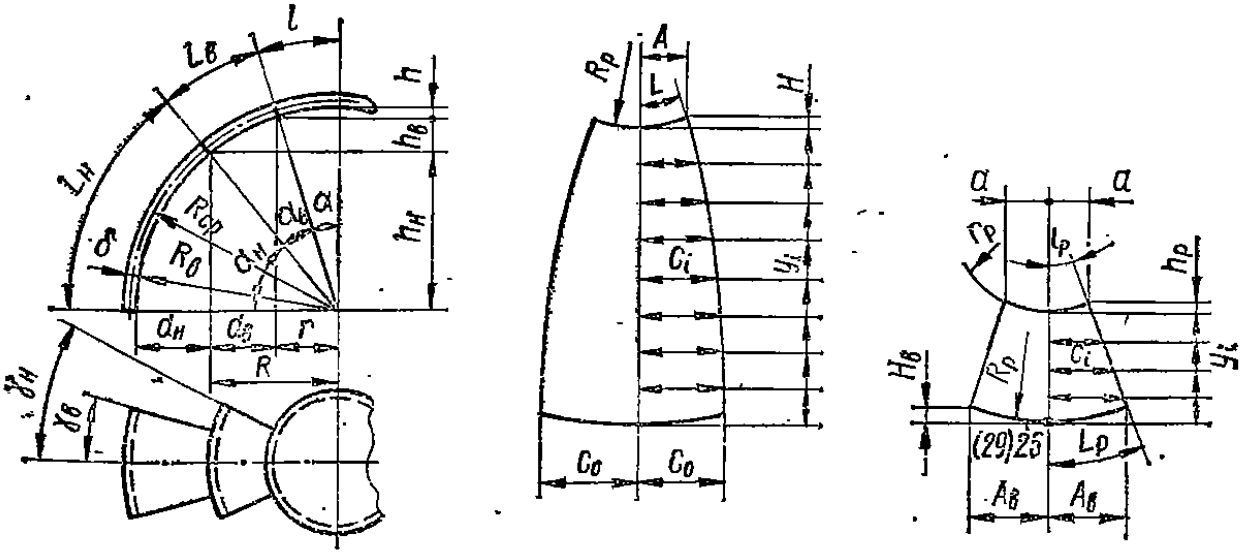
Величины	$3550 < R_{ср} \leqslant 4000$	$40\,000 < R_{ср} \leqslant 4450$	$4450 < R_{ср} \leqslant 4900$
h	18	20	22
α	72°	72°	74°
γ	10°	9°	8°10′54,54″
A	$0{,}053686 \cdot R_{ср}$	$0{,}048359 \cdot R_{ср}$	$0{,}039237 \cdot R_{ср}$
H	$0{,}004466 \cdot R_{ср}$	$0{,}003619 \cdot R_{ср}$	$0{,}002697 \cdot R_{ср}$
R_p	$0{,}324920 \cdot R_{ср}$	$0{,}324920 \cdot R_{ср}$	$0{,}286745 \cdot R_{ср}$
L	$1{,}256637 \cdot R_{ср}$	$1{,}256637 \cdot R_{ср}$	$1{,}291544 \cdot R_{ср}$
l	$0{,}314159 \cdot R_{ср}$	$0{,}314159 \cdot R_{ср}$	$0{,}279253 \cdot R_{ср}$
r	$0{,}309017 \cdot R_{в}$	$0{,}309017 \cdot R_{в}$	$0{,}275637 \cdot R_{в}$
h	$0{,}048943 \cdot R_{в}$	$0{,}048943 \cdot R_{в}$	$0{,}038738 \cdot R_{в}$

Номер точки	$3550 < R_{ср} \leqslant 4000$		$4000 < R_{ср} \leqslant 4450$		$4450 < R_{ср} \leqslant 4900$	
	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
0	0,174533	0,000000	0,157080	0,000000	0,142799	0,000000
1	0,174300	0,052360	0,156866	0,052360	0,142598	0,053813
2	0,173597	0,104720	0,156231	0,104720	0,141987	0,107629
3	0,172429	0,157080	0,155174	0,157080	0,140969	0,161443
4	0,170795	0,209440	0,153700	0,209440	0,139548	0,215258
5	0,168701	0,261799	0,151810	0,261799	0,137730	0,269071
6	0,166150	0,314159	0,149507	0,314159	0,135515	0,322886
7	0,163150	0,366519	0,146802	0,366519	0,132912	0,376700
8	0,159712	0,418879	0,143694	0,418879	0,129925	0,430515
9	0,155834	0,471239	0,140194	0,471239	0,126565	0,484329
10	0,151533	0,523599	0,136315	0,523599	0,122837	0,538143
11	0,146816	0,575959	0,132058	0,575959	0,118683	0,591958
12	0,141696	0,628318	0,127438	0,628318	0,114329	0,645772
13	0,136184	0,680678	0,122512	0,680678	0,109568	0,699586
14	0,130294	0,733038	0,117160	0,733038	0,104486	0,753401
15	0,124040	0,785398	0,111531	0,785398	0,099101	0,807214
16	0,117441	0,837758	0,105582	0,837758	0,093424	0,861029
17	0,110513	0,890118	0,099348	0,890118	0,087470	0,914843
18	0,103275	0,942478	0,092827	0,942478	0,081260	0,968698
19	0,095741	0,994838	0,086050	0,994838	0,074807	1,022472
20	0,087936	1,047198	0,079025	1,047198	0,068130	1,076287
21	0,079883	1,099557	0,071782	1,099557	0,061256	1,130100
22	0,071597	1,151917	0,064330	1,151917	0,054196	1,183915
23	0,063108	1,204277	0,056699	1,204277	0,046983	1,237730
24	0,054435	1,256637	0,048903	1,256637	0,039610	1,291544

Таблица IV.22. Значения коэффициентов для определения параметров разверток элементов сферических поверхностей при среднем радиусе сферы $R_{ср}$ от 4900 до 8000 мм

$C_i = R_{ср} K_x$; $y_i = R_{ср} K_y$;

n — количество элементов полусферы



Величины	$4900 < R_{ср} \leqslant 5350$	$5350 < R_{ср} \leqslant 6700$	$6700 < R_{ср} \leqslant 8000$
$n_н$	24	30	36
$\alpha_н$	62° 30′	50°	49°
$\gamma_н$	7° 30′	6°	5°

Продолжение табл. IV.22

Величины	$4900 < R_{ср} \leqslant 5350$	$5350 < R_{ср} \leqslant 6700$	$6700 < R_{ср} \leqslant 8000$
$L_и$	$1{,}090830 \cdot R_{ср}$	$0{,}872665 \cdot R_{ср}$	$0{,}855211 \cdot R_{ср}$
$d_и$	$0{,}538251 \cdot R_в$	$0{,}357212 \cdot R_в$	$0{,}343941 \cdot R_в$
$h_н$	$0{,}887011 \cdot R_в$	$0{,}766044 \cdot R_в$	$0{,}754710 \cdot R_в$
R	$0{,}461749 \cdot R_в$	$0{,}642788 \cdot R_в$	$0{,}656059 \cdot R_в$
$R_р$	$0{,}520567 \cdot R_{ср}$	$0{,}839100 \cdot R_{ср}$	$0{,}869287 \cdot R_{ср}$
A	$0{,}060306 \cdot R_{ср}$	$0{,}067242 \cdot R_{ср}$	$0{,}057212 \cdot R_{ср}$
H	$0{,}003505 \cdot R_{ср}$	$0{,}002699 \cdot R_{ср}$	$0{,}001885 \cdot R_{ср}$
L	$0{,}060443 \cdot R_{ср}$	$0{,}067314 \cdot R_{ср}$	$0{,}057252 \cdot R_{ср}$
$n_в$	12	20	24
$\alpha_в$	12° 30′	28°	31° 30′
$\gamma_в$	15°	9°	7° 30′
$L_в$	$0{,}218166 \cdot R_{ср}$	$0{,}488692 \cdot R_{ср}$	$0{,}549779 \cdot R_{ср}$
$d_в$	$0{,}202930 \cdot R_в$	$0{,}434876 \cdot R_в$	$0{,}491011 \cdot R_в$
$h_в$	$0{,}078915 \cdot R_в$	$0{,}212104 \cdot R_в$	$0{,}231576 \cdot R_в$
r	$0{,}258819 \cdot R_в$	$0{,}207912 \cdot R_в$	$0{,}165048 \cdot R_в$
$R_р$	$0{,}520567 \cdot R_{ср}$	$0{,}839100 \cdot R_{ср}$	$0{,}869287 \cdot R_{ср}$
$A_в$	$0{,}119803 \cdot R_{ср}$	$0{,}100726 \cdot R_{ср}$	$0{,}085738 \cdot R_{ср}$
$H_в$	$0{,}013973 \cdot R_{ср}$	$0{,}006068 \cdot R_{ср}$	$0{,}004238 \cdot R_{ср}$
$L_р$	$0{,}120886 \cdot R_{ср}$	$0{,}100970 \cdot R_{ср}$	$0{,}085877 \cdot R_{ср}$
$r_р$	$0{,}267949 \cdot R_{ср}$	$0{,}212557 \cdot R_{ср}$	$0{,}167343 \cdot R_{ср}$
a	$0{,}067039 \cdot R_{ср}$	$0{,}032531 \cdot R_{ср}$	$0{,}021250 \cdot R_{ср}$
$h_р$	$0{,}008522 \cdot R_{ср}$	$0{,}002504 \cdot R_{ср}$	$0{,}001374 \cdot R_{ср}$
$l_р$	$0{,}067759 \cdot R_{ср}$	$0{,}032659 \cdot R_{ср}$	$0{,}021605 \cdot R_{ср}$
l	$0{,}261799 \cdot R_в$	$0{,}209440 \cdot R_в$	$0{,}165807 \cdot R_в$
h	$0{,}034074 \cdot R_в$	$0{,}021852 \cdot R_в$	$0{,}013714 \cdot R_в$

Номер точки	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
0	0,130900	0,000000	0,104720	0,000000	0,087266	0,000000
1	0,130774	0,043633	0,104662	0,034907	0,087227	0,030543
2	0,130405	0,087266	0,104468	0,069813	0,087106	0,061086
3	0,129794	0,130900	0,104148	0,104720	0,086903	0,091629
4	0,128931	0,174533	0,103707	0,139626	0,086617	0,122173
5	0,127831	0,218166	0,103139	0,174533	0,086258	0,152716
6	0,126488	0,261799	0,102446	0,209439	0,085812	0,183259
7	0,124907	0,305432	0,101632	0,244346	0,085288	0,213802
8	0,123084	0,349066	0,100691	0,279253	0,084687	0,244346
9	0,121039	0,392699	0,099629	0,314159	0,084009	0,274889
10	0,118755	0,436332	0,098446	0,349066	0,083246	0,305432
11	0,116249	0,479965	0,097142	0,383972	0,082408	0,335975
12	0,113524	0,523598	0,095722	0,418879	0,081498	0,366519
13	0,110581	0,567232	0,094185	0,453786	0,080508	0,397062
14	0,107425	0,610865	0,092536	0,488692	0,079446	0,427605
15	0,104070	0,654498	0,090772	0,523599	0,078307	0,458148
16	0,100512	0,698131	0,088895	0,558505	0,077095	0,488692
17	0,096759	0,741764	0,086913	0,593412	0,075811	0,519235
18	0,092822	0,785398	0,084828	0,628318	0,074457	0,549778
19	0,088706	0,829031	0,082632	0,663225	0,073037	0,580321
20	0,084426	0,872664	0,080339	0,698132	0,071543	0,610865
21	0,079975	0,916297	0,077949	0,733038	0,069988	0,641408

Продолжение табл. IV.22

Номер точки	K_x	K_y	K_x	K_y	K_x	K_y
22	0,075369	0,959930	0,075461	0,767945	0,068363	0,671951
23	0,070618	1,003563	0,072882	0,802851	0,066676	0,702494
24	0,065731	1,047197	0,070211	0,837758	0,064925	0,733038
25	0,060713	1,090830	0,067457	0,872665	0,063112	0,763581
26	0,123099	0,000000	0,101457	0,000000	0,061246	0,794124
27	0,112758	0,043633	0,097205	0,034907	0,059306	0,824667
28	0,102180	0,087266	0,092827	0,069813	0,057333	0,855211
29	0,091387	0,130900	0,088338	0,104720	0,086156	0,000000
30	0,080401	0,174533	0,083737	0,139626	0,083107	0,030543
31	0,069241	0,218166	0,079025	0,174533	0,079975	0,061086
32			0,074220	0,209439	0,076765	0,091629
33			0,069319	0,244346	0,073488	0,122173
34			0,064330	0,279253	0,070033	0,152716
35			0,059259	0,314159	0,066720	0,183259
36			0,054115	0,349066	0,063237	0,213802
37			0,048903	0,383972	0,059699	0,244346
38			0,043628	0,418879	0,056097	0,274889
39			0,038300	0,453786	0,052446	0,305432
40			0,032919	0,488692	0,048749	0,335975
41					0,044996	0,366519
42					0,041205	0,397062
43					0,037374	0,427605
44					0,033505	0,458148
45					0,029607	0,488692
46					0,025680	0,519235
47					0,021724	0,549779

Таблица IV.23. **Подсчет параметров развертки сферических элементов**

$n =$

$R =$

$\gamma =$
$\operatorname{tg}\gamma =$

$\alpha =$
$\operatorname{tg}\alpha =$

$$\operatorname{tg} x_n = \operatorname{tg}\alpha \cdot \cos\beta_n$$

$$y_n = R \cdot \beta_n$$

$$C_n = R \cdot x_n$$

$$\varphi_p = \alpha \cdot (\sin 90^\circ - \gamma)$$

$$R_p = R \cdot \operatorname{tg}\gamma$$

$$A = R_p \cdot \sin\varphi_p$$

$$H = R_p \cdot (1 - \cos\varphi_p)$$

Номер точки	β_n		$\cos\beta_n$	$\operatorname{tg} x_n$	x_n		y_n	C_n	φ_p		$\sin\varphi_p$	$\cos\varphi_p$
	°	рад			°	рад			°	′ ″		
0	0	0	1									
1	...	...	...									

Продолжение табл. IV.23

Номер точки	β_n		$\cos\beta_n$	$\operatorname{tg} x_n$	x_n		y_n	Θ_n	φ_p		$\sin\varphi_p$	$\cos\varphi_p$
	°	рад			°	рад			° ′	° ′ ″		
...	...	...	...									
n	...	...	...									

$1-\cos\varphi_p$	R_p	A	H

7. ТОРОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Торовые поверхности неразворачиваемые. Параметры и развертки перехода с применением торовых поверхностей (рис. IV.37) приближенно могут быть определены при заданных величинах r, R, δ, α по следующим формулам:

$\gamma = \dfrac{360^\circ}{2n}$ (n — количество элементов в поясе);

$$R_p = \frac{4\left[\left(R+\frac{\delta}{2}\right)-\left(r+\frac{\delta}{2}\right)\left(1-\cos\frac{\alpha}{4}\right)\right]+\left(r+\frac{\delta}{2}\right)\alpha\sin\frac{\alpha}{2}}{4\sin\frac{\alpha}{2}}; \quad \text{(IV.183)}$$

$$B = \left(r+\frac{\delta}{2}\right)\alpha; \quad \text{(IV.184)}$$

$$A = R_p \sin\gamma_p; \quad \text{(IV.185)}$$

$$\gamma_p = \gamma\sin\frac{\alpha}{2}; \quad \text{(IV.186)}$$

$$H = R_p(1-\cos\gamma_p); \quad \text{(IV.187)}$$

$$L = 2\left(R + \frac{\delta}{2}\right)\gamma = 2R_p\gamma_p; \qquad \text{(IV.188)}$$

$$l = (R_p - B)\,\gamma_p; \qquad \text{(IV.189)}$$

$$a = (R_p - B)\sin\gamma_p; \qquad \text{(IV.190)}$$

$$h = (R_p - B)\,(1 - \cos\gamma_p); \qquad \text{(IV.191)}$$

$$C_1 = R_p\gamma_p - \left(R + \frac{\delta}{2}\right)\gamma = (r + \delta)\,\gamma\left(\frac{\cos\frac{\alpha}{4}}{\cos\frac{\alpha}{2}} - 1\right); \qquad \text{(IV.192)}$$

$$C_2 = \left[\left(R + \frac{\delta}{2}\right) - \left(r + \frac{\delta}{2}\right)\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)\right]\gamma - \left(R_p - \frac{B}{2}\right)\gamma_p =$$

$$= \left(r + \frac{\delta}{2}\right)\gamma\cos\frac{\alpha}{2}\left(1 - \cos\frac{\alpha}{4}\right); \qquad \text{(IV.193)}$$

$$C_3 = (R_p - B)\,\gamma_p - \left[\left(R + \frac{\delta}{2}\right) - \left(r + \frac{\delta}{2}\right)(1 - \cos\alpha)\right]\gamma =$$

$$= \left(r + \frac{\delta}{2}\right)\gamma\cos\alpha\left(\frac{\cos\frac{\alpha}{4}}{\cos\frac{\alpha}{2}} - 1\right); \qquad \text{(IV.194)}$$

$$C = r\,(1 - \cos\alpha); \qquad \text{(IV.195)}$$

$$d = r\sin\alpha; \qquad \text{(IV.196)}$$

$$r_в = R - c. \qquad \text{(IV.197)}$$

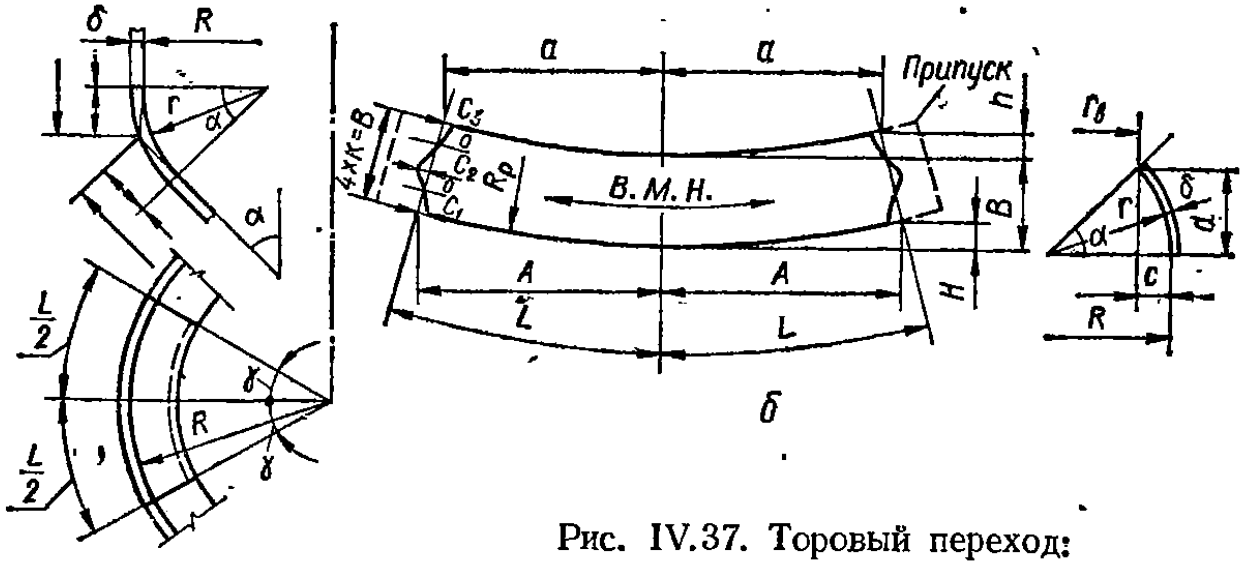


Рис. IV.37. Торовый переход:
а — параметры; *б* — развертка.

Величины r, α указывают в чертежах КМ и увязывают с параметрами имеющегося приспособления для изготовления элементов торовой поверхности.

Угол γ принимают в зависимости от имеющейся длины приспособления. Длина элемента должна быть короче длины приспособления на 600—1000 мм для обеспечения технологических припусков.

Величины C_1; C_2; C_3 определяют при изготовлении торовых элементов без припусков.

Результаты подсчета сводят в табл. IV.24.

Таблица IV.24. Подсчет параметров развертки торовой поверхности

$n =$	$R + \frac{\delta}{2} =$	$\alpha =$	$\frac{\alpha}{2} =$	$\frac{\alpha}{4} =$	$\gamma =$
$R =$		$\sin\alpha =$		$\sin\frac{\alpha}{4} =$	
$r =$		$\cos\alpha =$			
$\delta =$	$r + \frac{\delta}{2} =$	$1 - \cos\alpha =$	$\sin\frac{\alpha}{2}$	$\cos\frac{\alpha}{4} =$	$\gamma_{рад} =$
				$1 - \cos\frac{\alpha}{4} =$	

γ_p			$\sin\gamma_p$	$\cos\gamma_p$	$1 - \cos\gamma_p$	R_p	B	A	H	L	l^*	a	h	c	d	$r_в$
°	′ ″	рад														

8. ВИНТОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Параметры разверток винтовых поверхностей (рис. IV.38):
при нормальной образующей

$$R_p = \frac{b\sqrt{R^2\alpha^2 + d^2}}{\sqrt{(R+b)^2\alpha^2 + d^2} - \sqrt{R^2\alpha^2 + d^2}}; \qquad (IV.198)$$

при наклонной образующей

$$R_p = \frac{b\sqrt{R^2\alpha^2 + d^2}}{\sqrt{(R + b\sin\gamma)^2\alpha^2 + d^2} - \sqrt{R^2\alpha^2 + d^2}}; \qquad (IV.199)$$

при нормальной и наклонной образующей

$$\beta_p = \frac{\sqrt{R^2\alpha^2 + d^2}}{R_p}; \qquad (IV.200)$$

$$a = R_p \sin\beta_p; \qquad (IV.201)$$

Таблица IV.25. Подсчет параметров развертки винтовой поверхности при нормальной образующей

$R =$	$K_1 = R^2 \cdot \alpha^2 =$	$K_5 = (R + b) \cdot \alpha$	$\beta_p = \frac{K_3}{R_p}$
$b =$	$K_2 = d^2 =$	$K_6 = \sqrt{K_5^2 + K_2^2}$	
$d =$	$K_3 = \sqrt{K_1^2 + K_2^2}$	$R_p = \frac{K_4}{K_6 - K_3}$	
$\alpha =$	$K_4 = b \cdot K_3$		

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	R_p	β_p	$\sin\beta_p$	$\cos\beta_p$	$1 - \cos\beta_p$	a	h	A	H

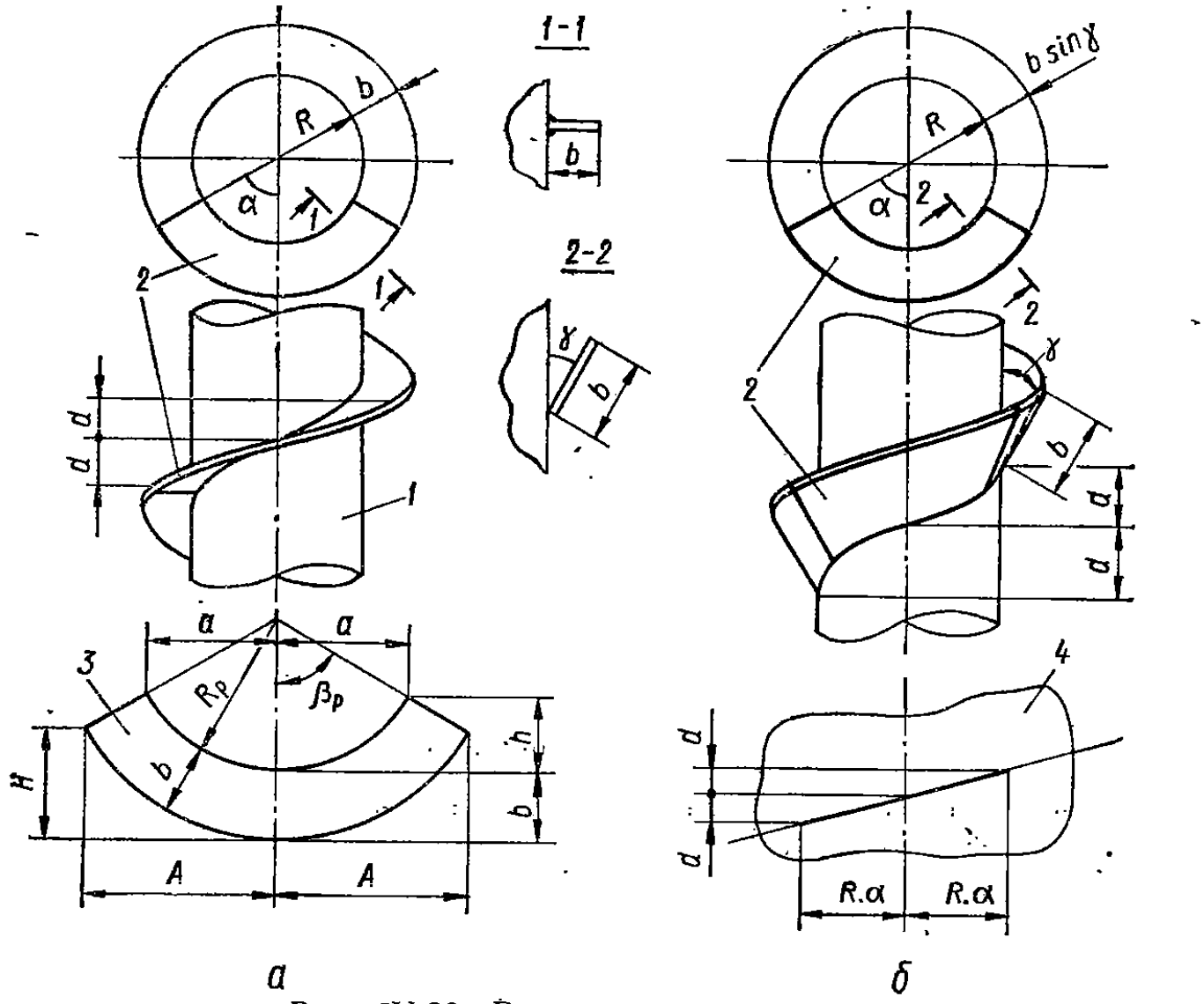


Рис. IV.38. Винтовые поверхности:

а — с нормальной образующей; *б* — с наклонной образующей; *1* — цилиндрическая поверхность; *2* — элемент винтовой поверхности; *3* — развертка элемента винтовой поверхности; *4* — развертка линии пересечения цилиндрической и винтовой поверхностей.

$$h = R_p (1 - \cos\beta_p); \qquad \text{(IV.202)}$$

$$A = (R_p + b) \sin\beta_p; \qquad \text{(IV.203)}$$

$$H = (R_p + b)(1 - \cos\beta_p). \qquad \text{(IV.204)}$$

Результаты подсчета сводят в табл. IV.25; IV.26.

Таблица IV.26. **Подсчет параметров развертки винтовой поверхности при наклонной образующей**

$R =$ $b =$ $d =$	$\alpha =$ $\gamma =$ $\sin\gamma =$	$K_1 = R^2 \cdot \alpha^2$ $K_2 = d^2$ $K_3 = \sqrt{K_1^2 + K_2^2}$ $K_4 = b \cdot K_3$	$K_5 = b \cdot \sin\gamma$ $K_6 = R + K_5$ $K_7 = K_6^2 \cdot \alpha^2$ $K_8 = \sqrt{K_7^2 + K_2^2}$	$R_p = \frac{K_4}{K_8 - K_3}$ $\beta_p = \frac{K_3}{R_p}$

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	R_p	β_p	$\sin\beta_p$	$\cos\beta_p$	$1-\cos\beta_p$	a	h	A	H

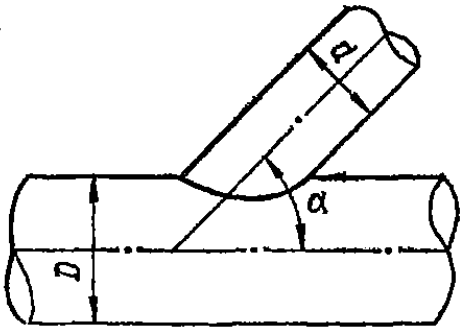
IV.2 ТРУБЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Стальные трубы благодаря симметричности и большой жесткости сечения являются наилучшим профилем для элементов, работающих на центральное и внецентренное сжатие. Хорошая обтекаемость поверхности благоприятно сказывается на работе трубчатых конструкций при больших ветровых воздействиях. Эти свойства позволили широко применять трубы в высотных конструкциях башен и мачт, предназначенных для теле- и радиовещания и т. п.

В трубчатых конструкциях применяют трубы бесшовные горячекатаные по ГОСТ 8732-78* из марки стали 20 по ГОСТ 1050-74* и трубы электросварные по ГОСТ 10704-76 из марки стали Вст3 и ГОСТ 380-71*.

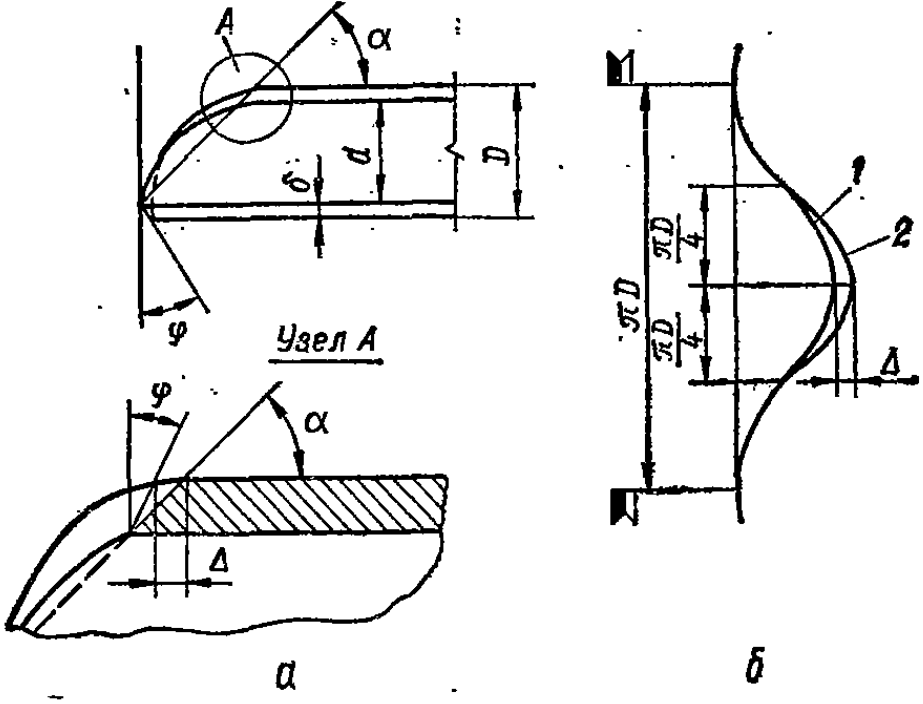
Для фигурной резки торцов труб при бесфасоночных соединениях труб применяются газорезательные машины типа УФВТ с фотокопировальным устройством (производства Одесского завода «Автогенмаш») и фирмы «*Picom*» (Япония). Технические возможности газорезательных машин приведены в табл. II.2. Параметры резки концов труб приведены в табл. IV.27.

Таблица IV.27. **Параметры фигурной резки концов труб на машинах для газовой резки**



D — диаметр магистральной трубы;
d — диаметр штуцера;
α — угол наклона штуцера к магистральной трубе или к плоскости при пересечении трубы с плоскостью.

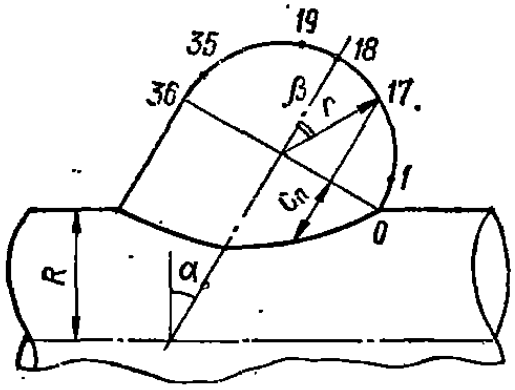
Тип машины	Параметры резки при пересечении труб		
	под углом $\alpha < 90°$	под углом $\alpha = 90°$	с плоскостью
«Picom-250»	$A' = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2 \sin \alpha}$ $B' = d \operatorname{ctg} \alpha$	$A' = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$ $B' = 0$	$A' = 0$ $B' = d \operatorname{ctg} \alpha$
«Picom-400»	$A = \frac{d}{2} \operatorname{ctg} \alpha$ $B = \frac{D}{2} \operatorname{cosec} \alpha$ $c = \frac{d}{D} 100$	$A = 0$ $B = \frac{D}{2}$ $c = \frac{d}{D} 100$	$A = \frac{d}{2} \operatorname{ctg} \alpha$ $B = 0$ $c = 0$
УФВТ-2	Для получения фотокопира для резки необходимо произвести расчет (см. табл. IV.28) кривой пересечения труб или трубы с плоскостью и построить ее в масштабе: 2 : 1 для труб $d \leqslant 100$ мм; 1 : 1 для труб $d \leqslant 250$ мм; 1 : 2 для труб $d > 250$ мм. Длина развертки задается по наружному диаметру штуцера, ординаты кривой — по его внутреннему диаметру.		



а б

Рис. IV.39. Поправки при резке труб на газорезательных машииах типа УФВТ-2:
а — торец трубы, обрезанный машиной; *б* — развертка кривой; *1* — теоретическая развертка кривой; *2* — кривая, построенная с учетом поправки Δ.

Таблица IV.28. **Определение ординат развертки наклонного цилиндрического штуцера**



$$c_n = \pm r \operatorname{tg}\alpha \sin\beta_i + (R - \sqrt{R^2 - r^2\cos^2\beta_i r}) \times \times \sec\alpha + r\operatorname{tg}\alpha \qquad \text{(IV.206)}$$

Исходные данные:
R — радиус магистральной трубы;
r — радиус штуцера;
α — угол между осью штуцера и перпендикуляром к оси магистральной трубы;
β_i — угол в интервале 0 — 180° через 5°.

Номер точки	$r \operatorname{tg}\alpha$	$\sin\beta_i$	$r \operatorname{tg}\alpha \sin\beta_i$	$\cos\beta_i$	$r\cos\beta_i$	$\sqrt{R^2 - r^2\cos^2\beta_i}$	$R - \sqrt{R^2 - r^2\cos^2\beta_i}$	$(\sqrt{R - R^2 - r^2\cos^2\beta_i})\sec\alpha$	c_n
0		1,000		0,000					
1		0,996		0,087					
2		0,985		0,174					
3		0,966		0,259					

Продолжение табл. IV.28

Номер точки	$r \operatorname{tg} \alpha$	$\sin \beta_i$	$r \operatorname{tg} \alpha \sin \beta_i$	$\cos \beta_i$	$r \cos \beta_i$	$\sqrt{R^2 - r^2 \cos^2 \beta_i}$	$R - \sqrt{R^2 - r^2 \cos^2 \beta_i}$	$(\sqrt{R - R^2 - r^2 \cos^2 \beta_i}) \sec \alpha$	c_n
4		0,940	—	0,342					
5		0,906	—	0,423					
6		0,866	—	0,500					
7		0,819	—	0,574					
8		0,766	—	0,643					
9		0,707	—	0,707					
10		0,643	—	0,766					
11		0,574	—	0,819					
12		0,500	—	0,866					
13		0,423	—	0,906					
14		0,342	—	0,940					
15		0,259	—	0,966					
16		0,174	—	0,985					
17		0,087	—	0,996					
18		0,000	+	1,000					
19		0,087	+	0,996					
20		0,174	+	0,985					
21		0,259	+	0,966					
22		0,342	+	0,940					
23		0,423	+	0,906					
24		0,500	+	0,866					
25		0,574	+	0,819					
26		0,643	+	0,766					

Продолжение табл. IV.28

Номер точки	$r \operatorname{tg} \alpha$	$\sin \beta_i$	$r \operatorname{tg} \alpha \sin \beta_i$	$\cos \beta_i$	$r \cos \beta_i$	$\sqrt{R^2 - r^2 \cos^2 \beta_i}$	$R - \sqrt{R^2 - r^2 \cos^2 \beta_i}$	$(\sqrt{R - R^2 - r^2 \cos^2 \beta_i} \sin \alpha$	c_{ia}
27		0,707	+	0,707					
28		0,766	+	0,643					
29		0,819	+	0,574					
30		0,866	+	0,500					
31		0,906	+	0,423					
32		0,940	+	0,342					
33		0,966	+	0,259					
34		0,985	+	0,174					
35		0,966	+	0,087					
36		1,000	+	0,000					

Одиовременно с резкой трубы производится снятие фаски по торцу. В связи с тем что резак машины в процессе резки располагается по отиошению к трубе под постоянным углом φ, а угол раскрытия фаски в трубчатом соединении должен быть переменным, в ординату нижней точки развертки кривой, определенную по табл. IV.28, необходимо вносить поправку (см. рис. IV.39):

$$\Delta = \delta (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \varphi), \qquad \text{(IV.205)}$$

где δ — толщина стенки примыкаемой трубы; α — острый угол между трубами; φ — угол иаклона резака машины, приннмаемый в зависимости от угла α равным α, ио не более 30° .

Для «*Picom*-250» при значениях α равиых 25—50° к параметру B' необходимо прибавить поправку по табл. IV.29. Для «*Picom*-400» поправка, взятая по табл. IV.29 и уменьшенная в 2 раза, прибавляется к параметру A при тех же значениях угла α.

Таблица IV.29. **Поправкн параметроз газорезательиых машин**

Толщина разрезаемой трубы δ, мм	Велнчина поправки Δ, мм, при угле пересечения труб α°						
	55	50	45	40	35	30	25
4	0,7	1,0	1,7	2,4	3,4	4,6	6,2
5	0,9	1,3	2,1	3,0	4,2	5,7	7,8

Продолжение табл. IV.29

Толщина разрезаемой трубы δ, мм	Величина поправки Δ, мм, при угле пересечения труб α, град						
	55	50	45	40	35	30	25
6	1,1	1,6	2,5	3,7	5,1	6,9	9,4
7	1,3	1,8	2,9	4,3	6,0	8,0	10,9
8	1,5	2,1	3,4	4,9	6,8	9,2	12,5
9	1,6	2,3	3,8	5,5	7,6	10,4	14,1
10	1,8	2,6	4,2	6,1	8,5	11,5	15,6
11	2,0	2,9	4,6	6,7	9,3	12,7	17,2
12	2,2	3,1	5,0	7,3	10,2	13,8	18,8
13	2,4	3,4	5,5	8,0	11,0	15,0	20,4
14	2,6	3,6	5,9	8,6	11,9	16,1	21,9
16	2,9	4,2	6,7	9,8	13,6	18,5	25,0
18	3,3	4,7	7,6	11,0	15,3	20,8	28,2
20	3,6	5,2	8,4	12,3	17,0	23,1	31,3

Примечания: 1. Поправки для промежуточных значений углов выбирать интерполированием.

2. Для «*Picom*-400» величину поправки принимать с коэффициентом $n = 0{,}5$.

РАЗДЕЛ V. РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

V.1. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. РАСЧЕТ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сварные соединения со стыковыми швами рассчитывают по формулам на: осевое сжатие (растяжение)

$$\frac{N}{h_ш l_ш} \leqslant R_{сж}^{св} (R_р^{св}); \tag{V.1}$$

изгиб

$$\frac{6M}{h_ш l_ш^2} \leqslant R_р^{св}; \tag{V.2}$$

изгиб и осевое сжатие (растяжение)

$$\frac{N}{h_ш l_ш} + \frac{6M}{h_ш l_ш^2} \leqslant R_{сж}^{св} (R_р^{св}); \tag{V.3}$$

изгиб и срез

$$\sqrt{\sigma_{ш_x}^2 + \sigma_{ш_y}^2 - \sigma_{ш_x}\sigma_{ш_y} + 3\tau_{ш_{xy}}^2} \leqslant 1{,}15R_р^{св}; \tag{V.4}$$

срез

$$\frac{3Q}{2h_ш l_ш} \leqslant R_{ср}^{св}. \tag{V.5}$$

Сварные соединеиия с угловыми швами рассчитывают по формулам на: срез (условный) по металлу шва

$$\frac{N}{\beta h_ш l_ш} \leqslant R_{уш}^{св}; \tag{V.6}$$

срез (условиый) по металлу границы сплавления

$$\frac{N}{\beta' h_ш l_ш} \leqslant R_{ус}^{св}; \tag{V.7}$$

изгиб

$$\frac{6M}{\beta h_ш l_ш^2} \leqslant R_{уш}^{св}; \text{ или} \tag{V.8}$$

$$\frac{6M}{\beta' h_ш l_ш^2} \leqslant R_{ус}^{св}; \tag{V.9}$$

изгиб и срез

$$\sqrt{\left(\frac{6M}{\beta h_ш l_ш^2}\right)^2 + \left(\frac{N}{\beta h_ш l_ш}\right)^2} \leqslant R_{уш}^{св} \text{ или} \tag{V.10}$$

$$\sqrt{\left(\frac{6M}{\beta' h_ш l_ш^2}\right)^2 + \left(\frac{N}{\beta' h_ш l_ш}\right)^2} \leqslant R_{ус}^{св}. \tag{V.11}$$

В этих формулах

Q, N, M — усилия, действующие на сварное соединение; $R^{св}_{сж}$; $R^{св}_{ср}$, $R^{св}_{р}$, $R^{св}_{уш}$, $R^{св}_{ус}$ — расчетные сопротивления сварного соединения, принимаемые по табл. V.1:

$\sigma_{шx}$, $\sigma_{шy}$, $\tau_{шxy}$ — нормальные и касательные напряжения в шве;

$l_ш$ — расчетная длина сварного шва, равная его полной длине при выводе концов шва за его пределы; во всех остальных случаях расчетная длина шва меньше его полной длины на величину, равную $2h_ш$;

$h_ш$ — толщина сварного шва, для стыкового шва равная наименьшей толщине соединяемых элементов; для углового шва, принимаемая равной катету вписанного в сечение шва равнобедренного треугольника; β и β' — коэффициенты, зависящие от условий сварки и принимаемые по табл. V.2.

Таблица V.1. **Расчетные сопротивления $R^{св}$**

Напряженное состояние	Расчетные сопротивления, кН/см², сварных соединений в конструкциях из стали класса						
	С38/23	С44/29	С46/33	С52/40	С60/45	С70/60	С85/75
Сварные соединения встык							
Сжатие $R^{св}_{сж}$	21	26	29	34	38	44	53
Растяжение $R^{св}_{р}$:							
автоматическая сварка; полуавтоматическая и ручная с физическим контролем качества швов	21 (26)	26 (30)	29 (31)	34	38	44	53
полуавтоматическая и ручная сварка с визуальным контролем	18	22	25	—	—	—	—
Срез $R^{св}_{ус}$	13	15	17	20	23	26	31
Сварные соединения с угловыми швами							
Срез (условный):							
металла шва $R^{св}_{уш}$	18	20	20	21	24	28	34
границы сплавления $R^{св}_{ус}$	18	20	21	23	27	30	36

Примечания: 1. В скобках указаны расчетные сопротивления растяжению сварных соединений встык, эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести.

2. Визуальному контролю качества швов (наружный осмотр, измерение швов) подвергают сварные соединения всех видов; физический контроль качества швов (рентгено- и гаммаграфирование, ультразвуковая дефектоскопия, магнитографический способ) является дополнением к визуальному.

3. При сварке элементов из стали разных классов расчетное сопротивление сварного соединения встык принимается равным расчетному сопротивлению соединения встык менее прочной стали.

4. Расчетные сопротивления сварных соединений встык установлены для швов, выполненных двусторонней сваркой или односторонней с подваркой корня шва.

5. Значения $R^{св}_{уш}$ установлены по временному сопротивлению металла шва растяжению.

6. Для конструкций, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С, значения расчетных сопротивлений срезу (условному) металла углового шва $R^{св}_{ус}$ для стали класса С38/23 и металла границы сплавления $R^{св}_{ус}$ для всех классов стали должны быть взяты с коэффициентом 0,85.

Таблица V.2. **Коэффициенты β и β′**

Сварка	Диаметр проволоки, мм	Коэффициент	Значения коэффициента при числе проходов		
			1	2 и 3	>3
Автоматическая	3—5	β	1,1	0,9	0,7
		β′	1,15	1,05	1,0
Полуавтоматическая и автоматическая	1,4—2	β	0,9	0,8	0,7
		β′	1,05	1,0	1,0
Ручная	—	β	0,7		
		β′	1,0		

Примечания: 1. Число проходов при сварке углового шва принимается в зависимости от вида сварки, положения шва и его толщины по табл. V.3.

2. Указанные в данной таблице значения коэффициентов соответствуют сварке под флюсом и в углекислом газе проволокой сплошного сечения при такой технологии сварки, в которой не используются специальные меры, направленные на повышение производительности наплавки, но сопровождаемые снижением глубины проплавления.

3. При полуавтоматической сварке проволокой сплошного сечения диаметром менее 1,4 мм и порошковой проволокой, при применении специальных мер, направленных на повышение производительности наплавки, а также при сварке конструкций из стали классов С С70/60 и С85/75 при любом числе проходов значения коэффициентов β и β′ принимаются такими же, как для ручной сварки.

Таблица V.3. **Зависимость числа проходов при сварке углового шва от вида сварки, положения шва и его толщины**

Вид сварки	Положение шва при сварке	Число проходов при толщине шва, мм						
		3—8	9—10	12	14	16	18	20
Автоматическая	В лодочку	1					2	3
	Не в лодочку	1	2		3		>3	
Полуавтоматическая	В лодочку	1			2	3	>3	
	Не в лодочку	1	2	3	>3			

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СВАРНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

Согласно СНиП II-В.3-72 в конструкциях со сварными соединениями следует применять высокопроизводительные механизированные способы сварки.

Расположение сварных швов в элементах должно обеспечивать свободный доступ к месту их наложения при выполнении сварочных работ с учетом выбранного способа и технологии сварки, а также возможность контроля за их качеством.

Для уменьшения деформаций от сварки необходимо избегать сосредоточения нескольких швов в одном месте, пересечения их, близкого расположения параллельных швов.

Наибольшая толщина углового шва должна быть не более 1,2 меньшей толщины свариваемых элементов, наименьшая — назначаться согласно рекомендациям

табл. V.4. Если из-за разницы толщин свариваемых элементов эти требования становятся противоречивыми, следует принимать неравнокатетные швы.

Расчетная длина углового шва должна быть не более 85 β $h_ш$. Если усилие, воспринимаемое фланговым угловым швом, возникает на всем его протяжении, длина флангового шва не ограничивается.

Таблица V.4. **Минимальная толщина угловых швов**

Сварные соединения	Класс стали свариваемых конструкций	Минимальная толщина шва, $h_ш$, мм, при толщине более толстого из свариваемых элементов, δ, мм						
		4—5	6—10	11—16	17—22	23—32	33—40	41—80
Тавровые, с двусторонними угловыми швами, нахлесточные и угловые, в конструкциях всех групп, выполненные ручной сваркой	С38/23—С52/40	4	5	6	7	8	9	10
	С60/45	5	6	7	8	9	10	12
То же, автоматической и полуавтоматической	С38/23—С52/40	3	4	5	6	7	8	9
	С60/45	4	5	6	7	8	9	10
Тавровые, с односторонними угловыми швами, выполненными автоматической и полуавтоматической сваркой (крепление ребер жесткости и диафрагм, стенок с полками в стержнях двутаврового и коробчатого сечения в конструкциях III, IV и VI групп)	С38/23—С46/33	4	5	6	7	8	9	10

Примечания: 1. В конструкциях из стали классов С70/60 и С85/75, а также из всех классов при толщине элементов более 80 мм минимальную толщину угловых швов принимают по специальным техническим условиям, утвержденным или согласованным в установленном порядке.

2. В конструкциях, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С, минимальную толщину швов увеличивают на 1 мм при толщине свариваемых элементов до 40 мм включительно и на 2 мм при толщине элементов более 40 мм.

В конструкциях, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, а также в конструкциях, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С, и в конструкциях из сталей классов С60/45—С85/75 угловые швы следует выполнять с плавным переходом к основному металлу. При этом фланговые швы, воспринимающие продольные силы, допускается выполнять с плоской поверхностью.

Соотношение катетов угловых швов принимается:

1 : 1 — для фланговых швов, а также для лобовых в конструкциях из сталей классов С38/23—С52/40, воспринимающих статические нагрузки;

1 : 1,5 — для лобовых швов в конструкциях, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, а также в конструкциях, возводимых в районах с расчетными

температурами наружного воздуха ниже минус 40° С, и в конструкциях из сталей классов С60/45—С85/75.

При сварке встык листов разной ширины (толщины) для обеспечения плавного перехода сечения от меньшей ширины (толщины) к большей следует предусматривать скосы у более широкого (толстого) листа с уклоном не более 1 : 5. Если разница в толщинах стыкуемых листов не превышает 4 мм, а величина уступа в месте стыка не превышает 1/8 толщины более тонкого листа (для конструкций из сталей классов С60/45—С85/75 эти величины должны составлять соответственно 2,5 и 1/12; при этом необходима механическая обработка ступеньки перед подваркой корня шва), скосы разрешается не делать.

При сварке встык прокатных профилей (двутавров, швеллеров, уголков), для обеспечения полного проплавления удаляют дефекты в корне шва. Для того, чтобы была возможность обработать корень шва, фаску снимают с внутренней стороны профиля.

В нахлесточных соединениях величина напуска должна быть не менее 5 толщин более тонкого из свариваемых элементов.

Прерывистые швы, электрозаклепки, выполняемые ручной сваркой с предварительной сверловкой отверстий, допускается применять только в конструкциях, относящихся к VI группе (табл. VII.14).

Применение комбинированных соединений, в которых часть усилий воспринимается сварными швами, а часть заклепками или болтами, не допускается.

При температурах стали ниже указанных в табл. V.5 сварку следует выполнять с предварительным подогревом стали в зоне выполнения сварки до 120—160° С на ширине 100 мм с каждой стороны соединения. Ручную и полуавтоматическую сварку листовых объемных конструкций из стали толщиной более 20 мм выполняют способами, обеспечивающими уменьшение скорости охлаждения (каскад, горка, двусторонняя сварка секциями). Ручную и полуавтоматическую сварку конструкций из стали класса С60/45 следует производить при температуре не ниже минус 15° С при толщине стали до 16 мм и не ниже 0° С при толщине стали свыше 16 до 25 мм. При более низких температурах сварку стали указанных толщин следует производить с предварительным подогревом до температуры 120—160° С. При толщине стали свыше 25 мм предварительный подогрев должен производиться во всех случаях, независимо от температуры окружающей среды.

Таблица V.5. Минимально допустимые температуры выполнения сварки без предварительного подогрева

Сварка	Толщина стали, мм	Минимально допустимая температура, град С, стали			
		углеродистой		низколегированной до класса С52/40 включительно	
		Швы сварных соединений в конструкциях			
		решетчатых	листовых объемных и сплошностенчатых	решетчатых	листовых объемных и сплошностенчатых
Ручная, полуавтоматическая	До 16 (включительно)	—30	—30	—20	—20
	Свыше 16 до 30	—30	—20	—10	0
	» 30 до 40	—10	—10	0	+5
	» 40	0	0	+5	+10
Автоматическая	До 30 (включительно)	—	—30	—	—20
	Свыше 30	—	—20	—	—10

Автоматическую сварку конструкций разрешается производить без подогрева:
если температура углеродистой стали толщиной до 30 мм не ниже минус 30° С, а при больших толщинах — не ниже минус 20° С;
если температура низколегированной стали толщиной до 30 мм не ниже минус 20° С, а при больших толщинах — не ниже минус 10° С.

Электрошлаковую сварку конструкций из углеродистой и низколегированной стали можно производить без ограничения температуры стали.

3. НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СВАРНЫХ ШВОВ

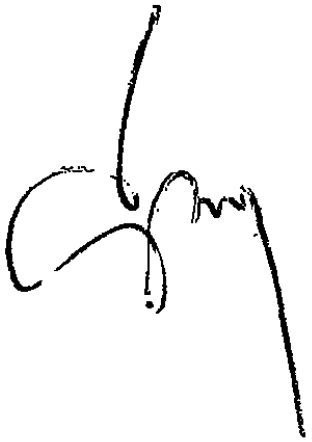
Таблица V.6. **Несущая способность стыковых сварных швов [N]**

Толщина шва, мм	[N], кН/см, сварных швов в конструкциях из стали класса						
	С38/23	С44/29	С46/33	С52/40	С60/45	С70/60	С85/75
При работе сварного соединения на срез							
4	5,2	6,0	6,8	8,0	9,2	10,4	12,4
5	6,5	7,5	8,5	10,0	11,5	13,0	15,5
6	7,8	9,0	10,2	12,0	13,8	15,6	18,6
8	10,4	12,0	13,6	16,0	18,4	20,8	24,8
10	13,0	15,0	17,0	20,0	23,0	26,0	31,0
12	15,6	18,0	20,4	24,0	27,6	31,2	37,2
14	18,2	21,0	23,8	28,0	32,2	36,4	43,4
16	20,8	24,0	27,2	32,0	36,8	41,6	49,6
18	23,4	27,0	30,6	36,0	41,4	46,8	55,8
20	26,0	30,0	34,0	40,0	46,0	52,0	62,0
22	28,6	33,0	37,4	44,0	50,6	57,2	68,2
25	32,5	37,5	42,5	50,0	57,5	65,0	77,5
28	36,4	42,0	47,6	56,0	64,4	72,8	86,8
30	39,0	45,0	51,0	60,0	69,0	78,0	93,0
32	41,6	48,0	54,4	64,0	73,6	83,2	99,2
36	46,8	54,0	61,2	72,0	82,8	93,6	111,6
40	52,0	60,0	68,0	80,0	92,0	104,0	124,0
42	54,6	63,0	71,4	84,0	96,6	109,2	130,2
45	58,5	67,5	76,5	90,0	103,5	117,0	138,5
50	65,0	75,0	85,0	100,0	115,0	130,0	155,0
При работе сварного соединения на сжатие при автоматической, полуавтоматической, ручной сварке и растяжение при автоматической, а также полуавтоматической и ручной сварке с физическим контролем качества швов							
4	8,4	10,4	11,6	13,6	15,2	17,6	21,2
5	10,5	13,0	14,5	17,0	19,0	22,0	26,5
6	12,6	15,6	17,4	20,4	22,8	26,4	31,8
8	16,8	20,8	23,2	27,2	30,4	35,2	42,4
10	21,0	26,0	29,0	34,0	38,0	44,0	53,0
12	25,2	31,2	34,8	40,8	45,6	52,8	63,6
14	29,4	36,4	40,6	47,6	53,2	61,6	74,2
16	33,6	41,6	46,4	54,4	60,8	70,4	84,8
18	37,8	46,8	52,2	61,2	68,4	79,2	95,4
20	42,0	52,0	58,0	68,0	76,0	88,0	106,0
22	46,2	57,2	63,8	74,8	83,6	96,8	116,6
25	52,5	65,0	72,5	85,0	95,0	110,0	132,5
26	58,8	72,8	81,2	95,2	106,4	123,2	148,4
30	63,0	78,0	87,0	102,0	114,0	132,0	159,0
32	67,2	83,2	92,8	108,8	121,6	140,8	169,6
36	75,6	93,6	104,4	122,4	136,8	158,4	190,8
40	84,0	104,0	116,0	136,0	152,0	176,0	212,0

Толщина шва, мм	[N], кН/см, сварных швов в конструкциях из стали класса						
	С38/23	С44/29	С46/33	С52/40	С60/45	С70/60	С85/75
42	88,2	109,2	121,8	142,8	159,5	184,8	222,6
45	94,5	117,0	130,5	153,0	171,0	198,0	238,5
50	105,0	130,0	145,0	170,0	190,0	220,0	265,0

При работе сварного соединения на растяжение при полуавтоматической и ручной сварке с визуальным контролем качества швов

4	7,2	8,8	10,0
5	9,0	11,0	12,5
6	10,8	13,2	15,0
8	14,4	17,6	20,0
10	18,0	22,0	25,0
12	21,6	26,4	30,0
14	25,2	30,8	35,0
16	28,8	35,2	40,0
18	32,4	39,6	45,0
20	36,0	44,0	50,0
22	39,6	48,4	55,0
25	45,0	55,0	62,5
28	50,4	61,6	70,0
30	54,0	66,0	75,0
32	57,6	70,4	80,0
36	64,8	79,2	90,0
40	72,0	88,0	100,0
42	75,6	92,4	105,0
45	81,0	99,0	112,5
50	90,0	110,0	125,0



Примечание. В конструкциях из стали класса С52/40 и выше для стыковых сварных швов полуавтоматическая и ручная сварка без физического контроля качества швов не применяется.

Таблица V.7. **Несущая способность сварных угловых швов, выполненных автоматической сваркой проволокой $d = 3 \div 5$ мм [N]**

Класс стали конструкции	Толщина шва $h_ш$, мм	[N], кН/см, угловых сварных швов в конструкциях, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха, град С			
		не ниже минус 40		ниже минус 40	
		при сварочных материалах, соответствующих классу стали			
		С44/29; С46/33	С52/40/ С60/45	С44/29; С46/33	С52/40/ С60/45
Однопроходная сварка					
С 38/23	3	6,2		5,2	
	4	8,3		7,0	
	5	10,3		8,8	
	6	12,4		10,5	
	7	14,5		12,3	
	8	16,5		14,0	
	9	18,6		15,8	
	10	20,7		17,6	

Продолжение табл. V.7

Класс стали конструкции	Толщина шва $k_ш$, мм	[N], кН/см, угловых сварных швов в конструкциях, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха, град С			
		не ниже минус 40		ниже минус 40	
		при сварочных материалах, соответствующих классу стали			
		С44/29; С46/33	С52/40; С60/45	С44/29; С46/33	С52/40; С60/45
С 38/23	12	24,8		21,1	
	14	29,0		24,6	
	16	33,1		28,1	
Двух- и трехпроходная сварка					
	9	16,2	17,0	14,4	
	10	18,0	18,9	16,0	
	12	21,6	22,6	19,2	
	14	25,2	26,4	22,4	
	16	28,8	30,2	25,6	
	18	32,4	34,0	28,8	
Многопроходная (более трех проходов) сварка					
С 38/23	18	25,2	26,4	30,2	25,2	26,4	27,5
	20	28,0	29,4	33,6	28,0	29,4	30,6
Однопроходная сварка					
С 44/29, С 46/33	3	6,6	6,9	5,8	
	4	8,8	9,2	7,8	
	5	11,0	11,5	9,7	
	6	13,2	13,8	11,7	
	7	15,4	16,1	13,6	
	8	17,6	18,4	15,6	
	9	19,8	20,7	17,5	
	10	22,0	23,0	19,5	
	12	26,4	27,6	23,4	
	14	30,8	32,2	27,3	
	16	35,2	36,8	31,2	
Двух- и трехпроходная сварка					
	9	16,2	17,0	18,9	16,0	
	10	18,0	18,9	21,0	17,8	
	12	21,6	22,6	25,2	21,3	
	14	25,2	26,4	29,4	24,9	
	16	28,8	30,2	33,6	28,4	
	18	32,4	34,0	37,8	32,0	
Многопроходная (более трех проходов) сварка					
	18	25,2	26,4	30,2	25,2	26,4	30,2
	20	28,0	29,4	33,6	28,0	29,4	33,6
Однопроходная сварка					
С 52/40	3	6,6	6,9	7,9	6,6	6,7	
	4	8,8	9,2	10,5	8,8	9,0	
	5	11,0	11,5	13,2	11,0	11,2	
	6	13,2	13,8	15,8	13,2	13,5	
	7	15,4	16,1	18,4	15,4	15,7	
	8	17,6	18,4	21,1	17,6	18,0	

Класс стали конструкции	Толщина шва $h_{ш}$, мм	[N], кН/см, угловых сварных швов в конструкциях, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха, град С					
		не ниже минус 40			ниже минус 40		
		при сварочных материалах, соответствующих классу стали					
		С44/29; С46/33	С52/40	С60/45	С44/29; С46/33	С52/40	С60/45
	9	19,8	20,7	23,7	19,8	20,2	
	10	22,0	23,0	26,4	22,0	22,5	
	12	26,4	27,6	31,8	26,4	27,0	
	14	30,8	32,2	36,9	30,8	31,5	
	16	35,2	36,8	42,2	35,2	36,0	
		Двух- и трехпроходная сварка					
С52/40	9	16,2	17,0	19,4	16,2	17,0	18,4
	10	18,0	18,9	21,6	18,0	18,9	20,5
	12	21,6	22,6	25,9	21,6	22,6	24,6
	14	25,2	26,4	30,2	25,2	26,4	28,7
	16	28,8	30,2	34,5	28,8	30,2	32,8
	18	32,4	34,0	38,8	32,4	34,0	36,9
		Многопроходная (более трех проходов) сварка					
	18	25,2	26,4	30,2	25,2	26,4	30,2
	20	28,0	29,4	33,6	28,0	29,4	33,6
		Однопроходная сварка					
С 60/45	3	6,6	6,9	7,9	6,6	6,9	7,9
	4	8,8	9,2	10,5	8,8	9,2	10,5
	5	11,0	11,5	13,2	11,0	11,5	13,2
	6	13,2	13,8	15,8	13,2	13,8	15,8
	7	15,4	16,1	18,4	15,4	16,1	18,4
С60/45	8	17,6	18,4	21,1	17,6	18,4	21,1
	9	19,8	20,7	23,7	19,8	20,7	23,7
	10	22,0	23,0	26,4	22,0	23,0	26,4
	12	26,4	27,6	31,8	26,4	27,6	31,6
	14	30,8	32,2	36,9	30,8	32,2	36,9
	16	35,2	36,8	42,2	35,2	36,8	42,2
		Двух- и трехпроходная сварка					
	9	16,2	17,0	19,4	16,2	17,0	19,4
	10	18,9	18,0	21,6	18,0	18,9	21,6
	12	21,6	22,6	25,9	21,6	22,6	25,9
	14	25,2	26,4	30,2	25,2	26,4	30,2
	16	28,8	30,2	34,5	28,8	30,2	34,5
	18	32,4	34,0	38,8	32,4	34,0	38,8
		Многопроходная (более трех проходов) сварка					
	18	25,2	26,4	30,2	25,2	26,4	30,2
	20	28,0	29,4	33,6	28,0	29,4	33,6

Примечания: 1. Число проходов определяют по рекомендациям табл. V.3.
2. Материалы для сварки угловых швов, соответствующие классу прочности стали, приведены в табл. V.11.

Таблица V.8. **Несущая способность угловых сварных швов, выполненных полуавтоматической и автоматической сваркой проволокой $d = 1{,}4 \div 2$ мм [N]**

Класс стали конструкции	Толщина шва $h_ш$, мм	[N], кН/см, угловых сварных швов для конструкций, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха					
		выше минус 40° С			ниже минус 40° С		
		при сварочных материалах, соответствующих классу стали					
		С44/29 С46/33	С52/40	С60/45	С44/29 С46/33	С52/40	С60/45
Однопроходная сварка							
С38/23	3	5,4	5,6			4,8	
	4	7,2	7,5			6,4	
	5	9,0	9,4			8,0	
	6	10,8	11,3			9,6	
	7	12,6	13,2			11,2	
	8	14,4	15,1			12,8	
	9	16,2	17,0			14,4	
	10	18,0	18,9			16,0	
	12	21,6	22,6			19,2	
Двух- и трехпроходная сварка							
	9	14,4	15,1	16,2		13,7	
	10	16,0	16,8	18,0		15,3	
	12	19,2	20,1	21,6		18,3	
	14	22,4	23,5	25,2		21,4	
	16	25,6	26,9	28,8		22,5	
Многопроходная (более трех проходов) сварка							
С38/23	14	19,6	20,5	23,5	19,6	20,5	23,5
	16	22,4	23,5	26,9	22,4	23,5	26,9
	18	25,2	26,4	30,2	25,2	26,4	30,2
	20	28,0	29,4	33,6	28,0	29,4	30,6
Однопроходная сварка							
С44/29, С46/33	3	5,4	5,6	6,3 (6,5)	5,3	5,3 (5,6)	
	4	7,2	7,5	8,4 (8,6)	7,1	7,1 (7,4)	
	5	9,0	9,4	10,5 (10,8)	8,9	8,9 (9,3)	
	6	10,8	11,3	12,6 (12,9)	10,6	10,6 (11,2)	
	7	12,6	13,2	14,7 (15,1)	12,4	12,4 (13,1)	
	8	14,4	15,1	16,8 (17,3)	14,2	14,2 (14,9)	
	9	16,2	17,0	18,9 (19,4)	16,0	16,0 (16,8)	
	10	18,0	18,9	21,0 (21,6)	17,8	17,8 (18,7)	
	12	21,6	22,6	25,2 (25,9)	21,3	21,3 (22,4)	
Двух- и трехпроходная сварка							
	9	14,4	15,1	17,3	14,4	15,1	15,3 (16,0)
	10	16,0	16,8	19,2	16,0	16,8	17,0 (17,8)
	12	19,2	20,1	23,0	19,2	20,1	20,4 (21,3)
	14	22,4	23,5	26,9	22,4	23,5	23,8 (24,9)
	16	25,6	26,9	30,7	25,6	26,9	27,2 (28,5)
Многопроходная (более трех проходов) сварка							
	14	19,6	20,5	23,5	19,6	20,5	23,5
	16	22,4	23,5	26,9	22,4	23,5	26,9
	18	25,2	26,4	30,2	25,2	26,4	30,2
	20	28,0	29,4	33,6	28,0	29,4	33,6
Однопроходная сварка							
С52/40, С60/45	3	5,4	5,6	6,5	5,4	5,6	6,1 (6,5)
	4	7,2	7,5	8,6	7,2	7,5	8,1 (8,6)
	5	9,0	9,4	10,8	9,0	9,4	10,2 (10,8)
	6	10,8	11,3	12,9	10,8	11,3	12,2 (12,9)
	7	12,6	13,2	15,1	12,6	13,2	14,3 (15,1)
	8	14,4	15,1	17,3	14,4	15,1	16,3 (17,3)
	9	16,2	17,0	19,4	16,2	17,0	18,3 (19,4)
	10	18,0	18,9	21,6	18,0	18,9	20,4 (21,6)
	12	21,6	22,6	25,9	21,6	22,6	24,4 (25,9)

Продолжение табл. V.8

Класс стали конструкции	Толщина шва $h_ш$, мм	[N], кН/см, угловых сварных швов для конструкций, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха					
		выше минус 40° С			ниже минус 40° С		
		при сварочных материалах, соответствующих классу стали					
		С44/29 С46/33	С52/40	С60/45	С44/29 С46/33	С52/40	С60/45
Двух- и трехпроходная сварка							
С52/40, С60/45	9	14,4	15,1	17,3	14,4	15,1	17,3
	10	16,0	16,8	19,2	16,0	16,8	19,2
	12	19,2	20,1	23,0	19,2	20,1	23,0
	14	22,4	23,5	26,9	22,4	23,5	26,9
	16	25,6	26,9	30,7	25,6	26,9	30,7
Многопроходная (более трех проходов) сварка							
	14	19,6	20,5	23,5	19,6	20,5	23,5
	16	22,4	23,5	26,9	22,4	23,5	26,9
	18	25,2	26,4	30,2	25,2	26,4	30,2
	20	28,0	29,4	33,6	28,0	29,4	33,6

Примечания: 1. Значения [N] в скобках для сталн классов С46/33 и С60/45.
2. Число проходов принято по рекомендациям табл. V.3.
3. Материалы для сварки угловых швов, соответствующие классу прочности сталн, приведены в табл. V.11.

Таблица V.9. Несущая способность угловых сварных швов, выполненных ручной сваркой, а также полуавтоматической проволокой сплошного сечения $d < 1{,}4$ мм и порошковой проволокой

Толщина шва $h_ш$, мм	[N], кН/см, угловых сварных швов, выполненных сварочными материалами, соответствующими классу стали			
	С38/23	С44/29; С46/33	С52/40	С60/45
	в конструкциях из стали класса			
	С38/23	С38/23÷С46/33	С38/23÷С52/40	С38/23÷С60/45
Для конструкций, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха выше минус 40° С				
3	3,8	4,2	4,4	5,0
4	5,0	5,6	5,8	6,7
5	6,3	7,0	7,3	8,4
6	7,5	8,4	8,8	10,0
7	8,8	9,8	10,3	11,7
8	10,0	11,2	11,7	13,4
9	11,3	12,6	13,2	15,1
10	12,6	14,0	14,7	16,8
12	15,1	16,8	17,6	20,1
14	17,6	19,6	20,5	23,5
16	20,1	22,4	23,5	26,8
18	22,6	25,2	26,4	30,2
20	25,2	28,0	29,4	33,6
Для конструкций, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 40° С				
3	3,2	4,2	4,4	4,6
4	4,2	5,6	5,8	6,1
5	5,3	7,0	7,3	7,6

Толщина шва $h_ш$, мм	[N], кН/см, угловых сварных швов, выполненных сварочными материалами, соответствующими классу стали			
	С38/23	С44/29; С46/33	С52/40	С60/45
	в конструкциях из стали класса			
	С38/23	С38/23÷С46/33	С38/23÷С52/40	С38/23÷С60/45
6	6,4	8,4	8,8	9,2
7	7,5	9,8	10,3	10,7
8	8,5	11,2	11,7	12,2
9	9,6	12,6	13,2	13,7
10	10,7	14,0	14,7	15,3
12	12,8	16,8	17,6	18,3
14	15,0	19,6	20,5	21,4
16	17,1	22,4	23,5	24,5
18	19,2	25,2	26,4	27,5
20	21,4	28,0	29,4	30,6

Примечание. Материалы для сварки угловых швов, соответствующие классу прочности стали, приведены в табл. V.11.

4. МАТЕРИАЛЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ СВАРКИ

Таблица V.10. Материалы для сварки стыковых соединений; соответствующие классу прочности стали

Класс стали	Группа конструкций по СНиП II-В.3-72	Расчетная температура, град С	Материалы для сварки				
			автоматической под флюсом		полуавтоматической в CO_2 по ГОСТ 8050-76, марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70 *	ручной	
			марка флюсов по ГОСТ 9087-69 *	марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70 *		тип электродов по ГОСТ 9467-75	марка электродов
Температура при сварке $t \geqslant 0°$ С							
С38/23	I, II	$t \geqslant -40$	АН-348-А АН-348-АМ ОСЦ-45 ОСЦ-45М	Св-08АА Св-08А	Св-08Г2С	Э42А Э46А	Все марки данного типа
	III, IV, VI			Св-08	Св-08ГС	Э42 Э46	
	IV	$-40 > t \geqslant -65$		Св-08ГА	Св-08Г2С	Э42А Э50А	УОНИ-13/55 УОНИ-13/45 СМ-11 УП-2/55
	VI			Св-08АА Св-08А			
С44/29 С46/33	I, II	$t \geqslant -40$		Св-08ГА Св-10Г2		Э46А Э50А	Все марки данного типа
	III, IV, VI					Э46 Э50	
	IV, V	$-40 > t \geqslant -65$		Св-08АА Св-08А Св-08ГА		Э42А Э50А	УОНИ-13/55 УОНИ-13/45 СМ-11 УП-2/55

Продолжение табл. V.10

Класс стали	Группа конструкций по СНиП II-В.3-72	Расчетная температура, град С	Материалы для сварки				
			автоматической под флюсом		полуавтоматической в CO_2 по ГОСТ 8050-76, марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70 *	ручной	
			марка флюсов по ГОСТ 9087-69 *	марка сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70 *		тип электродов по ГОСТ 9467-75	марка электродов
С52/40	I, II	$t \geqslant -40$	АН-22 АН-348-А АН-348АМ	Св-08ХМ Св-18ХМА	Св-08ХГ2С	Э60А	Все марки данного типа
	III, IV, VI			Св-10ГА			
С60/45	I, II		АН-22 АН-17М	Св-08ХН2М Св-08ХМ Св-08ХМА	Св-10ХГ2СМА		
	III, IV, VI		АН-22 АН-17М АН-348-А	Св-08ХМ Св-08ХМА			
Температура при сварке $0° > t \geqslant -50°$ С							
С38/23 С44/29 С46/33 С52/40	I, II, III	$-40 > t \geqslant -65$	АН-22	Св-10НМА	Св-08Г2С	Э-42А Э-50А	УОНИ-13/55 УОНИ-13/45 СМ-11 УП-2/55
С44/29 С46/33 С52/40	IV						
С44/29 С46/33	V		АН-348А АН-348АМ ОСЦ-45 ОСЦ-45М АН-60	Св-10НМА Св-08ХНМ Св-08ГА			
С38/23	IV, VI			Св-10НМА Св-08ХНМ			УОНИ-13/55 УОНИ-13/45 СМ-11

Примечания: 1. Для конструкций III группы для сварки при температуре $t \geqslant 0°$ С электроды марок СМ-5 и ОММ-5 не применяются.

2. В конструкциях IV, V, VI групп при расчетных температурах ниже минус 40° С для стыковых соединений применяют электроды только марки УОНИ-13/55.

3. Флюс марки АН-17М поставляется по ЧМТУ 1-1017-70.

Таблица V.11. Материалы для сварки угловых швов, соответствующие классу прочности стали

Класс стали	Группа конструкций по СНиП II-В.3-72	Материалы для сварки			Типы электродов для ручной сварки (по ГОСТ 9467-75)
		Марки сварочной проволоки (по ГОСТ 2246-70 *) для механизированной сварки			
		под флюсом	в CO_2 (по ГОСТ 8050-76) сплошной проволокой	порошковой проволокой	
С38/23	I, II	—	—	—	Э42А
	III, IV, VI				Э42

Продолжение табл. V.11

Класс стали	Группа конструкций по СНиП II-В.3-72	Материалы для сварки			Типы электродов для ручной сварки (по ГОСТ 9467-75)
		Марки сварочной проволоки (по ГОСТ 2246-70 *) для механизированной сварки			
		под флюсом	в CO_2 (по ГОСТ 8050-76) сплошной проволокой	порошковой проволокой	
С44/29 С46/33	I, II	Св-08АА Св-08А	—	—	Э46А
	III, IV, VI	Св-08	—	—	Э46
С52/40	I, II	Св-10ГА Св-08ГА	Св-08Г2С Св-08Г2СЦ	ПП-АН8 ПП-АН3	Э50А
	III, IV, V1				Э50
С60/45	Все группы	Св-10НМА Св-10Г2	Св-08Г2С Св-08Г2СЦ	—	Э60А

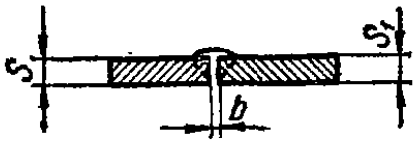
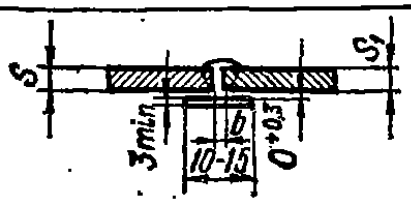
Примечания: 1. Применение проволоки Св-08Г2С и Св-08Г2СЦ обеспечивает значение $R_{уш}^{св} = 24$ кН/см² только в конструкциях из стали класса С60/45 для однопроходных швов, во всех остальных случаях при использовании указанных проволок следует принимать $R_{уш}^{св} = 21$ кН/см².

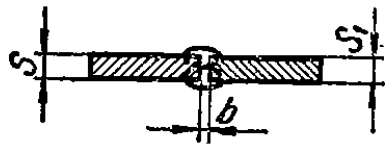
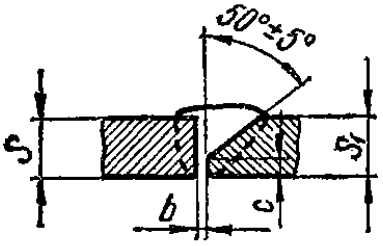
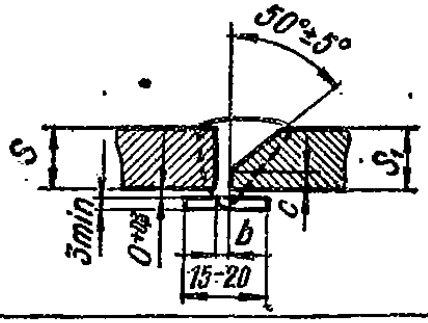
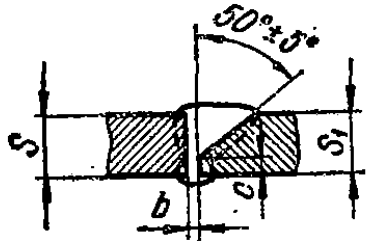
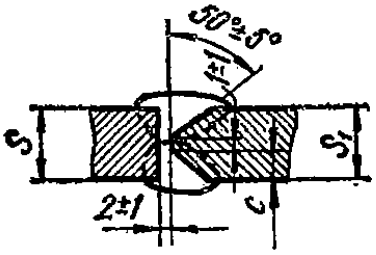
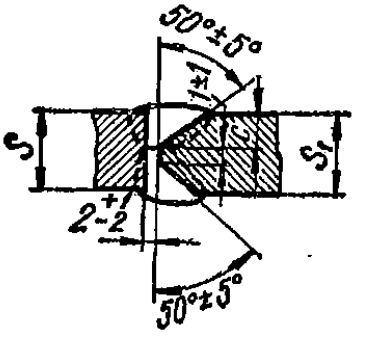
2. Порошковая проволока поставляется: марки ПП-АН8 по ЧМТУ 4-353-71, марки ПП-АН3 по ТУ ИЭС 24-66.

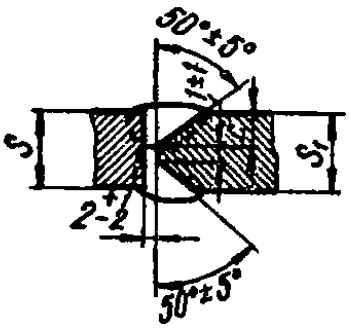
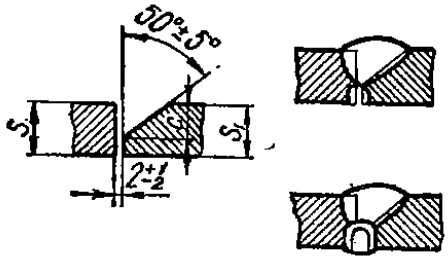
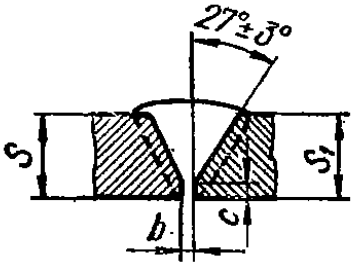
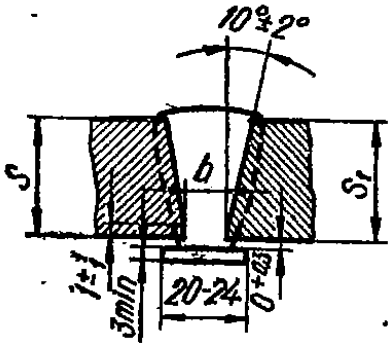
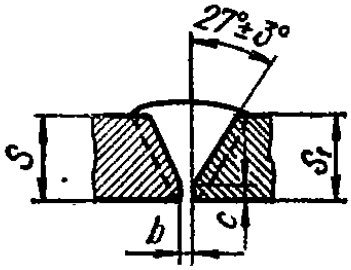
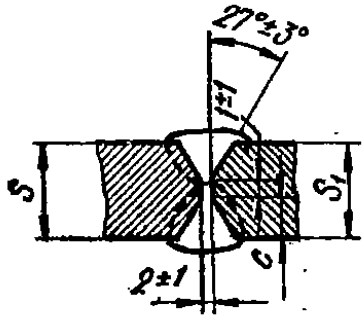
5. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

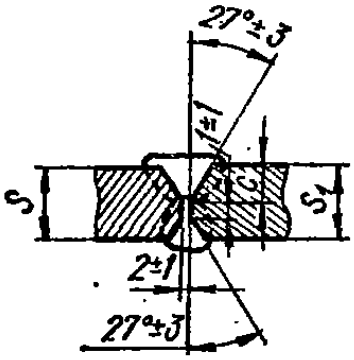
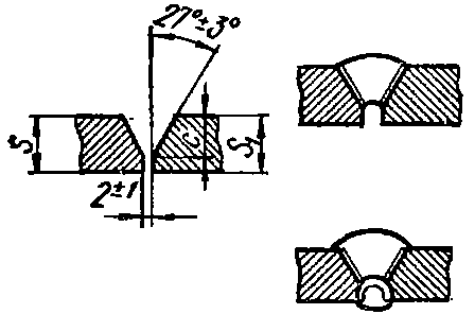
Типы и конструктивные элементы швов сварных соединений из углеродистых и низколегированных сталей, выполняемых ручной электродуговой сваркой металлическим плавящимся электродом во всех пространственных положениях, кроме швов сварных соединений труб и швов, выполняемых методом сварки глубокого проплавления, приведены в табл. V.12.

Таблица V.12. **Швы сварных соединений. Ручная электродуговая сварка. Основные типы и конструктивные элемеиты по ГОСТ 5264-69**

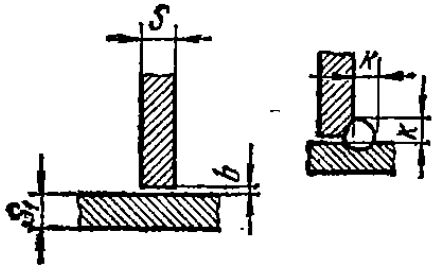
Условные обозначения шва		Эскиз	Конструктивные элементы		
по ГОСТ	в КМД		Размеры, мм		
			$S = S_1$	b	c
С2	][S	*Стыковые соединения* 	1—1,5 2—3 4—6	0 1 2	— — —
С3	][S		1—1,5 2—3 4—6	0 1 2	— — —

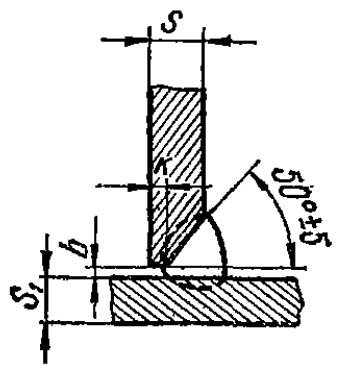
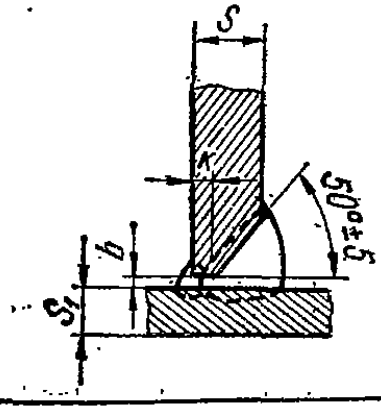
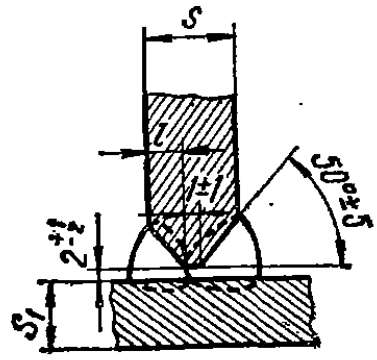
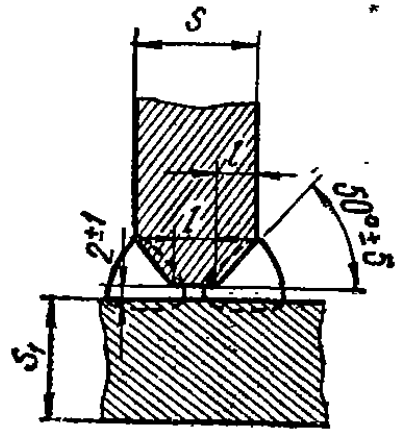
Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Конструктивные элементы		
С4	][S		2—8	2	—
С5	▽S		4—6 8—26	1 2	1 2
С6	▽S		4—6 8—14 16—26	3 4 5	1 2 2
С8	▽S		4—6 8—26	1 2	1 2
С11	KS		12—14 16—18 20—22 24—26 28—30 32—34 36—38 40—42 44—46 48—50 52—54 56—58 60	— — — — — — — — — — — — —	5—6 7—8 9—10 11—12 13—14 15—16 17—18 19—20 21—22 23—24 25—26 27—28 29
С13	KS		12—14 16—18 20—22 24—26 28—30 32—34 36—38 40—42	— — — — — — — —	8—9 10—11 13—14 16—17 18—19 20—22 23—25 26—28

Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Конструктивные элементы		
С13	KS		44—46 48—50 52—54 56—58 60	— — — — —	29—30 31—32 34—35 36—38 40
С14	∇S		8—10 12—14 16—18 20—22 24—26 28—30 32—34 36—38 40	— — — — — — — — —	6—7 8—10 11—13 14—15 16—18 19—21 22—24 25—27 28
С15	$\triangle S$		3—8 10—50	1 2	1 2
С16	$\llcorner\!\!\llcorner S$		6—20 22—100	8 12	— —
С18	∇S		3—8 10—50	1 2	1 2
С21	XS		12—14 16—18 20—22 24—26 28—30 32—34 36—38 40—42 44—46 48—50 52—54 56—58 60	— — — — — — — — — — — — —	5—6 7—8 9—10 11—12 13—14 15—16 17—18 19—20 21—22 23—24 25—26 27—28 29

Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Конструктивные элементы		
С24	XS		12—14 16—18 20—22 24—26 28—30 32—34 36—38 40—42 44—46 48—50 52—54 56—58 60	— — — — — — — — — — — — —	8—9 10—11 13—14 16—17 18—19 20—22 23—25 26—28 29—30 31—32 34—35 36—38 40
С25	∇S		8—10 12—14 16—18 20—22 24—26 28—30 32—34 36—38 40	— — — — — — — — —	6—7 8—10 11—13 14—15 16—18 19—21 22—24 25—27 28

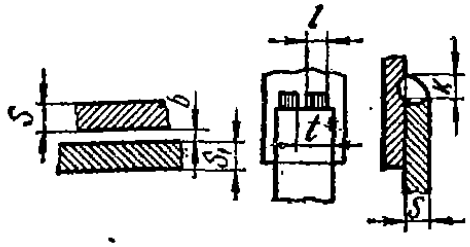
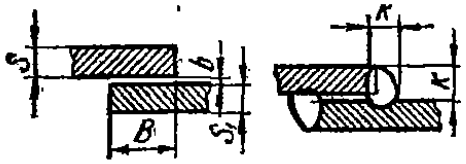
Тавровое соединение

Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Размеры, мм				
			S	S_1, не менее	l	k	b
Т1			2—2,5	-	20—25	3	0^{+1}
			3—4,5			3	0^{+2}
			5—6			4	
			7—9			5	
			10—15			6	
			16—21			7	0^{+3}
			22—30	$0{,}7S$		8	

Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Конструктивные элементы				
Т6	∇S		4—6 8—26	0,7S		1 2	1 2
Т7	∇S		4—6 8—26	0,7S		1 2	1 2
Т9	KS		12—14 16—18 20—22 24—26 28—30 32—34 36—38 40—42 44—46 48—50 52—54 56—58 60	0,7S	5—6 7—8 9—10 11—12 13—14 15—16 17—18 19—20 21—22 23—24 25—26 27—28 29		
Т10	$\nabla_{(l+2)}$		12—16 18—22 24—28 30—34 36—40 42—46 48—52 54—58 60—64 66—70 72—76 78—82 84—88 90—92 96—98 100	0,7S	4—5 6—7 8—9 10—11 12—13 14—15 16—17 18—19 20—21 22—23 24—25 26—27 28—29 30—31 32—33 33		

Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Конструктивные элементы

Соединение внахлестку

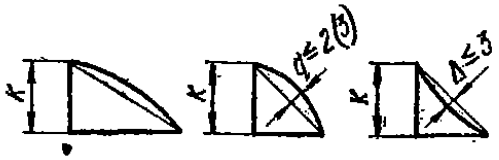
			Размеры, мм				
			S	S_1, не менее	B	K	b
Н1	$\angle k$		2—5 6—60	S	—	$S+b$	0^{+1} 0^{+2}
Н2	$\angle k$		2—5 6—60	S	$2(S+S_1)$		0^{+1} 0^{+2}

Примечания: 1. Сварку в вертикальном и потолочном положениях швов С2 производят для толщин не более 3 мм, швов С4 — не более 6 мм.

2. Размеры k, l, t для швов Т1 относятся к нерасчетным швам.

3. Размеры l, t швов Н1 устанавливают при проектировании.

4. Для потолочных и горизонтальных швов в вертикальной плоскости допускается угол разделки кромок $22 \pm 3°$, зазор 4 ± 1 мм.



5. За катет k принимают меньший катет вписанного в сечение шва сварного соединения неравнобедренного или равнобедренного треугольника по эскизу.

Таблица V.13. **Швы сварных соединений. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом в конструкциях из углеродистых и низколегированных сталей. Основные типы и конструктивные элементы по ГОСТ 8713-70**

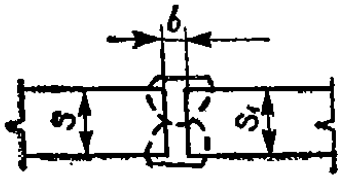
Обозначения способов сварки:

А — автоматическая под флюсом без применения подкладок, подушек и подварочного шва; Аф — автоматическая под флюсом на флюсовой подушке; Ам — автоматическая под флюсом на флюсо-медной подкладке; Ап, Ас — автоматическая под флюсом на стальной подкладке; Апш — автоматическая под флюсом с предварительным наложением подварочного шва; Апк — автоматическая под флюсом с предварительной подваркой корня шва; П — полуавтоматическая под флюсом без применения подкладок, подушек и подварочного шва; Пп, Пс — полуавтоматическая под флюсом на стальной подкладке;

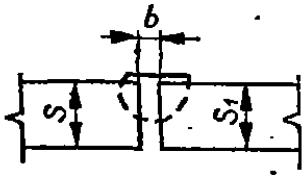
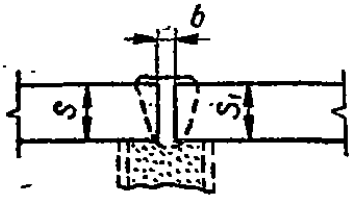
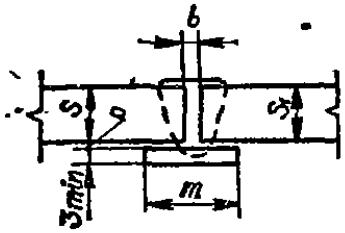
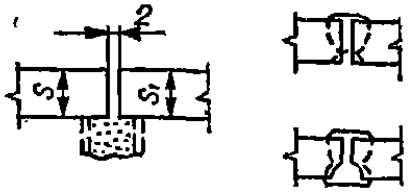
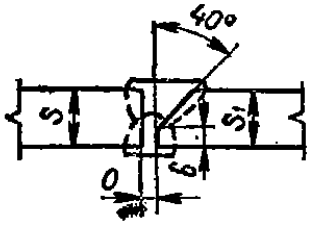
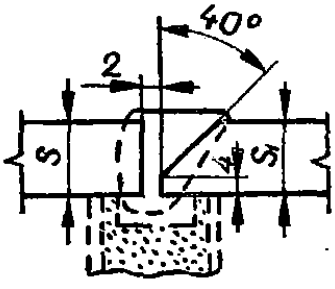
Ппш — полуавтоматическая под флюсом и предварительным наложением подварочного шва; Ппк — полуавтоматическая под флюсом с предварительной подваркой корня шва.

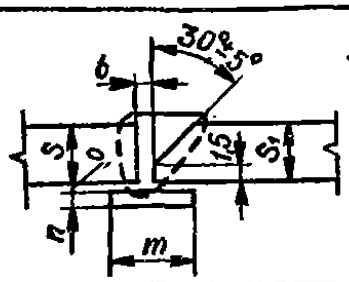
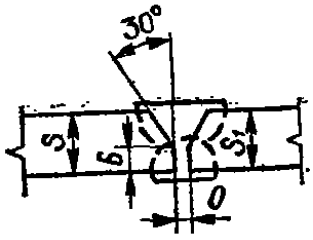
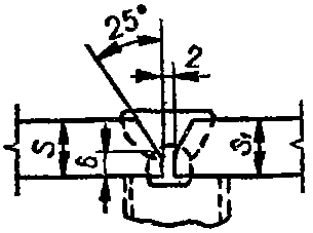
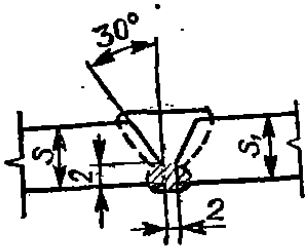
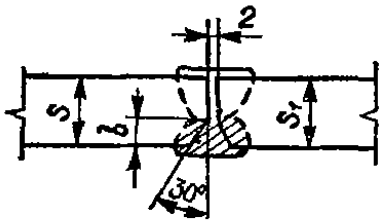
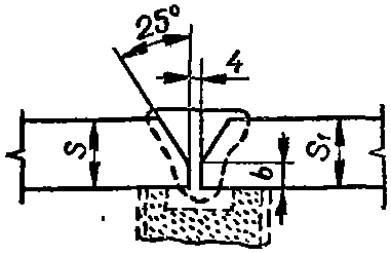
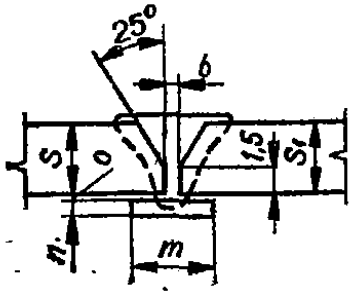
Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Обозначения способа сварки	Конструктивные элементы

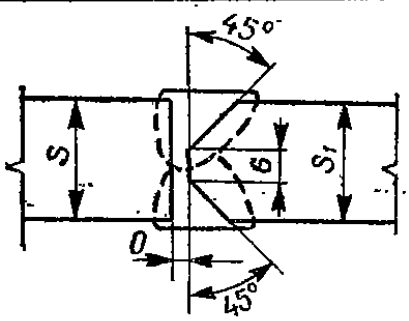
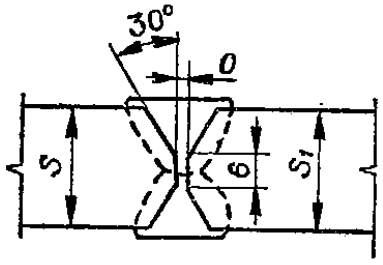
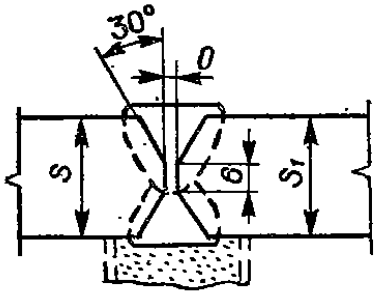
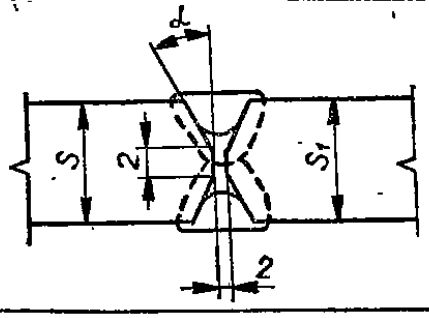
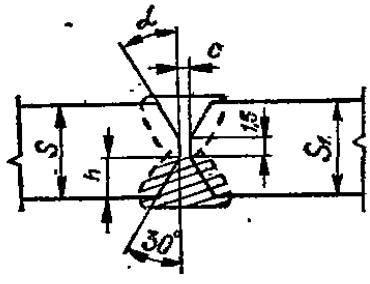
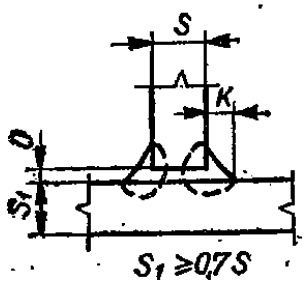
Стыковые соединения

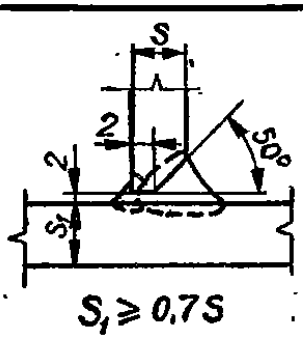
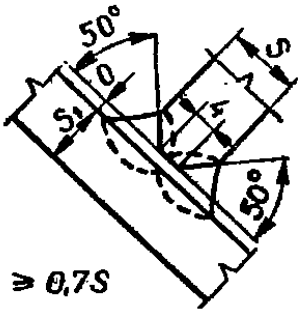
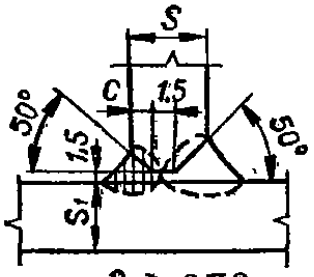
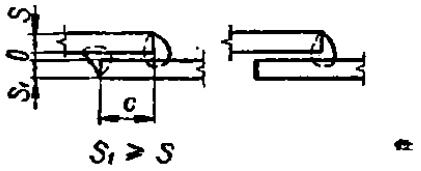
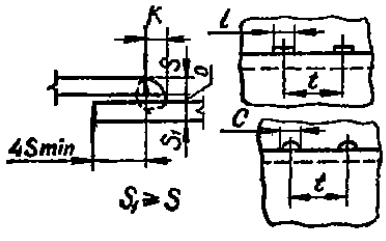
				Размеры, мм			
				$S = S_1$	b	m, не менее	n, не менее
С2	][AS		А, П	2—20	0		

Продолжение табл. V.13

Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Обозначения способа сварки	Конструктивные элементы		
С4	][AS		А, П	2—12 2—0	0 0	
С5	][AS		Аф	3—4 5—6 7—10	1 1,5 2	
С7	][AS		Ас, Пс	2 3	1,5 1,5	15
				4 5	2	20
				6 7 8	3	25
				9 10	4	30
				12	5	
С8	][AS		Аф	16—32		
С9	▽AS		А	14—20		
С10	▽AS		Аф, Ам	8—20		

Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Обозначения способа сварки	Конструктивные элементы			
С11	▽AS		Ап, Пп	8—12 14—16 18 20 22—24 26—30	2 3 4 4 5 5	25 25 30 30 30 40	3 4 4 6 6 6
С13	▽AS		А, П	14—24			
С14	▽AS		Аф	14—24			
С15	▽AS		Апк, Ппк	14—30			
С16	▽AS		Апш, Ппш	5—7 8—9 10—12 14	3 4 5 8		
С17	▽AS		Аф Ам	8—12 14—24	3 4		
С18	▽AS		Ас Пс	8—12 14—16 18 20 22—24 26—30	2 3 4 4 5 5	30 30 40 40 40 50	3 4 4 6 6 6

Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Обозначения способа сварки	Конструктивные элементы			
				Размеры, мм			
				$S = S_1$	c	h	α
С29	КАS		А	20—30	—	—	—
С30	ХАS		А, П	20—60	—	—	—
С31	ХАS		Аф	24—40	—	—	—
С32	ХАS		Апк	24—38 40—60	— —	— —	30° 25°
С34	ХАS		Апш, Ппш	16—26 28—36 38 40—50 52—60	2 2 2 3 3	8 9 10 10 10	25° 25° 25° 22° 20°
Тавровые соединения				Размеры, мм			
				S	c	k, не более	
Т1, Т5	⊾ АS		А, П	3—5 6—12 12—16 18—40	— — — —	3 4 5 0,35S	

Условные обозначения шва по ГОСТ	Условные обозначения шва в КМД	Эскиз	Обозначения способа сварки	Конструктивные элементы		
Т9	▽AS	 $S_1 \geqslant 0{,}7S$	Апш	8—24	—	—
Т10	KAS	 $S_1 \geqslant 0{,}7S$	Ппш А, П	16—40	—	—
Т11	KAS	 $S_1 \geqslant 0{,}7S$	Апш Ппш	20—24 26—28 30—34 36—40	7 8 10 12	— — —
Соединения внахлестку						
Н1 Н2	⌞ AS	 $S_1 \geqslant S$	А, П	1—20	20—90	—
Н3 Н4	⌞ AS	 $S_1 \geqslant S$	П	2 3 4 5—6	6—7 7—10 7—11 8—11	2 3 3 3

Примечания: 1. Полуавтоматическая сварка шва С2 при $3 \geqslant S \geqslant 10$ мм не рекомендуется.

2. Полуавтоматическая сварка шва С4 при $S < 3$ мм не рекомендуется.

3. При полуавтоматической сварке шва С30 притупление равно 3 ± 1 мм.

4. При полуавтоматической сварке швов Т10 притупление $c = 3 \pm 1$ мм.

5. В швах сварных соединений типов С7, С11, С18 стальная подкладка может быть съемной или остающейся.

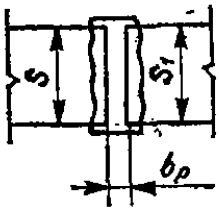
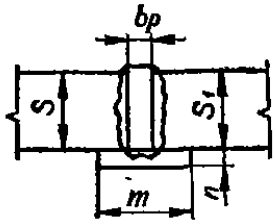
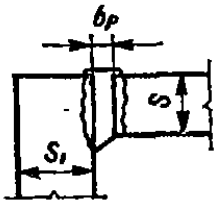
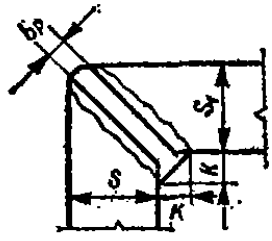
6. Размеры катетов угловых и тавровых швов сварных соединений являются нерасчетными.

7. Предусмотренные конструктивные элементы подготовленных кромок распространяются на соединения при угле наклона между стенками от 60 до 120°.

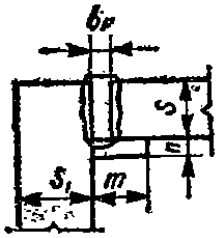
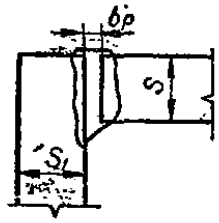
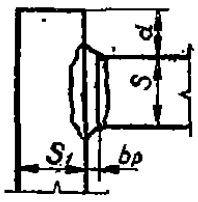
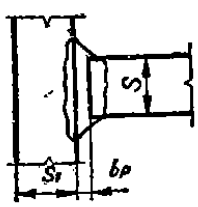
8. За катет k принимают меньший катет вписанного в сечение шва сварного соединения неравнобедренного и равнобедренного треугольника (см. эскиз к примечанию 5 табл. V.12).

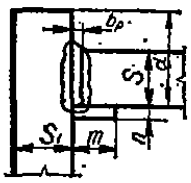
9. В сварных швах Н3, Н4 размеры c, l, t устанавливают при проектировании по наименьшей толщине.

Таблица V.14. **Сварные соединения и швы. Электрошлаковая сварка в конструкциях из сталей. Основные типы и конструктивные элементы по ГОСТ 15164-78**

Условное обозначение соединения	Эскиз	Способ сварки	Конструктивные элементы			
Стыковые соединения			Размеры, мм			
			$S = S_1$			$b_р$
С1		ШЭ	16—30 30—80 80—450			22 25 28
		ШМ	⩾30			$20 + \delta_м$
		ШП	30— —800			$20 + \delta_п + 0{,}005l$
			Размеры, мм			
		ШЭ	$S = S_1$	$b_р$	m	n
С2			16—30 30—80 80—450	22 25 28	60 60 80	40 40 60
		ШМ	⩾30	$20 + \delta_м$	80	60
		ШП	30—800	$20 + \delta_п + 0{,}005l$	80	60
Угловые соединения			Размеры, мм			
			S	S_1		$b_р$
У1		ШЭ	16—30 30—80 800—450	⩾S		22 25
				⩾80		28
		ШМ	30—80 ⩾80	⩾S ⩾80		$20 + \delta_м$
			Размеры, мм			
		ШЭ	$S = S_1$	$b_р$		k
У2			16—300	28		22
		ШМ	⩾30	$20 + \delta_м$		22

Продолжение табл. V.14

Условное обозначение соединения	Эскиз	Способ сварки	Конструктивные элементы				
			Размеры, мм				
			S	S_1	$b_р$	m	n
У3		ШЭ	16—30	$\geqslant S$	22	60	40
			30—80		25		
			80—450	$\geqslant 80$	28	80	60
		ШМ	30—80	$\geqslant S$	$20+\delta_м$	80	60
			$\geqslant 80$	$\geqslant 80$			
		ШП	30—80	$\geqslant 1{,}5S$	$20+\delta_п+0{,}005l$	80	60
			80—800	$\geqslant 120$	$20+\delta_п+0{,}005l$	80	60
У4		ШЭ	16—30	$\geqslant S$	22		
			30—80		25		
			80—450	$\geqslant 80$	28		
		ШМ	30—80	$\geqslant S$	$20+\delta_п$		
			$\geqslant 80$	$\geqslant 80$			
Тавровые соединения			Размеры, мм				
			S	S_1	$b_р$	d	
Т1		ШЭ	16—30	$\geqslant S$	22	$\leqslant 450$	
			30—80		25		
			80—450	$\geqslant 80$	28		
		ШМ	30—80	$\geqslant S$	$20+\delta_м$	∞	
			$\geqslant 80$	$\geqslant 80$			
Т2		ШЭ	16—30	$\geqslant S$	22		
			30—80		25		
			80—450	$\geqslant 80$	28		
		ШМ	30—80	$\geqslant S$	$20+\delta_м$		
			$\geqslant 80$	$\geqslant 80$			

Условное обозначение соединения	Эскиз	Способ сварки	Конструктивные элементы					
			Размеры, мм					
			S	S_1	$b_р$	m	n	d
Т3		ШЭ	16—30	$\geqslant S$	22	60	40	$\leqslant 450$
			30—80		25	80	60	
			80—450	$\geqslant 80$	28			
		ШМ	30—80	$\geqslant S$	$20 + \delta_м$			∞
			$\geqslant 80$	$\geqslant 8$				

Примечания: 1. В соединениях С2, У3, Т3 остающуюся подкладку рекомендуется после сварки удалять.

2. $\delta_п$ — толщина электрода, сечение которого соответствует по форме поперечному сечению сварочного пространства; $\delta_м$ — толщина плавящего мундштука (большая из толщин пластины или канала); обозначения способов электрошлаковой сварки: ШЭ — проволочным электродом; ШМ — плавящимся мундштуком; ШП — электродом, сечение которого соответствует по форме поперечному сечению сварочного пространства.

3. Допускается сварка деталей неодинаковой толщины встык, если разница по толщине не превышает 40 мм.

4. Соединения У2 следует применять при нагружениях, создающих опасность расслоения свариваемых кромок.

V.2. БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. РАСЧЕТ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица V.15. Расчетные сопротивления болтовых соединений

Болты	Соединение	Класс или марка стали болтов	Класс стали соединяемых элементов	Расчетное сопротивление $R^б$, кН/см², при работе болтовых соединений на		
				растяжение	срез	смятие
Повышенной точности	Одноболтовое и многоболтовое	4.8	—	16	16	—
		5.8	—	19	18	—
		6.6	—	24	20	—
		8.8	—	40	30	—
		—	С38/23	—	—	38
		—	С44/29	—	—	47
		—	С46/33	—	—	52
		—	С52/40	—	—	61
Нормальной точности	Одноболтовое	4.6	—	17	15	—
		4.8	—	16	16	—
		5.6	—	21	17	—

Продолжение табл. V.15

Болты	Соединение	Класс или марка стали болтов	Класс стали соединяемых элементов	Расчетное сопротивление $R^б$, кН/см², при работе болтовых соединений на		
				растяжение	срез	смятие
Нормальной точности	Одноболтовое	5.8	—	19	18	—
		6.6	—	24	20	—
		8.8	—	40	30	—
		—	С38/23	—	—	38
		—	С44/29	—	—	47
		—	С46/33	—	—	52
		—	С52/40	—	—	61
	Многоболтовое	4.6	—	17	13	—
		4.8	—	16	14	—
		5.6	—	21	15	—
		5.8	—	19	16	—
		6.6	—	24	17	—
		8.8	—	40	25	—
		—	С38/23	—	—	34
		—	С44/29	—	—	42
		—	С46/33	—	—	46
Грубой точности	Одноболтовое	4.6	—	17	15	—
		4.8	—	16	16	—
		5.6	—	21	17	—
		5.8	—	19	18	—
		6.6	—	24	20	—
		—	С38/23	—	—	38
		—	С44/29	—	—	47
		—	С46/33	—	—	52
	Многоболтовое	4.6	—	17	13	—
		4.8	—	16	14	—
		5.6	—	21	15	—
		5.8	—	19	16	—
		6.6	—	24	17	—
		—	С38/23	—	—	34
		—	С44/29	—	—	42
		—	С46/33	—	—	46
Анкерные	—	ВСт3кп2	—	14	—	—
		09Г2С	—	17	—	—
		10Г2С1	—	19	—	—

Примечания: 1. В соединяемых элементах из сталей классов С38/23, С44/29 С46/33 при уменьшении расстояния вдоль усилия от края элемента до центра болта до $1{,}5d$ и расстояния между центрами болтов до $2d$ расчетное сопротивление смятию необходимо принимать с понижающим коэффициентом $K = 0{,}85$.

2. Значение чисел в обозначении класса прочности болтов в соответствии с ГОСТ 1759-70* следующее: первое, умноженное на 10, определяет минимальное временное сопротивление, кгс/мм²; второе, умноженное на 10, — отношение предела текучести к временному сопротивлению, проц.; произведение чисел = предел текучести, кгс/мм².

Болтовые соединения, воспринимающие продольные силы, рассчитывают по формулам (предполагая, что продольная сила распределяется между болтами равномерно):

на срез $\dfrac{N}{n \cdot n_{ср} \cdot \dfrac{\pi d^2}{4}} \leqslant R^{б}_{ср}$; на смятие $\dfrac{N}{nd\Sigma\delta} \leqslant R^{б}_{см}$;

на растяжение $\dfrac{N}{nF_{нт}} \leqslant R^{б}_{р}$,

(V.12), (V.13), (V.14),

где N — расчетная продольная сила, действующая на болтовое соединение; n — количество болтов в соединении; $n_{ср}$ — число срезов одного болта; d — наружный диаметр стержня болта; $\Sigma\delta$ — наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении; $R_{ср}$, $R^{б}_{см}$, $R^{б}_{р}$ — расчетные сопротивления срезу, смятию и растяжению болтового соединения, принимаемые по табл. V.15; $F_{нт}$ — площадь сечения болта нетто, определяемая по формуле: $F_{нт} = \dfrac{\pi}{16}(d_2 + d_3)^2$, (V.15),

где d_2 — номинальный средний диаметр резьбы; $d_3 = d_1 - \dfrac{H}{6}$, (V.16)

где d_1 — номинальный внутренний диаметр резьбы; H — теоретическая высота резьбы.

Величины d_1, d_2 и H принимают по стандарту ст СЄВ 180 — 75. Болты, работающие одновременно на срез и растяжение, необходимо проверять отдельно на срез и растяжение.

В креплениях одного элемента к другому через прокладки или другие промежуточные элементы, а также в креплениях с односторонней накладкой число болтов должно быть увеличено против расчета на 10. При креплениях выступающих полок уголков или швеллеров с помощью коротышей число болтов, прикрепляющих одну из полок коротыша, должно быть увеличено против расчета на 50.

При конструировании болты необходимо размещать в соответствии с рекомендациями табл. V.16.

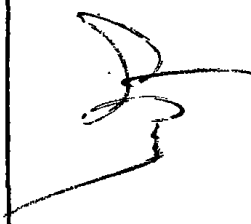
Таблица V.16. **Размещение болтов**

Характеристика расстояния	Расстояние
Между центрами болтов в любом направлении:	
минимальное в конструкциях из сталей классов С38/23, С44/29, С46/33	2,5 d
то же, классов С52/40, С60/45, С70/60, С85/75	3,0 d
максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии	8d или 12δ
максимальное в средних, а также крайних рядах при наличии окаймляющих уголков:	
при растяжении	16d или 24δ
при сжатии	12d или 18δ
От центра болта до края элемента:	
минимальное, вдоль усилия	2d
то же, поперек усилия при кромках:	
обрезных	1,5 d
прокатных	1,2 d
максимальное	4 d или 8δ
Между центрами болтов вдоль усилия при размещении болтов в шахматном порядке, не менее	a + 1,5d

Примечания: 1. При размещении болтов в шахматном порядке сечение элемента $F_{нт}$ определяется с учетом ослабления его отверстиями, расположенными только в одном сечении поперек усилия (не по «зигзагу»).

2. d — диаметр отверстия для болта; δ — толщина наиболее тонкого наружного элемента; a — расстояние между рядами болтов поперек усилия.

Таблица V.17. **Указания по применению болтов**

Условия применения		Технические требования по ГОСТ 1759-70 *				ГОСТ на болты	Допускаемый диаметр, мм	Дополнительные требования
Расчетная температура, град С	Условия работы болтов	Класс прочности	Технологический процесс изготовления	Дополнительные виды испытаний	Марки стали болтов			
В конструкциях, не рассчитываемых на выносливость								
$t \geqslant -40$	Растяжение или срез	4.6	Горячая или холодная высадка с последующей нормализацией	На разрыв	20	15589-70* 15591-70* 7798-70* 7796-70*	$d \leqslant 48$	— 
		5.6			30, 35			
		6.6	Горячая высадка с последующими закалкой и отпуском		35			
		4.8	Холодная высадка		10, 10кп			
		5.8			20, 20кп Ст3сп3 Ст3кп3			
$-40 > t \geqslant -65$	Растяжение	4.6	Горячая или холодная высадка с последующей нормализацией	На разрыв или на разрыв на косой шайбе и определение ударной вязкости	20	7798-70 * 7796-70 * 7805-70 *	$d \leqslant 27$	
		5.6			30, 35			
		4.8	Холодная высадка	На разрыв или на разрыв на косой шайбе	10, 10кп		$d \leqslant 24$	С последующей термообработкой, обеспечивающей значение ударной вязкости при $t = -70°$ С не ниже 30 Дж/см²
		5.8			20, 20кп, Ст3сп3, Ст3кп3			

Продолжение табл. V.17

Условия применения		Технические требования по ГОСТ 1759-70 *				ГОСТ на болты	Допускаемый диаметр, мм	Дополнительные требования
Расчетная температура, град С	Условия работы болтов	Класс прочности	Технологический процесс изготовления	Дополнительные виды испытаний	Марки стали болтов			
—40> >t ≥ ≥—65	Растяжение или срез	8.8	Горячая или холодная высадка с последующими закалкой и отпуском	На разрыв или на разрыв на косой шайбе и на растяжение образцов	35Х 38ХА	7798-70* 7796-70* 7805-70*	$d \leqslant 48$	—
	Срез	4.6	Горячая или холодная высадка с последующей нормализацией	На разрыв	20		$d \leqslant 30$	—
		5.6			30, 35			
		4.8	Холодная высадка		10, 10кп			
		5.8			20, 20кп, Ст3сп3, Ст3кп3			
	Растяжение	4.8			20, 20кп Ст3сп3, Ст3кп3		$27 \leqslant d \leqslant 48$	С последующей термообработкой, обеспечивающей значение ударной вязкости при $t = -70°$ С не менее 30 Дж/см^2

В конструкциях, рассчитываемых на выносливость

$t \geqslant -40$	Растяжение или срез	4.6	Горячая или холодная высадка с последующей нормализацией	На разрыв или на разрыв на косой шайбе и определение ударной вязкости	20	15589-70* 15591-70* 7798-70* 7796-70*	$d \leqslant 48$	
		5.6	Горячая высадка с последующими закалкой и отпуском		30, 35			
		6.6			35			
$-40 > t \geqslant -65$	Растяжение или срез	8.8	Горячая или холодная высадка с последующими закалкой и отпуском	На разрыв или на разрыв на косой шайбе и растяжение образцов	35Х 38ХА	7798-70* 7796-70*		
	Растяжение	4.8	Холодная высадка	На разрыв или на разрыв на косой шайбе	14Г2 09Г2 по ГОСТ 19281-73		$27 \leqslant d \leqslant 48$	С последующей термообработкой, обеспечивающей значение ударной вязкости при $t = -70°$ С не ниже 30 Дж/см^2

Примечания: 1. В нерасчетных соединениях допускается применять болты с подголовком грубой и нормальной точности по ГОСТ 15590-70* и 7795-70*, для расчетной температуры $t \geqslant -40°$ С без дополнительных видов испытаний, предусмотренных в графе 5 данной таблицы.

2. Механические свойства болтов и гаек приведены в ГОСТ 1759-70*.

Таблица V.18 Несущая способность болтов М12 ÷ М20 нормальной и грубой точности

Напряженное состояние	Соединение	Несущая способность $[N]$, кН, одного болта диаметром d, мм				
		12	(14)	16	(18)	20
		Площадь болта $F_{бр}/F_{нт}$, см²				
		1,13 / 0,84	1,54 / 1,15	2,01 / 1,57	2,54 / 1,92	3,14 / 2,45
Растяжение болтов из стали класса:	Одноболтовое, многоболтовое					
4.6		14,2	19,5	26,7	32,6	41,7
4.8		13,4	18,4	25,1	30,7	39,2
5.6		17,6	24,1	33,0	40,3	51,5
5.8		16,0	21,8	29,8	36,4	46,5
6.6		20,2	27,6	37,7	46,1	58,8
8.8		33,6	46,0	62,8	76,8	98,0
Срез болта из стали класса:	Одноболтовое					
4.6		17,0	23,1	30,1	38,1	47,1
4.8		18,1	24,6	32,2	40,6	50,2
5.6		19,2	26,2	34,2	43,2	53,4
5.8		20,3	27,7	36,2	45,7	56,5
6.0		22,6	30,8	40,2	50,8	62,8
8.8		33,9	46,2	60,3	76,2	94,2
Срез болта из стали класса:	Многоболтовое					
4.6		14,7	20,0	26,1	33,0	40,8
4.8		15,8	21,5	28,1	35,6	44,0
5.6		17,0	23,1	30,1	38,1	47,1
5.8		18,1	24,6	32,2	40,6	50,2
6.6		19,2	26,2	34,2	43,2	53,4
8.8		28,2	38,5	50,2	63,5	78,3
Смятие элементов из стали класса: С38/23	Одноболтовое	45,6	53,2	60,8	68,4	76,0
	Многоболтовое	40,8	47,6	54,4	61,2	68,0
С44/29	Одноболтовое	56,4	65,8	75,2	84,6	94,0
	Многоболтовое	50,4	58,8	67,2	75,6	84,0
С46/33	Одноболтовое	62,4	72,4	83,2	93,6	104,0

Напряженное состояние	Соединение	Несущая способность [N], кН, одного болта диаметром d, мм				
		12	(14)	16	(18)	20
		Площадь болта $F_{бр}/F_{нт}$, см²				
		1,13 / 0,84	1,54 / 1,15	2,01 / 1,57	2,54 / 1,92	3,14 / 2,45
С46/33	Многоболтовое	55,2	64,4	73,6	82,8	92,0
С52/40	Одноболтовое	73,2	85,4	97,6	109,8	122,0

Примечания: 1. Диаметры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. Несущая способность болтов на смятие определена при сумме толщин элементов, сминаемых в одном направлении, $\Sigma\delta$ равной 10 мм. Для определения несущей способности болта на смятие при $\Sigma\delta$, отличном от 10 мм, необходимо $[N]_{см}$, указанное в таблице, умножить на величину, равную $\frac{\Sigma\delta_1}{10}$, где $\Sigma\delta_1$ — фактическая сумма толщин элементов, сминаемых в одном направлении, мм.

3. Несущая способность на растяжение и срез болтов из стали класса 8.8, а также смятие элементов из стали класса С52/40 даны для болтов нормальной точности.

Таблица V.19. Несущая способность болтов М22 ÷ М36 нормальной и грубой точности *

Напряженное состояние	Соединение	Несущая способность [N], кН, одного болта диаметром d, мм				
		(22)	24	(27)	30	36
		Площадь болта $F_{бр}/F_{нт}$, см²				
		3,80 / 3,03	4,52 / 3,52	5,72 / 4,59	7,06 / 5,60	10,17 / 8,17
Растяжение болтов из стали класса:	Одноболтовое					
4.6		51,5	59,8	78,0	95,2	139,0
4.8		48,5	56,3	73,5	89,5	130,8
5.6		63,6	74,0	96,4	117,5	171,5
5.8		57,5	66,7	87,2	106,5	155,2
6.6		72,7	84,6	110,3	134,3	196,0
8.8		121,2	140,8	183,6	224,0	326,8
Срез болта из стали класса:	Одноболтовое					
4.6		57,0	67,8	85,8	106,0	152,5
4.8		60,8	72,3	91,5	113,0	162,7
5.6		64,6	76,8	97,2	120,2	172,9
5.8		68,4	81,4	103,0	127,1	183,0
6.6		76,0	90,4	114,4	141,2	203,4
8.8		114,0	135,6	171,6	212,1	305,0

* См. примечания к табл. V.18.

Продолжение табл. V.19

Напряженное состояние	Соединение	Несущая способность [N], кН, одного болта диаметром d, мм				
		(22)	24	(27)	30	36
		Площадь болта $F_{бр}/F_{нт}$, см²				
		3,80 / 3,03	4,52 / 3,52	5,72 / 4,59	7,06 / 5,60	10,17 / 8,17
Срез болта из стали класса:	Многоболтовое					
4.6		49,4	58,7	74,3	91,8	132,2
4.8		53,2	63,3	80,1	98,9	142,2
5.6		57,0	67,8	85,8	106,0	152,5
5.8		60,8	72,3	91,5	113,0	162,7
6.6		64,4	76,8	97,2	120,2	172,9
8.8		95,0	113,0	143,0	176,7	254,0
Смятие элементов из стали класса: С38/23	Одноболтовое	83,6	91,2	102,6	114,0	136,8
	Многоболтовое	74,4	81,6	91,8	102,0	122,4
С44/29	Одноболтовое	103,4	112,8	126,9	141,0	169,2
	Многоболтовое	92,4	100,8	113,4	126,0	151,2
С46/33	Одноболтовое	114,4	124,8	140,4	156,0	187,2
	Многоболтовое	101,2	110,4	124,2	138,0	165,6
С52/40	Одноболтовое	134,2	146,4	164,7	183,0	219,6

Таблица V.20. **Несущая способность болтов М16 ÷ М27 повышенной точности**

Напряженное состояние	Несущая способность [N], кН, одного болта диаметром d, мм					
	16	(18)	20	(22)	24	(27)
	Площадь болта $F_{бр}/F_{нт}$, см²					
	2,01 / 1,57	2,54 / 1,92	3,14 / 2,45	3,80 / 3,03	4,52 / 3,52	5,72 / 4,59
Растяжение болта из стали класса:						
4.8	25,1	30,7	39,2	48,5	56,3	73,5
5.8	29,8	36,4	46,5	57,5	66,7	87,2

* См. примечания 1, 2 к табл. V.18.

Продолжение табл. V.20

Напряженное состояние	Несущая способность [N], кН, одного болта диаметром d, мм					
	16	(18)	20	(22)	24	(27)
	Площадь болта $F_{бр}/F_{нт}$, см²					
	2,01 / 1,57	2,54 / 1,92	3,14 / 2,45	3,80 / 3,03	4,52 / 3,52	5,72 / 4,59
Растяжение болта из стали класса:						
6.6	37,7	46,1	58,8	72,7	84,6	110,3
8.8	62,8	76,8	98,0	121,2	140,8	183,6
Срез болта из стали класса:						
4.8	32,2	40,6	50,2	60,8	72,3	91,5
5.8	36,2	45,7	56,5	68,4	81,4	103,0
6.6	40,2	50,8	62,8	76,0	90,4	114,4
8.8	60,3	76,2	94,2	114,0	135,6	171,6
Смятие элементов из стали класса:						
С38/23	60,8	68,4	76,0*	83,6	91,2	102,6
С44/29	75,2	84,6	94,0	103,4	112,8	126,9
С46/33	83,2	93,6	104,0	114,4	124,8	140,4
С52/40	97,6	109,8	122,0	134,2	146,4	164,7

Таблица V.21. Несущая способность болтов М30-М64 повышенной точности

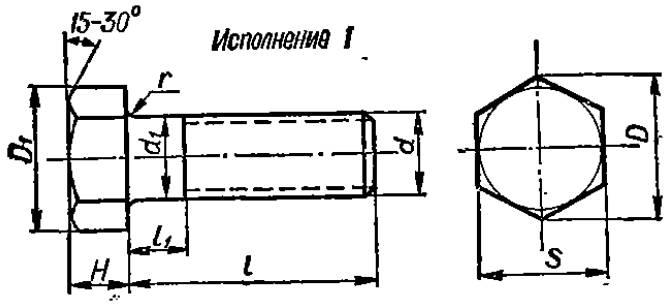
Напряженное состояние	Несущая способность [N], кН, одного болта диаметром d, мм					
	30	33	42	48	56	64
	Площадь болта $F_{бр}/F_{нт}$, см²					
	7,06 / 5,60	10,17 / 8,17	13,85 / 11,21	18,08 / 14,73	24,62 / 20,30	32,15 / 26,76
Растяжение болта из стали класса:						
4.8	89,5	130,8	179,0	236,0	324,8	428,2
5.8	106,5	155,0	212,5	280,0	385,7	508,5
6.6	134,3	196,0	269,0	354,0	487,2	642,2
8.8	224,0	326,8	448,4	589,2	812,0	1070,4
Срез болта из стали класса:						
4.8	113,0	162,7	221,6	289,3	394,0	514,4
5.8	127,1	183,1	249,3	325,4	443,2	578,7
6.6	141,2	203,4	277,0	361,6	492,4	643,0
8.6	212,1	305,1	415,5	542,4	738,6	964,5
Смятие элементов из стали класса:						
С38/23	114,0	136,8	159,6	182,4	212,8	243,2
С44/29	141,0	169,2	197,4	225,6	263,2	300,8

* См. примечание 2 к табл. V.18.

Напряженное состояние	Несущая способность [N], кН, одного болта диаметром d, мм					
	30	36	42	48	56	64
	Площадь болта $F_{бр}/F_{нт}$, см²					
	7,06 / 5,60	10,17 / 8,17	13,85 / 11,21	18,08 / 14,73	24,62 / 20,30	32,15 / 26,76
Смятие элементов из стали класса:						
С46/33	156,0	187,2	218,4	249,6	291,2	332,8
С52/40	183,0	219,6	256,2	292,8	341,6	390,4

3. ТАБЛИЦЫ БОЛТОВ, ГАЕК И ШАЙБ

Таблица V.22. **Болты с шестигранной головкой нормальной точности по ГОСТ 7798-70*; повышенной по ГОСТ 7805-70*, грубой по ГОСТ 15589-70***



Номинальный диаметр резьбы d	Диаметр стержня болта d_1	Размер «под ключ» S	Высота головки H	Диаметр описанной окружности D, мм, болтов по ГОСТ			Радиус под головкой болта r, мм, болтов по ГОСТ	
мм				7798-70*	7805-70*	15589-70*	7798-70* 15589-70*	7805-70*
12	12	19	8	20,9	21,1	—	0,6÷1,6	0,6÷1,1
(14)	14	22	9	24,3	24,5	—	0,6÷1,6	0,6÷1,1
16	16	24	10	26,5	26,8	—	0,6÷1,6	0,6÷1,1
(18)	18	27	12	29,9	30,2	—	0,6÷1,6	0,6÷1,1
20	20	30	13	33,3	33,6	32,4	0,8÷2,2	0,8÷1,2
(22)	22	32	14	35,0	35,8	34,4	0,8÷2,2	0,8÷1,2
24	24	36	15	39,6	40,3	38,8	0,8÷2,2	0,8÷1,2
(27)	27	41	17	45,2	45,9	44,4	1,0÷2,7	1,0÷1,7
30	30	46	19	50,9	51,6	50,0	1,0÷2,7	1,0÷1,7
36	36	55	23	60,8	61,7	59,7	1,0÷3,2	1,0÷1,7
42	42	65	26	72,1	73,0	70,8	1,2÷3,3	1,2÷1,8
48	48	75	30	83,4	84,3	81,9	1,6÷4,3	1,6÷2,3

Примечание. Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Таблица V.23. Длина и масса болтов по ГОСТ 7798-70*; 7805-70*; 15589-70*

Длина болта l, мм	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг
	М12		(М14)		М16		(М18)	
30	0	44,05	0	62,84	0	83,24	0	114,3
35	5	48,43	0	68,44	0	90,62	0	123,6
40	10	52,87	6	74,45	0	97,99	0	132,9
45	15	57,31	11	80,50	7	105,7	0	142,1
50	20	61,76	16	86,55	12	113,6	8	152,4
55	25	66,20	21	92,59	17	121,5	13	162,4
60	30	70,64	26	98,64	22	129,4	18	172,4
65	35	75,08	31	104,7	27	137,3	23	182,4
70	40	79,53	36	110,7	32	145,2	28	192,4
75	45	83,97	41	116,8	37	153,1	33	202,4
80	50	88,42	46	122,8	42	161,0	38	212,4
(85)	55	92,86	51	128,9	47	168,9	43	222,4
90	60	97,29	56	134,9	52	176,8	48	232,4
(95)	65	101,7	61	141,0	57	184,7	53	242,4
100	70	106,2	66	147,0	62	192,6	58	252,4
(105)	75	110,6	71	153,1	67	200,5	63	262,4
110	80	115,1	76	159,1	72	208,4	68	272,3
(115)	85	119,5	81	165,2	77	216,3	73	282,3
120	90	124,0	86	171,2	82	224,2	78	292,3
(125)	95	128,4	91	177,2	87	232,1	83	302,3
130	100	132,8	96	183,3	92	240,0	88	312,3
140	110	141,7	106	195,4	102	255,8	98	332,3
150	120	150,6	116	207,5	112	271,6	108	352,3
160	124	159,5	120	219,6	116	287,4	112	372,3
170	134	168,4	130	231,7	126	303,2	122	392,3
180	144	177,3	140	243,8	136	319,0	132	412,3
190	154	186,2	150	255,9	146	333,8	142	432,3
200	164	195,0	160	267,9	156	350,6	152	452,2
220	184	212,8	180	292,1	176	382,2	172	492,2
240	204	230,6	200	316,3	196	413,8	192	532,2
260	224	248,3	220	340,5	216	445,4	212	572,2
280	—	—	240	364,7	236	476,9	232	612,2
300	—	—	260	388,9	256	508,5	252	652,2
	М20		(М22)		М24		(М27)	
30	0	147,9	0	180,6	—	—	—	—
35	0	159,4	0	194,6	0	246,9	0	340,6
40	0	170,9	0	208,6	0	263,5	0	361,8
45	0	182,5	0	222,6	0	280,1	0	373,0
50	0	194,0	0	236,6	0	296,7	0	404,1
55	9	206,8	0	250,7	0	313,3	0	425,8
60	14	219,1	10	266,5	0	329,9	0	446,5
65	19	231,5	15	281,4	11	348,8	0	467,7
70	24	243,8	20	296,4	16	366,5	10	491,1
75	29	256,1	25	311,3	21	384,3	15	513,6
80	34	268,1	30	326,2	26	402,1	20	536,1
(85)	39	280,8	35	341,2	31	419,8	25	558,6
90	44	293,2	40	356,1	36	437,6	30	581,0

Продолжение табл. V.23

Длина болта l, мм	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг
	М20		(М22)		М24		(М27)	
(95)	49	305,5	45	371,0	41	455,4	35	603,5
100	54	317,8	50	385,9	46	473,2	40	626,0
(105)	59	330,2	55	400,9	51	490,9	45	648,5
110	64	342,5	60	415,8	56	508,7	50	671,0
(115)	69	354,9	65	430,7	61	526,5	55	693,5
120	74	367,2	70	445,7	66	544,2	60	716,0
(125)	79	379,5	75	460,6	71	562,0	65	738,5
130	84	391,9	80	475,5	76	579,8	70	761,0
140	94	416,6	90	505,4	86	615,3	80	806,0
150	104	441,2	100	535,2	96	650,8	90	850,1
160	108	465,9	104	565,1	100	686,4	94	895,9
170	118	490,6	114	595,0	110	721,9	104	940,9
180	128	515,3	124	624,8	120	757,5	114	985,9
190	138	540,0	134	654,7	130	793,0	124	1031
200	148	564,6	144	684,6	140	828,6	134	1076
220	168	614,0	164	744,3	160	899,6	154	1166
240	188	663,4	184	804,0	180	970,8	174	1256
260	208	712,7	204	863,7	200	1042	194	1346
280	228	762,1	224	923,5	220	1113	214	1436
300	248	811,4	244	983,2	240	1184	234	1526
	М30		М36		М42		М48	
40	0	479,1	—	—	—	—	—	—
45	0	505,2	—	—	—	—	—	—
50	0	531,2	0	844,8	—	—	—	—
55	0	557,3	0	882,4	0	1304	—	—
60	0	583,3	0	920,1	0	1356	—	—
65	0	609,4	0	957,7	0	1407	0	2009
70	0	635,4	0	995,3	0	1458	0	2076
75	9	664,0	0	1033	0	1509	0	2143
80	14	691,8	0	1071	0	1561	0	2211
(85)	19	719,5	0	1108	0	1612	0	2278
90	24	747,3	12	1151	0	1663	0	2345
(95)	29	775,1	17	1191	0	1715	0	2412
100	34	802,8	22	1231	0	1766	0	2479
105)	39	830,6	27	1271	15	1826	0	2546
110	44	858,4	32	1311	20	1880	0	2614
115)	49	886,1	37	1351	25	1934	13	2690
120	54	913,9	42	1391	30	1989	18	2760
(125)	59	941,7	47	1431	35	2043	23	2831
130	64	969,5	52	1471	40	2098	28	2903
140	74	1025	62	1551	50	2207	38	3045
150	84	1080	72	1631	60	2315	48	3187
160	88	1136	76	1711	64	2424	52	3329
170	98	1192	86	1790	74	2533	62	3471
180	108	1247	96	1870	84	2642	72	3614
190	118	1303	106	1950	94	2751	82	3756

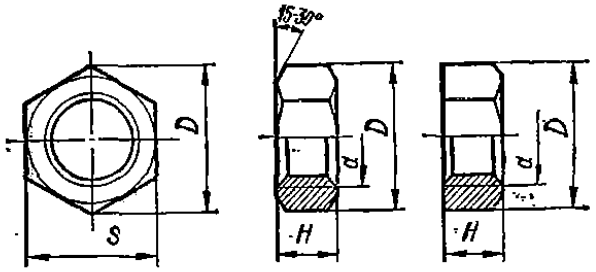
Продолжение табл. V.23

Длина болта l, мм	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части болта l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг
	М30		М36		М42		М48	
200	128	1358	116	2030	104	2860	92	3898
220	148	1469	136	2190	124	3077	112	4182
240	168	1580	156	2350	144	3295	132	4466
260	188	1691	176	2510	164	3513	152	4751
280	208	1802	196	2670	184	3730	172	5035
300	228	1914	216	2830	204	3948	192	5319

Примечания: 1. Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

2. По ГОСТ 15589-70* болты грубой точности используют диаметром 20 ÷ 48 мм.

Таблица V.24. Гайки шестигранные нормальной точности по ГОСТ 5915-70*, повышенной точности по ГОСТ 5927-70*, грубой точности по ГОСТ 15526-70*

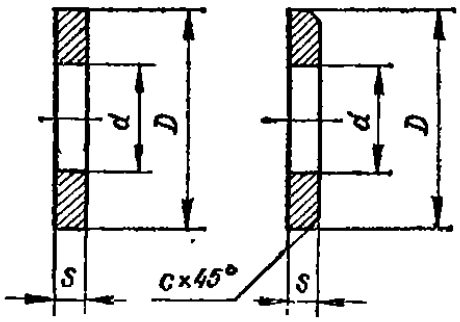


Номинальный диаметр резьбы d	Размер «под ключ» S	Диаметр описанной окружности D, мм, для гаек по ГОСТ			Высота H, мм	Масса 1000 шт. гаек, кг
мм		5915-70*	5927-70*	15526-70*		
12	19	20,9	21,1	—	10	15,40
(14)	22	24,3	24,5	—	11	24,48
16	24	26,5	26,8	—	13	33,17
(18)	27	29,9	30,2	—	15	47,03
20	30	33,3	33,6	32,4	16	62,60
(22)	32	35,0	35,8	34,4	18	76,77
24	36	39,6	40,3	38,8	19	107,0
(27)	41	45,2	45,9	44,4	22	161,4
30	46	50,9	51,6	50,0	24	224,5
36	55	60,8	61,7	59,7	29	376,9
42	65	72,1	73,0	70,8	34	623,9
48	75	83,4	84,3	81,9	38	956,2

Примечание. Размеры гаек, заключенные в скобки, применять не рекомендуется

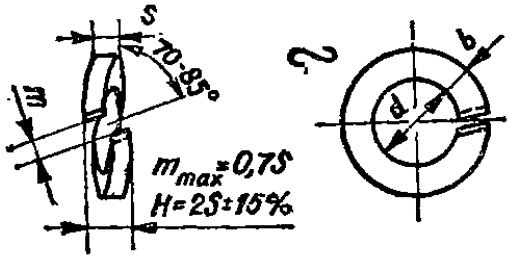
Таблица V.25. Шайбы по ГОСТ 11371-78

Исполнение 1 *Исполнение 2*



Диаметр стержня крепежной детали, мм	Размеры шайбы, мм				Масса 1000 шт. шайб, кг
	d	*D*	*S*	*c*	
12	13	24	2,5	0,6	6,27
14	15	28	3,0	0,8	10,3
16	17	30			11,3
18	19	34			13,7
20	21	37	4,0	1,0	22,9
22	23	39			24,5
24	25	44			32,3
27	28	50	5,0	1,2	52,9
30	31	56			67,1
36	37	66	6,0	1,6	110,0
42	43	78			157,0
48	50	90	8,0	2,0	276,0

Таблица V.26. Шайбы пружинные по ГОСТ 6402-70*



Номинальный диаметр резьбы крепежной детали, мм	Размеры шайб, мм					
	внутренний диаметр *d*	легких (Л)		нормальных (Н)	тяжелых (Т)	особо тяжелых (ОТ)
		S	*b*	*S* = *b*		
12	12,1	2,5	3,5	3,0	3,5	4,0
14	14,2	3,0	4,0	3,5	4,0	4,5
16	16,3	3,2	4,5	4,0	4,5	5,0
18	18,3	3,5	5,0	4,5	5,0	5,5
20	20,5	4,0	5,5	5,0	5,5	6,0
22	22,5	4,5	6,0	5,5	6,0	7,0
24	24,5	5,0	7,0	6,0	7,0	8,0
27	27,5	5,5	8,0	7,0	8,0	9,0
30	30,5	6,0	9,0	8,0	9,0	10,0

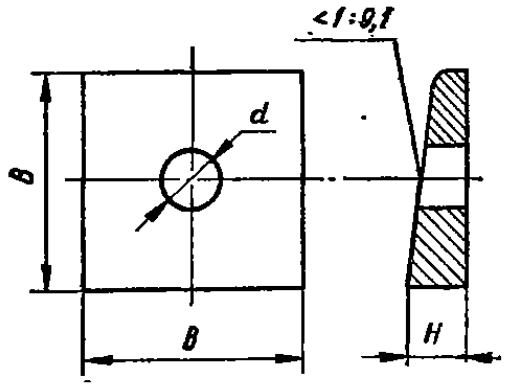
Номинальный диаметр резьбы крепежной детали, мм	Размеры шайб, мм					
	внутренний диаметр d	легких (Л)		нормальных (Н)	тяжелых (Т)	особо тяжелых (ОТ)
		S	b	$S = t$		
36	36,5	—	—	9,0	10,0	12,0
42	42,5	—	—	10,0	12,0	—
48	48,5	—	—	12,0	—	—

Примечание. Пружинные шайбы следует изготавливать из стали марки 65Г по ГОСТ 1050-74*, термостойкие пружинные шайбы — из стали марки 3Х13 по ГОСТ 5949-75 или других сталей с физико-механическими показателями не ниже указанных марок.

Таблица V.27. Масса стальных пружинных шайб по ГОСТ 6402-70*

Номинальный диаметр болта, мм	Масса 1000 шт. шайб, кг				Номинальный диаметр болта, мм	Масса 1000 шт. шайб, кг			
	легких (Л)	нормальных (Н)	тяжелых (Т)	особо тяжелых (ОТ)		легких (Л)	нормальных (Н)	тяжелых (Т)	особо тяжелых (ОТ)
12	3,369	3,357	4,723	6,369	24	27,21	27,12	38,14	51,43
14	5,391	5,355	7,196	9,361	27	38,55	41,76	56,15	73,10
16	7,392	8,022	10,41	13,16	30	52,64	60,87	79,07	100,1
18	10,06	11,40	14,39	17,80	36	—	91,03	114,9	172,7
20	14,12	15,75	19,43	23,58	42	—	129,7	193,9	—
22	18,99	20,92	25,35	35,73	48	—	215,2	—	—

Таблица V.28. Шайбы косые по ГОСТ 10906-78



Номинальный диаметр резьбы болта, мм	Размеры, мм			Наименьшие номера профилей		Масса 1000 шт., кг
	d	B	H_1	балок двутавровых по ГОСТ 8239-72*	швеллеров по ГОСТ 8240-72	
12	13	30	5,7	18	10	34,3
14	15				12	32,4
16	17			18а	14	30,1
18	19	40	6,2	22а	16	64,1
20	22			24а	18а	59,4
22	24			30а	20а	55,9

Продолжение табл. V.28

Номинальный диаметр резьбы болта, мм	Размеры, мм			Наименьшие номера профилей		Масса 1000 шт., кг
	d	B	H_1	балок двутавровых по ГОСТ 8239-72*	швеллеров по ГОСТ 8240-72	
24	26	50	6,8	40	22а	105,1
27	30			60	40	95,7

Примечания: 1. Шайбы изготавливают из полосовой стали по ГОСТ 5157-53*.
2. Косые шайбы предназначены для подкладывания под гайки или головки болтов для выравнивания уклонов полок швеллеров и двутавровых балок.

4. СОЕДИНЕНИЯ НА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТАХ

Соединения на высокопрочных болтах относят к сдвигоустойчивым соединениям, рассчитываемым на передачу усилия посредством трения, возникающего по соприкасающимся плоскостям соединяемых деталей от натяжения высокопрочных болтов.

Расчетное усилие, воспринимаемое одним высокопрочным болтом на каждую плоскость трения,

$$N_б = Pfm, \qquad (V.17)$$

где f — коэффициент трения, зависящий от способа предварительной обработки и класса стали соединяемых поверхностей; $m = 0{,}9$ — коэффициент условий работы болтового соединения; P — осевое усилие натяжения высокопрочных болтов, зависящее от механических свойств болтов после их термической обработки, определяется по формуле

$$P = 0{,}65\sigma_в F_{нт}, \qquad (V.18)$$

где $\sigma_в$ — временное сопротивление разрыву стали высокопрочных болтов после термической обработки в готовом изделии; $F_{нт}$ — площадь сечения болта иетто.

При расчете соединения на высокопрочных болтах требуемое количество болтов

$$n_б = \frac{N}{n_т [N]}, \qquad (V.19)$$

где N — расчетное усилие, действующее на соединение; $[N]$ — несущая способность одного болта при одной плоскости трения; $n_т$ — количество плоскостей трения.

Высокопрочные болты размещают в соответствии с рекомендациями табл. V.16.

Разность толщин стыкуемых деталей не должна превышать 0,5 мм, определяется она по линии первого от стыка ряда отверстий. При разности толщин от 0,5 до 3 мм на выступающей детали делают скос с уклоном 1 : 10, при этом кислородная и воздушнодуговая резка не допускается. При разности толщин более 3 мм применяют прокладки из стали той же марки и обработанные тем же способом, что и стыкуемые детали.

Под головки и гайки высокопрочных болтов должны быть поставлены термически обработанные шайбы. Постановка контргаек или применение других способов предотвращения откручивания гаек не требуется.

При расчете конструкций с соединениями на высокопрочных болтах площадь элементов поперечных сечений следует учитывать согласно следующим указаниям:

1) на прочность по временному сопротивлению (несущей способности) — площадь сечения нетто;

2) на устойчивость и выносливость, при определении деформаций и перемещений — площадь сечения брутто;

3) на прочность по развитию пластических деформаций (пределу текучести):

а) в конструкциях, не рассматриваемых на динамические и подвижные полезные нагрузки,— площадь сечения «брутто», если ослабление болтовыми отверстиями не превышает 15%, при большем ослаблении следует брать 1,15 площади «нетто»;

б) в конструкциях, рассчитываемых на динамические и подвижные полезные нагрузки — площадь сечения «брутто» в предположении, что 40% продольного уси-

лия, приходящегося на каждый болт в рассматриваемом сечении, уже передается силами трения.

Ослабления сечений определяют для каждого элемента (листа, уголка и пр.), составляющего рассматриваемое сечение, раздельно и учитывают при расчете напряжений в каждом элементе.

Таблица V.29. **Осевые усилия натяжения высокопрочных болтов**

Материал болтов		Осевое усилие P, кН, натяжения высокопрочных болтов диаметром d, мм					
		16	20	24	30	36	42
Марка стали по ГОСТ 4543-71*	$\sigma_в$ кН/см², не менее	Площадь сечения $F_{бр}/F_{нт}$, см²					
		2,01 / 1,57	3,14 / 2,45	4,52 / 3,52	7,06 / 5,60	10,17 / 8,17	13,85 / 11,21
40Х «селект»	110	112,2	175,2	251,7	—	—	—
38ХС «селект»	135	137,7	215,0	308,9	—	—	—
40ХФА «селект»							
30Х3МФ	155	158,2	246,8	354,6	—	—	—
40Х «селект»	95	—	—	—	345,8	—	—
30Х3МФ	120	—	—	—	436,8	—	—
40Х «селект»	75	—	—	—	—	398,3	—
30Х3МФ	110	—	—	—	—	584,1	—
40Х «селект»	65	—	—	—	—	—	473,6
30Х3МФ	100	—	—	—	—	—	728,6

Примечание. Из стали марки 40ХФА «селект» изготавливают болты диаметром резьбы не более 20 мм, из стали 38ХС «селект» — не более 24 мм.

Таблица V.30. **Несущая способность высокопрочных болтов**

Класс стали соединяемых элементов	Способ предварительной очистки соединяемых поверхностей	Коэффициент трения f	Несущая способность $[N]$, кН, на одну плоскость трения одного болта из стали марки					
			40Х «селект»	38ХС «селект» 40ХФА «селект»	30Х3МФ	40Х «селект»	38ХС «селект» 40ХФА «селект»	30Х3МФ
Диаметр болта d, мм			16			20		
	Пневматическая	0,45	45,4	55,7	64,0	70,9	87,0	100,0
	Химическая	0,45	45,4	55,7	64,0	70,9	87,0	100,0
С38/23	Огневая	0,40	40,4	49,6	57,0	63,0	77,4	88,8

Продолжение табл. V.30

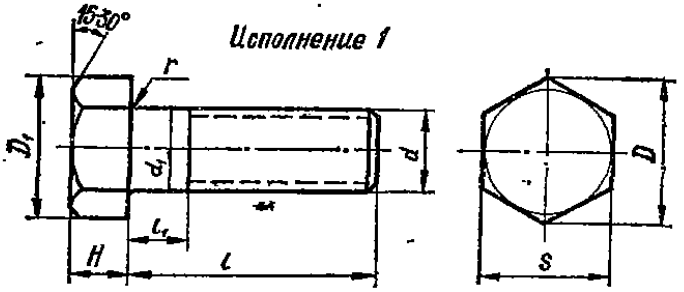
Класс стали соединяемых элементов	Способ предварительной очистки соединяемых поверхностей	Коэффициент трения f	Несущая способность $[N]$, кН, на одну плоскость трения одного болта из стали марки					
			40Х «селект»	38ХС «селект» 40ХФА «селект»	30Х3МФ	40Х «селект»	38ХС «селект» 40ХФА «селект»	30Х3МФ
	Стальными щетками	0,35	35,3	43,4	49,8	55,2	67,7	77,7
	Без обработки	0,25	25,2	31,0	35,6	39,4	48,4	55,5
С44/29 С46/33 С52/40	Пневматическая	0,55	55,5	68,1	78,3	86,7	106,4	122,1
	Химическая	0,50	50,5	61,9	71,2	78,8	96,7	111,0
	Огневая	0,45	45,4	55,7	64,0	70,9	87,0	100,0
	Стальными щетками	0,35	35,3	43,4	49,8	55,2	67,7	77,7
	Без обработки	0,25	25,2	31,0	35,6	39,4	48,4	55,5
С60/45 С70/60 С85/75	Пневматическая	0,55	55,5	68,1	78,3	86,7	106,4	122,1
	Химическая	0,50	50,5	61,9	71,2	78,8	96,7	111,0
	Огневая	0,45	45,4	55,7	64,0	70,9	87,0	100,0
	Стальными щетками	0,40	40,4	49,6	57,0	63,0	77,4	88,8
	Без обработки	0,35	35,3	43,4	49,8	55,2	67,7	77,7
Диаметр болта d, мм			24			30		
С38/23	Пневматическая	0,45	101,9	125,1	143,6	140,0	—	176,9
	Химическая	0,45	101,9	125,1	143,6	140,0	—	176,9
	Огневая	0,40	90,6	112,2	127,6	124,5	—	157,2
	Стальными щетками	0,35	79,3	97,3	111,7	108,9	—	137,6
	Без обработки	0,25	56,6	69,5	79,8	77,8	—	98,3
С44/29 С46/33 С52/40	Пневматическая	0,55	124,6	152,9	175,6	171,2	—	216,2
	Химическая	0,50	113,2	139,0	159,5	155,6	—	196,5
	Огневая	0,45	101,9	125,1	143,6	140,0	—	176,9
	Стальными щетками	0,35	79,3	97,3	111,7	108,9	—	137,6
	Без обработки	0,25	56,6	69,5	79,8	77,8	—	98,3
С60/45 С70/60 С85/75	Пневматическая	0,55	124,6	152,9	175,5	171,2	—	216,2
	Химическая	0,50	113,2	139,0	159,5	155,6	—	196,5
	Огневая	0,45	101,9	125,1	143,6	140,0	—	176,9
	Стальными щетками	0,40	90,6	112,2	127,6	124,5	—	157,2
	Без обработки	0,35	79,3	97,3	111,7	108,9	—	137,6
Диаметр болта d, мм			36			42		
С38/23	Пневматическая	0,45	161,3	—	236,5	191,8	—	295,1
	Химическая	0,45	161,3	—	236,5	191,8	—	295,1
	Огневая	0,40	143,4	—	210,3	170,5	—	262,3

Класс стали соединяемых элементов	Способ предварительной очистки соединяемых поверхностей	Коэффициент трения f	Несущая способность $[N]$, кН, на одну плоскость трения одного болта из стали марки					
			40Х «селект»	38ХС «селект» 40ХФА «селект»	30Х3МФ	40Х «селект»	38ХС «селект» 40ХФА «селект»	30Х3МФ
	Стальными щетками	0,35	125,4	—	184,0	149,2	—	229,5
	Без обработки	0,25	89,6	—	131,4	106,5	—	163,9
	Пневматическая	0,55	197,1	—	289,1	234,4	—	360,6
С44/29	Химическая	0,50	179,2	—	262,8	213,1	—	327,8
С46/33	Огневая	0,45	161,3	—	236,5	191,8	—	295,1
С52/40	Стальными щетками	0,35	125,4	—	184,0	149,2	—	229,5
	Без обработки	0,25	89,6	—	131,4	106,5	—	163,9
	Пневматическая	0,55	197,1	—	289,1	234,4	—	360,6
С60/45	Химическая	0,50	179,2	—	262,8	213,1	—	327,8
С70/60	Огневая	0,45	161,3	—	236,5	191,8	—	295,1
С85/75	Стальными щетками	0,40	143,4	—	210,3	170,5	—	262,3
	Без обработки	0,35	125,4	—	184,0	149,2	—	229,5

Примечания: 1. Огневая обработка допускается при толщине металла не менее 5 мм, при этом перегрев металла не допускается.

2. После огневой обработки отставшая окалина и продукты сгорания (шлак) должны быть удалены.

Таблица V.31. Болты высокопрочные (нормальной точности) по ГОСТ 22353-77



Параметры болта, мм	Номинальный диаметр резьбы d, мм					
	16	20	24	30	36	42
Диаметр стержня d_1	16	20	24	30	36	42
Размер «под ключ» S	27	32	41	146	55	65
Шаг резьбы	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Высота головки H	12	14	17	19	23	26
Высота подголовка h	8	10	12	15	18	21
Диаметр описанной окружности D	29,9	35,0	45,2	50,9	60,8	72,1
Радиус под головкой r	1,5÷÷2,0	1,5÷÷2,0	2,0÷÷2,5	3,0÷÷4,0	3,0÷÷4,0	3,0÷÷4,0
Несоосность оси головки относительно оси стержня, не более	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8

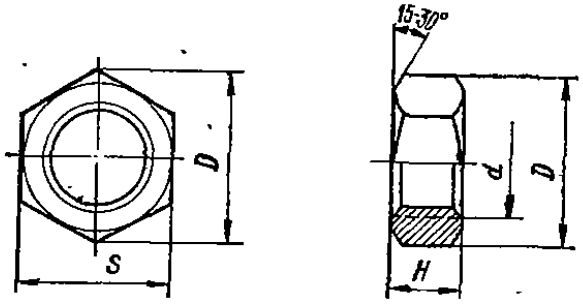
Таблица V.32. Длина и масса высокопрочных болтов по ГОСТ 22353-77

Номинальная длина стержня болта l, мм	Номинальный диаметр резьбы d, мм					
	16		20		24	
	Длина ненарезанной части стержня l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части стержня l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части стержня l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг
50	12	126	0	198	—	—
55	17	134	9	211	—	—
60	22	141	14	223	0	367
65	27	149	19	235	11	386
70	32	157	24	247	16	404
75	37	164	29	259	21	421
80	42	172	34	271	26	438
85	47	180	39	283	31	456
90	52	188	44	295	36	473
100	62	203	54	319	46	508
110	72	218	64	343	56	543
120	82	233	74	367	66	578
130	92	249	84	391	76	612
140	102	264	94	415	86	646
150	112	279	104	439	96	682
160	116	293	108	461	100	714
170	126	309	118	485	110	748
180	136	324	128	509	120	783
190	146	340	138	533	130	818
200	156	355	148	557	140	853
220	176	386	168	605	160	922
240	196	416	188	654	180	992
260	216	447	208	702	200	1061
280	236	478	228	750	220	1131
300	256	509	248	798	240	1200
	30		36		42	
75	9	621	—	—	—	—
80	14	648	—	—	—	—
85	19	676	—	—	—	—
90	24	703	12	1081	—	—
100	34	758	22	1159	—	—
110	44	812	32	1238	20	1776
120	54	867	42	1316	30	1884
130	64	921	52	1395	40	1991
140	74	976	62	1474	50	2098
150	84	1030	72	1552	60	2205
160	88	1080	76	1625	64	2304
170	98	1135	86	1703	74	2412
180	108	1189	96	1782	84	2519
190	118	1244	106	1860	94	2626
200	128	1299	116	1939	104	2733
220	148	1408	136	2096	124	2948
240	168	1517	156	2253	144	3162

Продолжение табл. V.32.

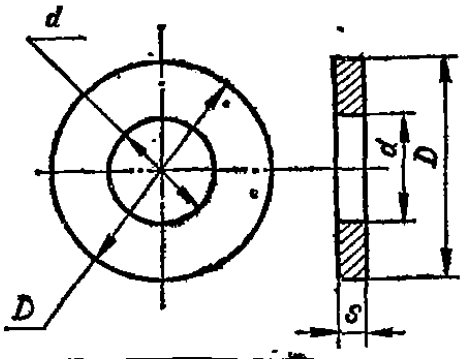
Номинальная длина стержня болта l, мм	Номинальный диаметр резьбы d, мм					
	16		20		24	
	Длина ненарезанной части стержня l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части стержня l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг	Длина ненарезанной части стержня l_1, мм	Масса 1000 шт. болтов, кг
260	188	1626	176	2410	164	3377
280	208	1735	196	2568	184	3591
300	228	1844	216	2725	204	3806

Таблица V.33. Гайки высокопрочные (нормальной точности) по ГОСТ 22354-77



Параметры гайки	Единица измерения	Номинальный диаметр резьбы d, мм					
		16	20	24	30	36	42
Шаг резьбы	мм	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Высота H	»	15	18	22	24	29	34
Размер «под ключ» S	»	27	32	41	46	55	65
Диаметр описанной окружности D	»	29,9	35,0	45,2	50,9	60,8	72,1
Несоосность оси отверстия относительно граней	»	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
Масса, 1000 шт.	кг	50	80	171	213	368	611

Таблица V.34. Шайбы к высокопрочным болтам (нормальной точности) по ГОСТ 22355-77



Параметры шайбы	Единица измерения	Номинальный диаметр резьбы болта d, мм					
		16	20	24	30	36	42
Диаметр отверстия d_0	мм	18	22	26	33	39	45
» шайбы D	»	37	44	56	66	78	90
Толщина шайбы S	»	4	4	5; 6 *	6	6	8
Масса 1000 шт.	кг	25,8	35,8	75,8	140,8	168,7	299,5

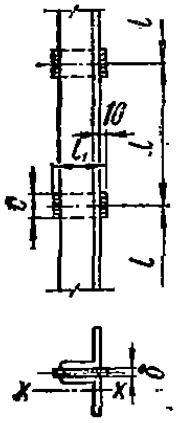
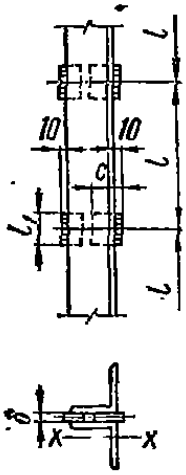
* Толщина шайб, применяемых в мостостроении.

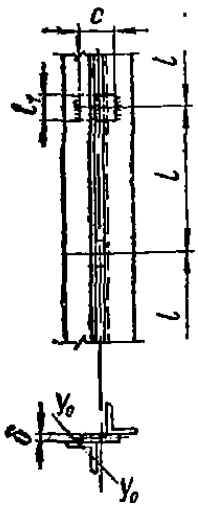
Таблица V.35. **Определение длины болта в соединениях на высокопрочных болтах**

Длина болта $l_б$, мм	Толщина пакета в соединениях на высокопрочных болтах диаметром d, мм					
	16	20	24	30	36	42
50	8—20	—	—	—	—	—
55	21—25	7—20	—	—	—	—
60	26—30	21—25	—	—	—	—
65	31—35	26—30	10—24	—	—	—
70	36—40	31—35	25—29	—	—	—
75	41—45	36—40	30—34	10—27	—	—
80	46—50	41—45	35—39	28—32	—	—
85	51—55	46—50	40—44	33—37	—	—
90	56—60	51—55	45—49	38—42	14—36	—
100	61—70	56—65	50—59	43—52	37—46	14—39
110	71—80	66—75	60—69	53—62	47—56	40—49
120	81—90	76—85	70—79	63—72	57—66	50—59
130	91—100	86—95	80—89	73—82	67—76	60—69
140	101—110	96—105	90—99	83—92	77—86	70—79
150	111—120	106—115	100—109	93—102	87—96	80—89
160	121—130	116—125	110—119	103—112	97—106	90—99
170	131—140	126—135	120—129	113—122	107—116	100—109
180	141—150	136—145	130—139	123—132	117—126	110—119
190	151—160	146—155	140—149	133—142	127—136	120—129
200	161—170	156—165	150—159	143—152	137—146	130—139
220	171—190	166—185	160—179	153—172	147—166	140—159
240	191—210	186—205	180—199	173—192	167—186	160—179
260	211—230	206—225	200—219	193—212	187—206	180—199
280	231—250	226—245	220—239	213—232	207—226	200—219
300	251—270	246—265	240—259	233—252	227—246	220—239

VI.1. РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПРОКЛАДКАМИ СОСТАВНЫХ СЕЧЕНИЙ. ПРОКЛАДКИ

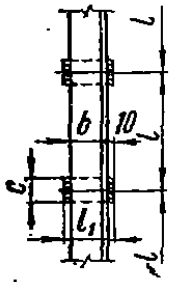
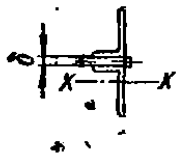
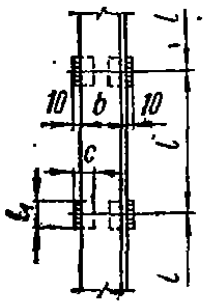
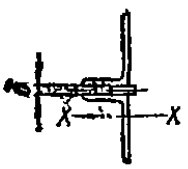
Таблица VI.1. Расстояния между прокладками составных сечений. Прокладки

Уголки равнополочные по ГОСТ 8509-72		l_1, мм		Прокладка			
Эскиз	Ширина полки, мм	Сжатие $40r_x$ $(40 \cdot r_{y_0})$	Растяжение $80r_x$ $(80r_{y_0})$	Марка	Размеры, мм		Масса, кг
					$c \times \delta$	l_1	
	25	295	590	С6	40×5	50	0,08
	28	340	680	С7	40×6	50	0,09
	32	380	760	С8	40×8	50	0,13
	36	435	870	С9	40×10	50	0,16
	40	485	970	С10	40×5	60	0,09
	45	545	1090	С11	40×6	60	0,11
				С12	40×8	60	0,13
				С13	40×10	60	0,19
	50	610	1220	С24	50×6	80	0,19
	56	685	1370	С25	50×8	80	0,25
	63	770	1540	С26	50×10	80	0,31
				С27	50×12	80	0,38
				С28	50×14	80	0,44
	70	850	1700	С47	60×8	100	0,38
	75	905	1810	С48	60×10	100	0,47
	80	975	1950	С49	60×12	100	0,56
				С50	60×14	100	0,66
				С51	60×16	100	0,75
				С52	60×18	100	0,85
				С53	60×20	100	0,94
	90	1100	2200	С12	40×8	60	0,13
	100	1190	2380	С13	40×10	60	0,19
	110	1355	2710	С14	40×12	60	0,22
	125	1510	3020	С15	40×14	60	0,26
				С16	40×16	60	0,30
				С17	40×18	60	0,34
				С18	40×20	60	0,38
	140	1720	3440	С25	50×8	80	0,25
	160	1940	3880	С26	50×10	80	0,31
	180	2235	4470	С27	50×12	80	0,38
	200	2400	4800	С28	50×14	80	0,44
				С29	50×16	80	0,50
				С30	50×18	80	0,57
				С31	50×20	80	0,63

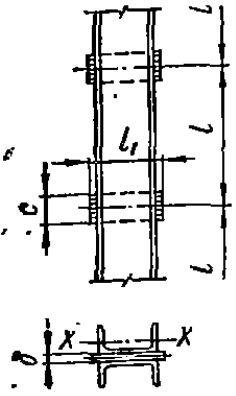
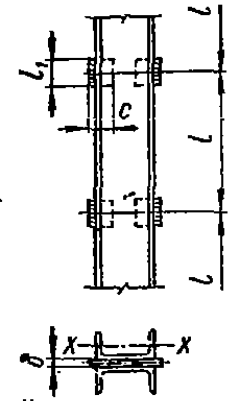
Уголки равнополочные по ГОСТ 8509-72		l_1, мм		Прокладка			
Эскиз	Ширина полки, мм	Сжатие $40r_x$ $(40 \cdot r_{y_0})$	Растяжение $80r_x$ $(80r_{y_0})$	Марка	Размеры, мм $c \times \delta$	l_1	Масса, кг
	220	2720	5440	C49	60×12	100	0,56
	250	3030	6060	C50	60×14	100	0,66
				C51	60×16	100	0,75
				C52	60×18	100	0,85
				C53	60×20	100	0,94
				C54	60×25	100	1,17
	25	190	380	C1	40×4	40	0,05
	28	220	440	C2	40×5	40	0,06
	32	245	490	C3	40×6	40	0,08
	36	280	560	C4	40×8	40	0,10
	40	310	620	C5	40×10	40	0,13
	45	350	700				
	50	390	780	C19	50×6	50	0,12
	56	440	880	C20	50×8	50	0,16
	63	495	990	C21	50×10	50	0,20
				C22	50×12	50	0,24
				C23	50×14	50	0,27
	70	545	1090	C33	60×8	60	0,23
	75	595	1190	C34	60×10	60	0,28
	80	625	1250	C35	60×12	60	0,34
	90	705	1410	C36	60×14	60	0,40
	100	775	1550	C37	60×16	60	0,45
	110	870	1740	C38	60×18	60	0,51
	125	975	1950	C39	60×20	60	0,57
	140	1100	2200	C40	60×8	80	0,30
	160	1245	2490	C41	60×10	80	0,38
	180	1430	2860	C42	60×12	80	0,45
				C43	60×14	80	0,52
				C44	60×16	80	0,60
				C45	60×18	80	0,68
				C46	60×20	80	0,75
	200	1555	3110	C55	80×12	100	0,75
	220	1740	3480	C56	80×14	100	0,88
	250	1950	3900	C57	80×16	100	1,00
				C58	80×18	100	1,13
				C59	80×20	100	1,26
				C60	80×25	100	1,57

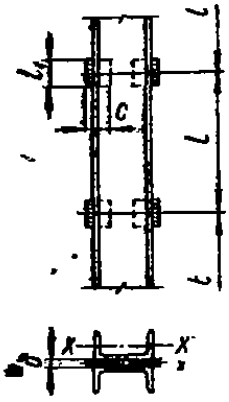
Уголки неравнополочные по ГОСТ 8510-72		l, мм		Прокладка			
Эскиз	Полки уголков $a \times b$ мм	Сжатие $40r_x$	Растяжение $80r_x$	Марка	Размеры, мм		Масса, кг
					$c \times \delta$	l_1	
	25×16	175	350	С6	40×5	50	0,08
	32×20	215	430	С7	40×6	50	0,09
				С8	40×8	50	0,13
				С9	40×10	50	0,16
	40×25	275	550	С10	40×5	60	0,09
	45×28	310	620	С11	40×6	60	0,11
				С12	40×8	60	0,12
				С13	40×10	60	0,19
	50×32	360	720	С24	50×6	80	0,19
	56×36	405	810	С25	50×8	80	0,25
	63×40	435	870	С26	50×10	80	0,31
				С27	50×12	80	0,38
				С28	50×14	80	0,44
	70×45	505	1010	С47	60×8	100	0,38
	75×50	560	1120	С48	60×10	100	0,47
	80×50	560	1120	С49	60×12	100	0,56
				С50	60×14	100	0,66
				С51	60×16	100	0,75
				С52	60×18	100	0,85
				С53	60×20	100	0,94
	90×56	625	1250	С12	40×8	60	0,13
	100×63	700	1400	С13	40×10	60	0,19
	110×70	790	1580	С14	40×12	60	0,22
	125×80	895	1790	С15	40×14	60	0,26
				С16	40×16	60	0,30
				С17	40×18	60	0,34
				С18	40×20	60	0,38
	140×90	1025	2050	С25	50×8	80	0,25
	160×100	1120	2240	С26	50×10	80	0,31
	180×110	1240	2480	С27	50×12	80	0,38
	200×125	1410	2820	С28	50×14	80	0,44
				С29	50×16	80	0,50
				С30	50×18	80	0,57
				С31	50×20	80	0,63
	250×160	1810	3620	С49	60×12	100	0,56
				С50	60×14	100	0,66
				С51	60×16	100	0,75
				С52	60×18	100	0,85
				С53	60×20	100	0,94
				С54	60×25	100	1,17

Продолжение табл. VI.1

Уголки неравнополочные по ГОСТ 8510-72		l_1, мм		Прокладка			
Эскиз	Полки уголков $a \times b$ мм	Сжатие $40r_x$	Растяжение $80r_x$	Марка	Размеры, мм $c \times \delta$	l_2	Масса, кг
	25×16	310	620	С1	40×4	40	0,05
				С2	40×5	40	0,06
	32×20	400	800	С3	40×6	40	0,08
	40×25	500	1000	С4	40×8	40	0,10
				С5	40×10	40	0,13
	45×28	565	1130	С6	40×5	50	0,08
	50×32	635	1270	С7	40×6	50	0,09
	56×36	705	1410	С8	40×8	50	0,13
				С9	40×10	50	0,16
				С10	40×5	60	0,09
	63×40	785	1570	С11	40×6	60	0,11
	70×45	890	1780	С12	40×8	60	0,13
				С13	40×10	60	0,19
	75×50	940	1880	С24	50×6	80	0,19
	80×50	1020	2040	С25	50×8	80	0,25
	90×56	1140	2280	С26	50×10	80	0,31
	100×63	1260	2520	С27	50×12	80	0,38
				С28	50×14	80	0,44
	110×70	1400	2800	С47	60×8	100	0,38
				С48	60×10	100	0,47
	125×80	1580	3160	С49	60×12	100	0,56
				С50	60×14	100	0,66
				С51	60×16	100	0,75
				С52	60×18	100	0,85
				С53	60×20	100	0,94
	140×90	1790	3580	С12	40×8	60	0,13
				С13	40×10	60	0,19
	160×100	2030	4060	С14	40×12	60	0,22
	180×110	2300	2600	С15	40×14	60	0,26
	200×125	2550	5100	С16	40×16	60	0,30
				С17	40×18	60	0,34
				С18	40×20	60	0,38
	250×160	3180	6360	С25	50×8	80	0,25
				С26	50×10	80	0,31
				С27	50×12	80	0,38
				С28	50×14	80	0,44
				С29	50×16	80	0,50
				С30	50×18	80	0,57
				С31	50×20	80	0,63
				С32	50×25	80	0,79

Продолжение табл. VI.1

Швеллеры по ГОСТ 8240-72		l		Прокладка			
Эскиз	Номер швеллера	Сжатие $40r_x$	Растяжение $80r_x$	Марка	Размеры, мм $c \times \delta$	l_1	Масса, кг
	5	380 (390)	760 (780)	С24 С25	50×6 50×8	80 80	0,19 0,25
	6,5	435 (445)	870 (890)	С26 С27 С28	50×10 50×12 50×14	80 80 80	0,31 0,38 0,44
	8	475 (495)	950 (990)	С47 С48 С49 С50 С51	60×8 60×10 60×12 60×14 60×16	100 100 100 100 100	0,38 0,47 0,56 0,66 0,75
	10	550 (575)	1100 (1150)	С12 С13	40×8 40×10	60 60	0,13 0,19
	12	615 (650)	1230 (1300)	С14 С15 С16	40×12 40×14 40×16	60 60 60	0,22 0,26 0,30
	14	680 (720)	1360 (1440)				
	14а	735 (780)	1470 (1560)				
	16	750 (800)	1500 (1600)				
	16а	805 (860)	1610 (1720)	С25	50×8	80	0,25
	18	815 (880)	1630 (1760)	С26 С27	50×10 50×12	80 80	0,31 0,38
	18а	870 (940)	1740 (1880)	С28 С29	50×14 50×16	80 80	0,44 0,50
	20	880 (955)	1760 (1910)	С30 С31	50×18 50×20	80 80	0,57 0,63
	20а	940 (1015)	1880 (2030)				
	22	950 (1030)	1900 (2060)				
	22а	1020 (1110)	2040 (2220)				

Швеллеры по ГОСТ 8240-72		l		Прокладка			
Эскиз	Номер швеллера	Сжатие $40r_x$	Растяжение $80r_{x_1}$	Марка	Размеры, мм $c \times \delta$	Размеры, мм l_1	Масса, кг
	24	1040 (1140)	2080 (2280)				
	24а	1110 (1210)	2220 (2420)				
	27	1090 (1195)	2180 (2390)	С48	60×10	100	0,47
	30	1135 (1245)	2270 (2490)	С49	60×12	100	0,56
				С50	60×14	100	0,66
	33	1190 (1300)	2380 (2600)	С51	60×16	100	0,75
				С52	60×18	100	0,85
	36	1240 (1350)	2480 (2700)	С53	60×20	100	0,94
				С54	60×25	100	1,17
	40	1290 (1400)	2580 (2800)				

Примечания: 1. В пределах сжатого элемента следует ставить не менее двух прокладок.
2. Размеры в скобках даны для швеллеров с параллельными полками.
3. Материал прокладок — сталь марки ВСт3кп2 по ГОСТ 380-71*.

VI.2 ВЫРЕЗЫ ПОД ПОЛКИ ШВЕЛЛЕРОВ И ДВУТАВРОВ

Таблица VI.2. Размеры вырезов под полки швеллеров по ГОСТ 8240-72

Номер швеллера	Тип I		Тип II			Тип III			Тип IV	
	Размеры, мм									
	a	k	a	k	m	a	k	m	a	k
5	30	15	79	8	6	30	7	6	50	25
6,5	35	15	84	9	6	35	8	6	50	25
8	40	15	85	9	7	40	8	7	50	25
10	50	20	90	9	7	45	8	7	60	30
12	50	20	95	10	8	50	8	8	70	35
14	55	20	100	10	8	55	9	8	70	35
14а	60	20	110	11	8	60	9	8	80	40
16	60	20	105	11	9	60	9	9	80	40
16а	65	20	115	12	9	65	9	9	80	40
18	65	20	110	11	9	70	9	9	90	45
18а	70	20	120	12	9	75	10	9	90	45
20	75	25	120	12	10	75	10	10	90	45
20а	75	25	125	13	10	80	10	10	100	50
22	80	25	125	13	10	80	10	10	100	50
22а	85	25	135	14	10	85	11	10	110	55
24	85	25	135	14	11	90	11	11	110	55

Продолжение табл. VI.2

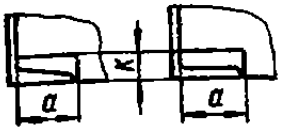
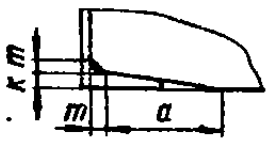
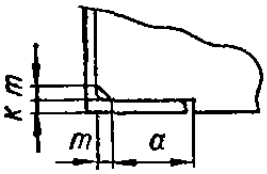
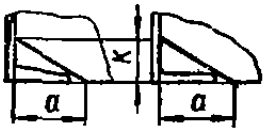
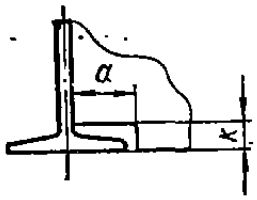
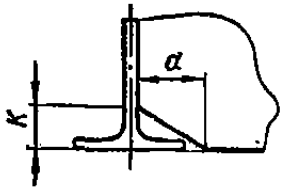
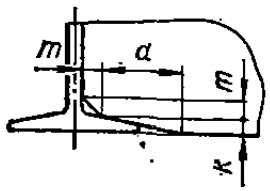
Номер швеллера	Тип I		Тип II			Тип III			Тип IV	
										
	Размеры, мм									
	a	*k*	*a*	*k*	*m*	*a*	*k*	*m*	*a*	*k*
24а	90	25	140	14	11	95	11	11	110	55
27	90	25	140	14	11	95	11	11	110	55
30	95	30	150	15	12	100	11	12	130	65
33	100	30	155	16	13	105	12	13	130	65
36	105	30	165	17	14	110	13	14	130	65
40	110	35	175	18	15	110	14	15	140	70

Таблица VI.3. Размеры вырезов под полки двутавров по ГОСТ 8239-72*

Номер профиля	Тип I		Тип II		Тип III		
							
	Размеры, мм						
	a	*k*	*a*	*k*	*a*	*k*	*m*
10	26	15	40	20	75	9	8
12	30	20	50	25	75	9	8
14	35	20	50	25	75	9	8
16	40	20	50	25	90	11	10
18	45	20	60	30	90	11	10
18а	50	20	60	30	90	11	10
20	50	20	60	30	90	11	10
20а	60	30	70	35	110	13	10
22	60	30	70	35	110	13	10
22а	60	30	70	35	110	13	10
24	60	25	70	35	110	13	10
24а	60	25	80	40	110	13	12
27	60	25	80	40	115	14	12
27а	65	25	80	40	115	14	12
30	70	30	80	40	115	14	12
30а	70	30	90	45	125	15	12
33	70	30	90	45	125	15	15
36	70	30	90	45	150	18	15
40	80	40	100	50	150	18	15
45	80	40	100	50	165	20	15
50	80	40	100	50	165	20	20
55	90	40	110	55	190	23	20
60	90	40	120	60	190	23	20

VI.3. СТЫКИ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ПРОКАТНЫХ ПРОФИЛЕЙ

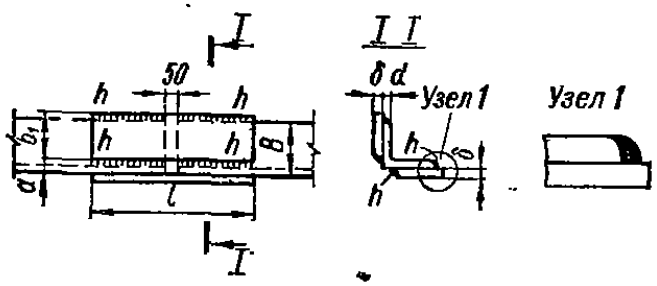
Материал стыковых накладок—сталь марки ВСт3пс6, ВСт3пс5, ВСт3Гпс по ГОСТ 380-71*. Стыки элементов рассчитаны на статическую нагрузку. Нормали стыков разработаны при применении ручной дуговой сварки, выполняемой электродами типов Э42, Э42А по ГОСТ 9467-75, для конструкций из стали класса С38/23, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха не ниже минус 40° С.

Длина стыковой накладки

$$l_н = \frac{2F_э R}{N_ш n} + 4h_ш + 6{,}0, \qquad \text{(VI.1)}$$

где $F_э$ — площадь элемента, перекрываемого стыковой накладкой; R — расчетное сопротивление растяжению, сжатию и изгибу материала стыкуемого элемента; $N_ш$ — несущая способность угловых швов; n — количество расчетных угловых швов, воспринимающих несущую способность элемента ($[N]_э = F_э$, R).

Таблица VI.4. **Стыки элементов из одиночных равнополочных уголков по ГОСТ 8509-72**



Размеры уголка, мм		Стыковые накладки					
		Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h	a
B	d		$b_1 \times \delta$	l		мм	
45	4	Н7	50×4	180	0,3	4	10
	5	Н8	50×5	180	0,4	4	10
50	4	Н8	50×5	180	0,4	4	10
	5	Н9	50×6	180	0,4	4	10
56	4	Н12	60×5	190	0,4	4	10
	5	Н12	60×5	190	0,4	4	10
63	4	Н12	60×5	190	0,4	4	10
	5	Н13	60×6	210	0,6	4	10
	6	Н14	60×8	210	0,8	5	10
70	4,5	Н17	70×5	220	0,6	4	10
	5	Н18	70×6	220	0,7	4	10
	6	Н19	70×8	220	1,0	5	10
	7	Н19	70×8	220	1,0	6	10
	8	Н20	70×10	220	1,2	7	10
75	5	Н21	80×5	230	0,7	4	10
	6	Н22	80×6	230	0,9	5	10
	7	Н24	80×8	240	1,2	6	10
	8	Н24	80×8	240	1,2	7	10
	9	Н25	80×10	240	1,5	8	10

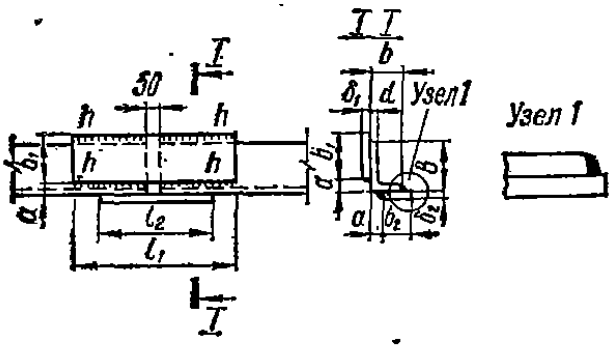
Продолжение табл. VI.4

Размеры уголка, мм		Стыковые накладки					
		Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h	a
B	d		$b_1 \times \delta$	l		мм	
80	5,5	Н23	80×6	260	1,0	4	10
	6	Н24	80×8	240	1,2	5	10
	7	Н24	80×8	240	1,2	6	10
	8	Н25	80×10	240	1,5	7	10
90	6	Н29	90×8	260	1,5	5	10
	7	Н29	90×8	260	1,5	6	10
	8	Н30	90×10	260	1,8	7	10
	9	Н30	90×10	260	1,8	8	10
100	6,5	Н33	100×8	300	1,9	5	10
	7	Н32	100×8	280	1,8	6	10
	8	Н34	100×10	280	2,2	7	10
	10	Н35	100×12	280	2,6	9	15
	12	Н36	100×14	300	3,3	10	15
	14	Н37	100×16	300	3,7	12	15
	16	Н42	110×16	300	3,8	14	15
110	7	Н38	110×8	300	2,1	6	10
	8	Н39	110×10	300	2,6	7	10
125	8	Н43	130×8	330	2,7	7	10
	9	Н44	130×10	330	3,4	8	10
	10	Н44	130×10	330	3,4	9	15
	12	Н45	130×12	350	4,3	10	15
	14	Н46	130×14	350	5,0	12	15
	16	Н47	130×16	350	5,7	14	15
140	9	Н48	140×10	360	4,0	8	10
	10	Н49	140×12	360	4,7	9	15
	12	Н50	140×14	380	5,8	10	15
160	10	Н52	160×12	400	6,0	9	15
	11	Н52	160×12	400	6,0	10	15
	12	Н53	160×14	420	7,4	10	15
	14	Н54	160×16	420	8,4	12	15
	16	Н55	160×18	420	9,5	14	20
	18	Н56	160×20	420	10,5	16	20
	20	Н57	160×22	420	11,6	18	20
180	11	Н58	180×12	430	7,3	10	15
	12	Н59	180×14	460	9,1	10	15
200	12	Н62	200×14	500	11,0	10	15
	13	Н61	200×14	470	10,3	12	15
	14	Н63	200×16	500	12,5	12	15
	16	Н64	200×18	500	14,1	14	20
	20	Н65	200×22	500	17,3	18	20
	25	Н66	200×30	540	25,5	20	25
	30	Н68	220×30	610	31,5	20	25

Продолжение табл. VI.4

Размеры уголка, мм		Стыковые накладки					
		Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h	a
B	d		$b_1 \times \delta$	l		мм	
220	14	Н67	220×16	530	14,6	12	15
	16	Н69	220×18	530	16,4	14	20
250	16	Н71	260×16	600	19,5	14	20
	18	Н72	260×18	600	22,0	16	20
	20	Н73	260×20	600	24,5	18	20
	22	Н74	260×22	600	26,9	20	25
	25	Н75	260×25	650	33,0	20	25
	28	Н76	260×30	700	42,8	20	25
	30	Н77	260×30	740	45,3	20	25

Таблица VI.5. Стыки элементов из одиночных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510-72



Размеры уголка, мм		Стыковые накладки на большей полке					
		Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h	a
$B \times b$	d		$b_1 \times \delta_1$	l_1		мм	
45×28	4	Н7	50×4	180	0,3	4	10
50×32	4	Н8	50×5	180	0,4	4	10
56×36	4	Н12	60×5	190	0,4	4	10
	5	Н12	60×5	190	0,4	4	
63×40	4	Н12	60×5	190	0,4	4	10
	5	Н13	60×6	210	0,6	4	10
	6	Н14	60×8	210	0,8	5	10
	8	Н15	60×10	210	1,0	7	15
70×45	5	Н18	70×6	220	0,7	4	10
75×50	5	Н21	80×5	230	0,7	4	10
	6	Н22	80×6	230	0,9	5	
	8	Н24	80×8	240	1,2	7	
80×50	5	Н23	80×6	260	1,0	4	10
	6	Н24	80×8	240	1,2	5	10

Продолжение табл. VI.5

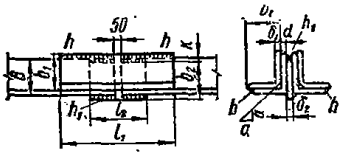
Размеры уголка, мм		Стыковые накладки на большей полке					
		Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h	a
$B \times b$	d		$b_1 \times \delta_1$	l_1		мм	
90×56	5,5	Н28	90×6	280	1,2	4	10
	6	Н29	90×8	260	1,5	5	
	8	Н30	90×10	260	1,8	7	
100×63	6	Н33	100×8	300	1,9	5	10
	7	Н32	100×8	280	1,8	6	10
	8	Н34	100×10	280	2,2	7	10
	10	Н35	100×12	280	2,6	9	15
110×70	6,5	Н38	110×8	300	2,1	6	10
	8	Н39	110×10	300	2,6	7	
125×80	7	Н43	130×8	330	2,7	6	10
	8	Н43	130×8	330	2,7	7	10
	10	Н44	130×10	330	3,4	9	15
	12	Н45	130×12	350	4,3	10	15
140×90	8	Н48	140×10	360	4,0	7	15
	10	Н49	140×12	360	4,7	9	
160×100	9	Н51	160×10	400	5,0	8	15
	10	Н52	160×12	400	6,0	9	
	12	Н53	160×14	420	7,4	10	
	14	Н54	160×16	420	8,4	12	
180×110	10	Н58	180×12	430	7,3	9	15
	12	Н59	180×14	460	9,1	10	
200×125	11	Н60	200×12	470	8,9	10	20
	12	Н62	200×14	500	11,0	10	
	14	Н63	200×16	500	12,5	12	
	16	Н64	200×18	500	14,4	14	
250×160	12	Н70	260×12	600	14,7	10	20
	16	Н71	260×16	600	19,5	14	
	18	Н72	260×18	600	22,0	16	
	20	Н73	260×20	600	24,5	18	

Размеры уголка, мм		Стыковые накладки по меньшей полке					
		Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h	a
$B \times b$	d		$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
45×28	4	Н1	30×4	180	0,2	4	10
50×32	4	Н2	40×4	180	0,2	4	10
56×36	4	Н2	40×4	180	0,2	4	10
	5	Н3	40×5	180	0,3	4	

Продолжение табл. VI.5

Размеры уголка, мм		Стыковые накладки по меньшей полке					
			Размеры, мм		Масса, кг	Шов $h_ш$	a
$B \times b$	d	Марка	$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
63×40	4	Н3	40×5	180	0,3	4	10
	5	Н4	40×6	180	0,3	4	
	6	Н5	40×8	180	0,4	5	
	8	Н6	40×10	180	0,5	7	
70×45	5	Н8	50×5	180	0,4	4	10
75×50	5	Н9	50×6	180	0,4	4	10
	6	Н10	50×8	180	0,6	5	
	8	Н11	50×10	180	0,7	7	
80×50	5	Н9	50×6	180	0,4	4	10
	6	Н10	50×8	180	0,6	5	
90×56	5,5	Н13	60×6	210	0,6	4	10
	6	Н13	60×6	210	0,6	5	
	8	Н14	60×8	210	0,8	7	
100×63	6	Н14	60×8	210	0,8	5	10
	7	Н14	60×8	210	0,8	6	10
	8	Н15	60×10	210	1,0	7	15
	10	Н16	60×12	240	1,4	9	15
110×70	6,5	Н19	70×8	220	1,0	5	10
	8	Н20	70×10	220	1,2	7	
125×80	7	Н24	80×8	240	1,2	6	10
	8	Н25	80×10	240	1,5	7	10
	10	Н26	80×12	240	1,8	9	15
	12	Н27	80×14	260	2,3	10	15
140×90	8	Н30	90×10	260	1,8	7	15
	10	Н31	90×12	260	2,2	9	
160×100	9	Н34	100×10	280	2,2	8	15
	10	Н35	100×12	280	2,6	9	
	12	Н36	100×14	300	3,3	10	
	14	Н37	100×16	300	3,7	12	
180×110	10	Н40	110×12	320	3,3	9	15
	12	Н41	110×14	320	3,9	10	
200×125	11	Н45	130×12	350	4,3	10	20
	12	Н45	130×12	350	4,3	10	
	14	Н46	130×14	350	5,0	12	
	16	Н47	130×16	350	5,7	14	
250×160	12	Н53	160×14	420	7,4	10	20
	16	Н55	160×18	420	9,5	14	
	18	Н56	160×20	420	10,5	16	
	20	Н57	160×22	420	11,6	18	

Таблица VI.6. Стыки элементов из парных равнополочных уголков по ГОСТ 8509-72



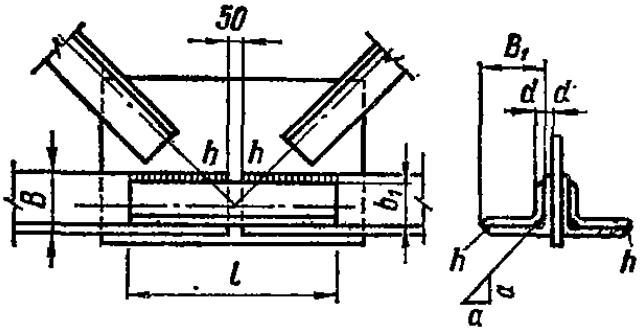
Размеры уголка, мм		Стыковой уголок							Прокладки					
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_1	k
B	d		$b_1 \times b_1$	δ_1	l_1		мм			$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
45	4	А1	45×45	4	230	0,63	4	3	И6	50×6	120	0,3	4	5
									И7	8		0,4	5	6
	5	А2		5	260	0,88	4		И8	10		0,5	5	6
50	4	А3	50×50	4	240	0,73	4	3	И10	60×6	120	0,3	4	5
	5	А4		5	280	1,05	4		И11	8		0,5	5	6
56	4	А5	56×56	4	260	0,90	4	4	И12	10		0,6	5	6
	5	А6		5	300	1,27	4		И13	12		0,7	6	7
63	4	А7	63×63	4	300	1,17	4	4	И15	70×8	120	0,5	5	6
									И16	10		0,7	5	6
	5	А8		5	340	1,64	4		И17	12		0,8	6	7
	6	А9		6	340	1,95	5		И18	14		0,9	6	7
70	4,5	А10	70×70	4,5	350	1,71	4	4	И19	80×8	150	0,8	5	6
	5	А11		5	370	2,00	4		И20	10		0,9	5	6
	6	А12		6	370	2,36	5		И21	12		1,1	6	7
	7	А13		7	350	2,69	6		И22	14		1,3	6	7
	8	А14		8	350	2,93	7		И23	16		1,5	6	7

Размеры уголка, мм		Стыковой уголок							Прокладки					
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_1	k
B	d		$b_1 \times b_1$	δ_1	l_1		мм			$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
75	5	А15	75×75	5	400	2,32	4	5	И19	80×8	150	0,8	5	6
	6	А16		6	380	2,62	5		И20	10		0,9	5	6
	7	А17		7	380	3,00	6		И21	12		1,1	6	7
	8	А18		8	380	3,42	7		И22	14		1,3	6	7
	9	А19		9	360	3,63	8		И23	16		1,5	6	7
80	5,5	А20	80×80	5,5	450	3,06	4	5	И24	90×8	200	1,1	5	6
									И25	10		1,4	5	6
	6	А21		6	400	2,94	5		И26	12		1,7	6	7
	7	А22		7	400	3,40	6		И27	14		2,0	6	7
	8	А23		8	400	3,86	7		И28	16		2,2	6	7
90	6	А24	90×90	6	440	3,66	5	6	И29	100×8	200	1,3	5	6
									И30	10		1,6	5	6
	7	А25		7	440	4,23	6		И31	12		1,9	6	7
	8	А26		8	420	4,57	7		И32	14		2,2	6	7
	9	А27		9	420	5,11	8		И33	16		2,5	6	7
100	6,5	А28	100×100	6,5	500	5,05	5	8	И34	110×8	200	1,4	5	6
	7	А29		7	480	5,18	6		И35	10		1,7	5	6
	8	А30		8	480	5,84	7		И36	12		2,1	6	7
	10	А31		10	480	7,23	9		И37	14		2,4	6	7
	12	А32		12	480	8,60	10		И38	16		2,8	6	7
	14	А33		14	480	9,90	12		И39	18		3,1	7	8
	16	А34		16	480	11,2	14		И40	20		3,4	7	8
	7	А35		7	500	5,95	6		И41	120×8		1,9	5	6
									И42	10		2,4	5	6

110			110×110											
								8	И43	12		2,8	6	7
									И44	14	250	3,3	6	7
									И45	16		3,8	6	7
									И46	18		4,2	7	8
	8	А36		8	500	6,75	7		И47	20		4,7	7	8
	8	А37		8	560	8,70	7		И48	130×8		2,0	5	6
	9	А38		9	560	9,70	8		И49	10		2,6	5	6
	10	А39		10	560	10,7	9		И50	12		3,1	6	7
125	12	А40	125×125	12	600	13,70	10	9	И51	14	250	3,6	6	7
	14	А41		14	580	14,7	12		И52	16		4,1	6	7
	16	А42		16	580	16,6	14		И53	18		4,6	7	8
									И54	20		5,1	7	8
	9	А43		9	620	12,0	8		И55	150×8		2,8	5	6
									И56	10		3,5	5	6
									И57	12		4,2	6	7
140	10	А44	140×140	10	670	14,4	8	9	И58	14	300	5,0	6	7
									И59	16		5,7	6	7
									И60	18		6,4	7	8
	12	А45		12	670	17,1	10		И61	20		7,1	7	8
	10	А46		10	750	18,5	8		И62	170×8		3,2	5	6
	11	А47		11	680	18,4	10		И63	10		4,0	5	6
	12	А48		12	730	21,5	10		И64	12		4,8	6	7
160	14	А49	160×160	14	730	24,9	12	10	И65	14	300	5,6	6	7
	16	А50		16	730	28,0	14		И66	16		6,4	6	7
	18	А51		18	660	28,4	16		И67	18		7,2	7	8
	20	А52		20	700	33,2	18		И68	20		8,0	7	8
									И69	190×10		5,2	5	6
									И70	12		6,3	6	7
180	11	А53	180×180	11	750	22,9	10	10	И71	14	350	7,3	6	7

Размеры уголка, мм		Стыковой уголок							Прокладки					
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_1	k
B	d		$b_1 \times b_1$	δ_1	l_1		мм			$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
180	12	А54	180×180	12	820	27,1	10	10	И72 И73 И74	16 18 20	350	8,4 9,4 10,4	6 7 7	7 8 8
200	12 13 14 16 20 25 30	А55 А56 А57 А58 А59 А60 А61	200×200	12 13 14 16 20 25 30	900 820 870 870 820 930 1080	33,2 32,8 37,1 42,3 49,2 68,7 94,5	10 12 12 14 18 20 20	12	И75 И76 А77 И78 И79 И80 И81	210×10 12 14 16 18 20 25	350	5,8 6,9 8,1 9,3 10,4 11,5 14,5	5 6 6 6 7 7 8	6 7 7 7 8 8 9
220	14 16	А62 А63	220×220	14 16	950 950	45,0 51,2	12 14	15	И82 И83 И84 И85 И86	230×14 16 18 20 25	400	10,1 11,5 13,0 14,4 18,0	6 6 7 7 8	7 7 8 8 9
250	16 18 20 22 25 28 30	А64 А65 А66 А67 А68 А69 А70	250×250	16 18 20 22 25 28 30	1050 1050 1050 1050 1150 1300 1350	64,5 72,3 80,0 87,5 108,0 136,0 150,5	14 16 18 20 20 20 20	17	И87 И88 И89 И90 И91 И92 И93	260×12 14 16 18 20 25 30	550	13,5 15,7 18,0 20,2 22,4 28,0 33,6	6 6 6 7 7 8 8	7 7 7 8 8 9 9

Таблица VI.7. Стыки элементов из парных равнополочных уголков по ГОСТ 8509-72

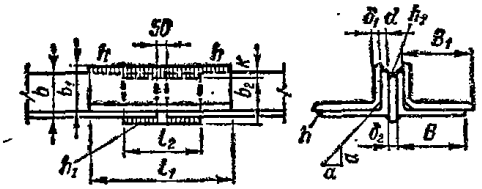


Размеры уголка, мм		Марка	Стыковой уголок					
			Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a
B	d		$B_1 \times b_1$	d	l		мм	
45	4	Б1	45×30	4	230	0,52	4	3
	5	Б2		5	260	0,73	4	
50	4	Б3	50×35	4	240	0,62	4	3
	5	Б4		5	280	0,89	4	
56	4	Б5	56×45	4	260	0,81	4	4
	5	Б6		5	300	1,14	4	
63	4	Б7	63×45	4	300	1,00	4	4
	5	Б8		5	340	1,40	4	
	6	Б9		6	340	1,66	5	
70	4,5	Б10	70×50	4,5	350	1,46	4	4
	5	Б11		5	370	1,71	4	
	6	Б12		6	370	2,01	5	
	7	Б13		7	350	2,31	6	
	8	Б14		8	350	2,50	7	
75	5	Б15	75×55	5	400	1,98	4	5
	6	Б16		6	380	2,26	5	
	7	Б17		7	380	2,58	6	
	8	Б18		8	380	2,94	7	
	9	Б19		9	360	3,12	8	
80	5,5	Б20	80×60	5,5	450	2,67	4	5
	6	Б21		6	400	2,57	5	
	7	Б22		7	400	2,96	6	
	8	Б23		8	400	3,36	7	
90	6,5	Б24	90×70	6,5	440	3,21	5	6
	7	Б25		7	440	3,75	6	
	8	Б26		8	420	4,04	7	
	9	Б27		9	420	4,42	8	
100	6,5	Б28	100×75	6,5	500	4,41	5	8
	7	Б29		7	480	4,52	6	
	8	Б30		8	480	5,09	7	
	10	Б31		10	480	6,29	9	

Продолжение табл. VI.7

Размеры уголка, мм		Марка	Стыковой уголок					
			Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a
B	d		$B_1 \times b_1$	d	l		мм	
100	12	Б32	100×65	12	480	7,02	10	8
	14	Б33		14	480	8,05	12	
	16	Б34		16	480	9,07	14	
110	7	Б35	110×90	7	500	5,40	6	8
	8	Б36		8	500	6,12	7	
125	8	Б37	125×100	8	560	7,81	7	9
	9	Б38		9	560	8,70	8	
	10	Б39		10	560	9,60	9	
	12	Б40	125×90	12	600	11,7	10	
	14	Б41		14	580	12,5	12	
	16	Б42		16	580	14,0	14	
140	9	Б43	140×110	9	620	10,7	8	9
	10	Б44		10	670	12,8	9	
	12	Б45		12	670	15,2	10	
160	10	Б46	160×125	10	750	16,4	9	10
	11	Б47		11	680	16,4	10	
	12	Б48		12	730	19,1	10	
	14	Б49		14	730	22,1	12	
	16	Б50	160×115	16	730	24,8	14	
	18	Б51		18	660	25,1	16	
	20	Б52		20	700	29,4	18	
180	11	Б53	180×150	11	750	20,9	10	10
	12	Б54		12	820	24,8	10	
200	12	Б55	200×170	12	900	30,7	10	12
	13	Б56		13	820	30,3	12	
	14	Б57	200×155	14	870	32,8	12	
	16	Б58		16	870	37,4	14	
	20	Б59		20	820	43,4	18	
	25	Б60	200×145	25	930	60,5	20	
	30	Б61		30	1080	83,1	20	
220	14	Б62	220×180	14	950	40,8	12	15
	16	Б63		16	950	46,4	14	
250	16	Б64	250×200	16	1050	57,9	14	17
	18	Б65		18	1050	64,9	16	
	20	Б66		20	1050	71,8	18	
	22	Б67	250×190	22	1050	88,5	20	
	25	Б68		25	1150	96,3	20	
	28	Б69		28	1300	121,7	20	
	30	Б70		30	1350	134,5	20	

Таблица VI.8. Стыки элемеитов из парных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510-72



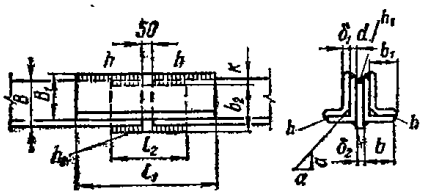
Размеры уголка, мм		Стыковой уголок							Прокладка					
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_1	k
$B \times b$	d		$B_1 \times b_1$	δ_1	l_1		мм			$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
45×28	4	В1	45×28	4	200	0,44	4	3	И1	30×6	100	0,15	4	5
50×32	4	В2	50×32	4	220	0,55	4	3	И2					
56×36	4	В3	56×36	4	230	0,64	4	3	И3	40×6		0,2	5	6
	5	В4		5	260	0,90	4		И4	8		0,3	5	6
									И5	10	120	0,4	5	6
	4	В5		4	250	0,80	4		И6	12		0,5	6	7
	5	В6		5	290	1,13	4		И7	50×6		0,3	5	6
63×40			63×40					4		8	120	0,4		6
	6	В7		6	290	1,34	5		И8	10		0,5	5	6
	8	В8		8	290	1,75	7		И9	12		0,6	6	7
70×45	5	В10	70×45	5	320	1,41	4	5						
	5	В11		5	330	1,58	4		И10	60×6		0,3	5	6
75×50	6	В12	75×50	6	330	1,89	5	5	И11	8	120	0,5	5	6
	8	В13		8	330	2,45	7		И12	10		0,6	5	6
									И13	12		0,7	6	7
	5	В14		5	350	1,75	4							
80×50			80×50					5	И14	14		0,8	6	7
	6	В15		6	350	2,07	5							

Продолжение табл. VI.8

Размеры уголка, мм		Стыковой уголок								Прокладка				
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_1	k
$B \times b$	d		$B_1 \times b_1$	δ_1	l_1		мм			$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
90×56	5,5	В16	90×56	5,5	420	2,60	4	5	И11	60×8	120	0,5	5	6
	6	В17		6	370	2,50	5		И12	10		0,6	5	6
	8	В18		8	370	3,26	7		И13	12		0,7	6	7
100×63	6	В19	100×63	6	400	3,02	5	6	И15	70×8	120	0,5	5	6
	7	В20		7	400	3,48	6		И16	10		0,7	5	6
	8	В21		8	400	3,95	7		И17	12		0,8	6	7
	10	В22		10	400	4,83	9		И18	14		0,9	6	7
110×70	6,5	В23	110×70	6,5	460	4,13	5	6	И19	80×8	150	0,8	5	6
									И20	10		0,9	5	6
									И21	12		1,1	6	7
	8	В25		8	420	4,58	7		И22	14		1,3	6	7
125×80	7	В26	125×80	7	480	5,30	6	8	И24	90×8	200	1,1	5	6
	8	В27		8	480	6.01	7		И25	10		1,4	5	6
	10	В28		10	480	7,44	9		И26	12		1,7	6	7
	12	В29		12	500	9,15	10		И27	14		2,0	6	7

140×90	8	В30	140×90	8	520	7,34	7	8	И29	100×8	200	1,3	5	6
									И30	10		1,6	5	6
	10	В31		10	520	9,10	9		И31	12		1,9	6	7
									И32	14		2,2	6	7
160×100	9	В32	160×100	9	570	10,3	8	8	И35	110×10	200	1,7	5	7
	10	В33		10	570	11,3	9		И36	12		2,1	6	
	12	В34		12	600	14,1	10		И37	14		2,4	6	
	14	В35		14	600	16,4	12		И38	16		2,8	6	
180×110	10	В36	180×110	10	630	14,0	9	10	И42	120×10	250	2,4	5	7
									И43	12		2,8	6	
	12	В37		12	670	17,7	10		И44	14		3,3	6	
									И45	16		3,8	6	
200×125	11	В38	200×125	11	700	19,2	10	10	И50	130×12	250	3,1	6	8
	12	В39		12	740	22,0	10		И51	14		3,6	6	
	14	В40		14	720	24,8	12		И52	16		4,1	6	
	16	В41		16	720	28,2	14		И53	18		4,6	7	
250×160	12	В42	250×160	12	920	34,8	10	12	И64	170×12	300	4,8	6	8
	16	В43		16	880	43,8	14		И65	14		5,6	6	
	18	В44		18	880	49,0	16		И66	16		6,4	6	
	20	В45		20	880	54,2	18		И67	18		7,2	7	
									И68	20		8,0	7	

Таблица VI.9. Стыки элементов из парных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510-72



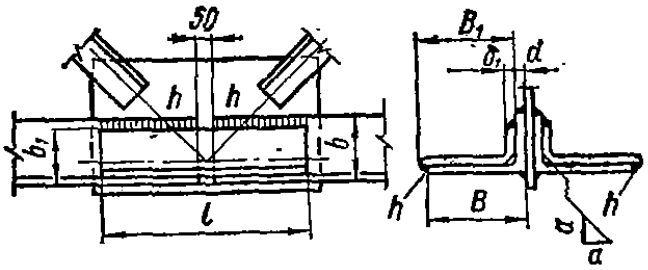
Размеры уголка, мм		Стыковой уголок							Прокладки					
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_1	k
$B \times b$	d		$B_1 \times b_1$	δ_1	l_1		мм			$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
45×28	4	В1	45×28	4	200	0,44	4	3	И6	50×6	120	0,3	5	6
50×32	4	В2	50×32	4	220	0,55	4	3						
									И10	60×6		0,3		
									И11	8		0,5	5	6
56×36	4	В3	56×36	4	230	0,64	4	3			120			
	5	В4		5	260	0,90	4		И12	10		0,6		
63×40	4	В5	63×40	4	250	0,80	4	4	И15	70×8	120	0,5	5	6
	5	В6		5	290	1,13	4		И16	10		0,7	5	6
	6	В7		6	290	1,34	5		И17	12		0,8	5	6
	8	В8		8	290	1,75	7		И18	14		0,9	6	7
70×45	5	В10	70×45	5	320	1,41	4	5						
75×50	5	В11	75×50	5	330	1,58	4		И19	80×8	150	0,8	5	6
									И20	10		0,9	5	6
									И21	12		1,1	6	7
	6	В12		6	330	1,89	5	5	И22	14		1,3	6	7
	8	В13		8	330	2,45	7							

80×50	5 6	В14 В15	80×50	5 6	350 350	1,75 2,07	4 5	5	И24 И25 И26	90×8 10 12	200	1,1 1,4 1,7	5 5 6	7
90×56	5,5 6 8	В16 В17 В18	90×56	5,5 6 8	420 370 370	2,60 2,50 3,26	4 5 7	5	И29 И30 И31	100×8 10 12	200	1,3 1,6 1,9	5 5 6	7
100×63	6 7 8 10	В19 В20 В21 В22	100×63	6 7 8 10	400 400 400 400	3,02 3,48 3,95 4,83	5 6 7 9	6	И34 И35 И36 И37	110×8 10 12 14	200	1,4 1,7 2,1 2,4	5 5 6 6	7
110×70	6,5 8	В23 В25	110×70	6,5 8	460 420	4,13 4,58	5 7	6	И41 И42 И43 И44	120×8 10 12 14	250	1,9 2,4 2,8 3,3	5 5 6 6	7
125×80	7 8 10 12	В26 В27 В28 В29	125×80	7 8 10 12	480 480 480 500	5,30 6,01 7,44 9,15	6 7 9 10	8	И49 И50 И51 И52	130×10 12 14 16	250	2,6 3,1 3,6 4,1	5 6 6 6	7
140×90	8 10	В30 В31	140×90	8 10	520 520	7,34 9,10	7 9	8	И56 И57 И58 И59	150×10 12 14 16	300	3,5 4,2 5,0 5,7	5 6 6 6	7

Продолжение табл. VI.9

Размеры уголка, мм		Стыковой уголок							Прокладки					
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_1	k
$B \times b$	d		$B_1 \times b_1$	δ_1	l_1		мм			$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
160×100	9	В32	160×100	9	570	10,3	8	8	И63	170×10	300	4,0	5	7
	10	В33		10	570	11,3	9		И64	12		4,8	6	
	12	В34		12	600	14,1	10		И65	14		5,6	6	
	14	В35		14	600	16,4	12		И66	16		6,4	6	
180×110	10	В36	180×110	10	630	14,0	9	10	И69	190×10	350	5,2	5	7
									И70	12		6,3	6	
	12	В37		12	670	17,7	10		И71	14		7,3	6	
									И72	16		8,4	6	
200×125	11	В38	200×125	11	700	19,2	10	10	И76	210×12	350	6,9	6	8
	12	В39		12	740	22,0	10		И77	14		8,1	6	
	14	В40		14	720	24,8	12		И78	16		9,3	6	
	16	В41		16	720	28,2	14		И79	18		10,4	7	
									И80	20		11,5	7	
250×160	12	В42	250×160	12	920	34,8	10	12	И87	260×12	550	13,5	6	8
	16	В43		16	880	43,8	14		И88	14		15,7	6	
	18	В44		18	880	49,0	16		И89	16		18,0	6	
	20	В45		20	880	54,2	18		И90	18		20,2	7	
									И91	20		22,4	7	

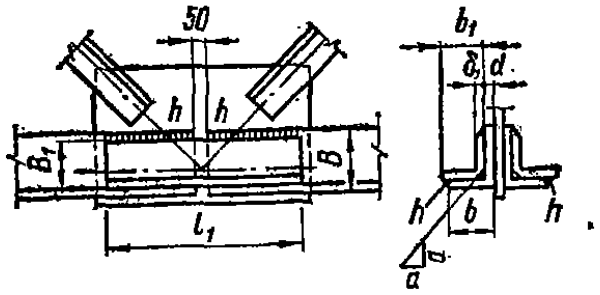
Таблица VI.10. Стыки элементов из парных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510-72



Размеры уголка, мм		Стыковой уголок						
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a
$B \times b$	d		$B_1 \times b_1$	δ_1	l		мм	
45×28	4	Г1	45×18	4	200	0,37	4	3
50×32	4	Г2	50×22	4	220	0,47	4	3
56×36	4	Г3	56×25	4	230	0,55	4	3
	5	Г4		5	260	0,77	4	
63×40	4	Г5	63×22	4	280	0,63	4	4
	5	Г6		5	290	0,91	4	
	6	Г7		6	290	1,08	5	
	8	Г8		8	290	1,40	7	
70×45	5	Г10	70×30	5	320	1,20	4	5
75×50	5	Г11	75×30	5	330	1,30	4	5
	6	Г12		6	330	1,55	5	
	8	Г13		8	330	2,01	7	
80×50	5	Г14	80×35	5	350	1,51	4	5
	6	Г15		6	350	1,96	5	
90×56	5,5	Г16	90×35	5,5	420	2,15	4	5
	6	Г17		6	370	2,06	5	
	8	Г18		8	370	2,71	7	
100×63	6	Г19	100×40	6	400	2,52	5	6
	7	Г20		7	400	2,91	6	
	8	Г21		8	400	3,30	7	
	10	Г22		10	400	4,08	9	
110×70	6,5	Г23	110×50	6,5	460	3,58	5	6
	8	Г25		8	420	4,00	7	
125×80	7	Г26	125×55	7	480	4,57	6	8
	8	Г27		8	480	5,15	7	
	10	Г28		10	480	6,40	9	
	12	Г29		12	500	7,90	10	
140×90	8	Г30	140×65	8	520	6,42	7	8
	10	Г31		10	520	8,00	9	

Размеры уголка, мм		Стыковой уголок						
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h,	a,
$B \times b$	d		$B_1 \times b_1$	δ	l		мм	
160×100	9	Г32	160×70	9	570	8,90	8	8
	10	Г33		10	570	9,8	9	
	12	Г34		12	600	12,3	10	
	14	Г35		14	600	14,2	12	
180×110	10	Г36	180×80	10	630	12,4	9	10
	12	Г37		12	670	15,7	10	
200×125	11	Г38	200×90	11	700	16,8	10	10
	12	Г39		12	740	19,4	10	
	14	Г40		14	720	21,8	12	
	16	Г41		16	720	24,8	14	
250×160	12	Г42	250×115	12	920	30,7	10	12
	16	Г43		16	880	38,5	14	
	18	Г44		18	880	42,8	16	
	20	Г45		20	880	47,7	18	

Таблица VI.11. **Стыки элементов из парных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510-72**

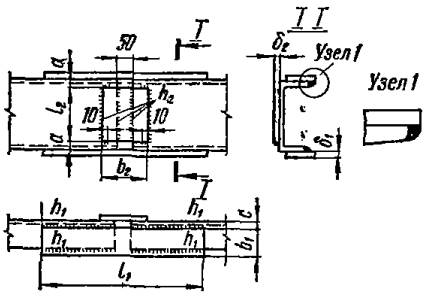


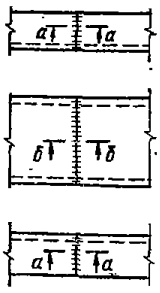
Размеры уголка, мм		Стыковой уголок						
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a
$B \times b$	d		$B_1 \times b_1$	δ_1	l		мм	
45×28	4	Д1	35×28	4	200	0,37	4	3
50×32	4	Д2	40×32	4	220	0,47	4	3
56×36	4	Д3	45×36	4	230	0,55	4	3
	5	Д4		5	260	0,77	4	
63×40	4	Д5	45×40	4	250	0,63	4	4
	5	Д6		5	290	0,91	4	
	6	Д7		6	290	1,08	5	
	8	Д8		8	290	1,40	7	
70×45	5	Д10	55×45	5	320	1,20	4	5

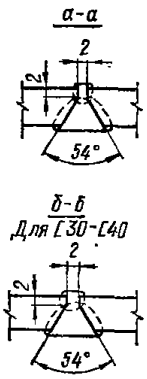
Продолжение табл. VI.11

Размеры уголка, мм		Стыковой уголок						
		Марка	Размеры, мм			Масса, кг	Шов h	a
$B \times b$	d		$B_1 \times b_1$	δ_1	l		мм	
75×50	5	Д11	55×50	5	330	1,30	4	5
	6	Д12		6	330	1,55	5	
	8	Д13		8	330	2,01	7	
80×50	5	Д14	65×50	5	350	1,51	4	5
	6	Д15		6	350	1,96	5	
90×56	5,5	Д16	70×56	5,5	420	2,15	4	5
	6	Д17		6	370	2,06	5	
	8	Д18		8	370	2,71	7	
100×63	6	Д19	75×63	6	400	2,50	5	6
	7	Д20		7	400	2,90	6	
	8	Д21		8	400	3,30	7	
	10	Д22		10	400	4,05	9	
110×70	6,5	Д23	90×70	6,5	460	3,58	5	6
	8	Д25		8	420	4,00	7	
125×80	7	Д26	100×80	7	480	4,57	6	8
	8	Д27		8	480	5,15	7	
	10	Д28		10	480	6,40	9	
	12	Д29		12	500	7,90	10	
140×90	8	Д30	115×90	8	520	6,42	7	8
	10	Д31		10	520	8,00	9	
160×100	9	Д32	130×100	9	570	8,90	8	8
	10	Д33		10	570	9,8	9	
	12	Д34		12	600	12,3	10	
	14	Д35		14	600	14,2	12	
180×110	10	Д36	150×110	10	630	12,4	9	10
	12	Д37		12	670	15,7	10	
200×125	11	Д38	165×125	11	700	16,8	10	10
	12	Д39		12	740	19,4	10	
	14	Д40		14	720	21,8	12	
	16	Д41		16	720	24,8	14	
250×160	12	Д42	200×160	12	920	30,4	10	12
	16	Д43		16	880	38,3	14	
	18	Д44		18	880	42,5	16	
	20	Д45		20	880	47,5	18	

Таблица VI.12. **Стыки элементов из швеллеров по ГОСТ 8240-72**





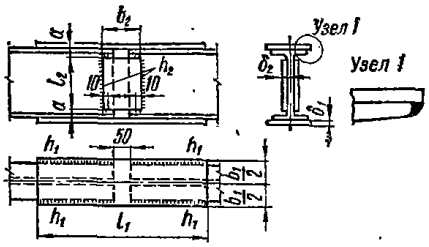


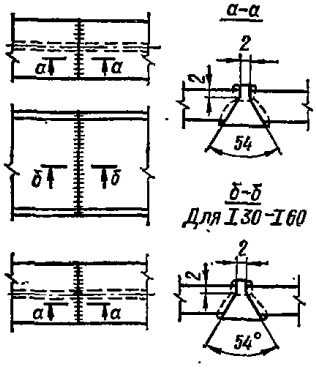
Номер швеллера	Марка	Накладки по полкам					Накладки по стенке					
		Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_1, мм	c, мм	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_2	a
		$b_1 \times \delta_1$	l_1					$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
5	Е1	36×8	180	0,40	4	10	Е2	100×6	40	0,19	5	5
6,5	Е3	40×8	200	0,50	4	10	Е4	100×6	55	0,26	5	5
8	Е5	45×8	220	0,62	4	10	Е6	100×6	60	0,28	5	10
10	Е7	50×8	240	0,75	4	10	Е8	100×6	80	0,38	5	10
12	Е9	60×8	260	0,98	4	10	Е10	100×6	100	0,47	5	10
14	Е11	65×8	300	1,22	4	10	Е12	120×6	120	0,68	5	10
14а	Е13	65×10	300	1,53	5	10	Е12	120×6	120	0,68	5	10
16	Е15	65×10	320	1,64	4	10	Е16	120×8	140	1,05	5	10
16а	Е17	70×10	300	1,65	5	10	Е16	120×8	140	1,05	5	10
18	Е19	70×10	350	1,93	4	10	Е20	120×8	160	1,20	6	10
18а	Е21	80×10	330	2,08	5	10	Е20	120×8	160	1,20	6	10
20	Е23	80×10	390	2,44	4	10	Е24	120×8	180	1,36	6	10
20а	Е25	85×10	350	2,33	5	10	Е24	120×8	180	1,36	6	10
22	Е27	90×10	360	2,55	5	10	Е28	120×8	200	1,51	6	10
22а	Е29	90×12	400	3,38	5	10	Е28	120×8	200	1,51	6	10
24	Е29	90×12	400	3,38	5	10	Е32	140×8	220	1,93	4	10
24а	Е33	100×12	450	4,25	5	10	Е32	140×8	220	1,93	4	10

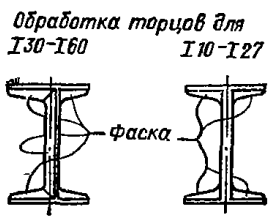
27	Е33	100×12	450	4,25	5	10	Е36	140×8	250	2,20	4	10
30	Е37	110×12	480	4,95	5	10	Е38	140×8	280	2,46	5	10
33	Е39	110×14	450	5,44	6	10	Е40	150×10	300	3,53	5	15
36	Е41	120×14	500	6,56	6	10	Е42	150×10	330	3,89	6	15
40	Е43	120×16	550	8,30	6	10	Е44	150×10	370	4,36	6	15

Примечание. Соединение элементов из швеллеров встык выполнять по эскизу.

Таблица VI.13. **Стыки элементов из балок двутавровых по ГОСТ 8239-72 ***







Номер балки	Накладки по полкам					Накладки по стенке					
	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_{1}, кг	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_{2}	a
		$b_1 \times \delta_1$	l_1				$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
10	Е45	80×6	260	0,98	4	Е46	80×6	70	0,26	4	15
12	Е47	90×6	300	1,27	4	Е48	80×6	80	0,30	4	20
14	Е49	100×8	280	1,75	5	Е50	80×6	100	0,38	4	20
16	Е51	100×8	300	1,88	5	Е52	80×6	120	0,45	4	20

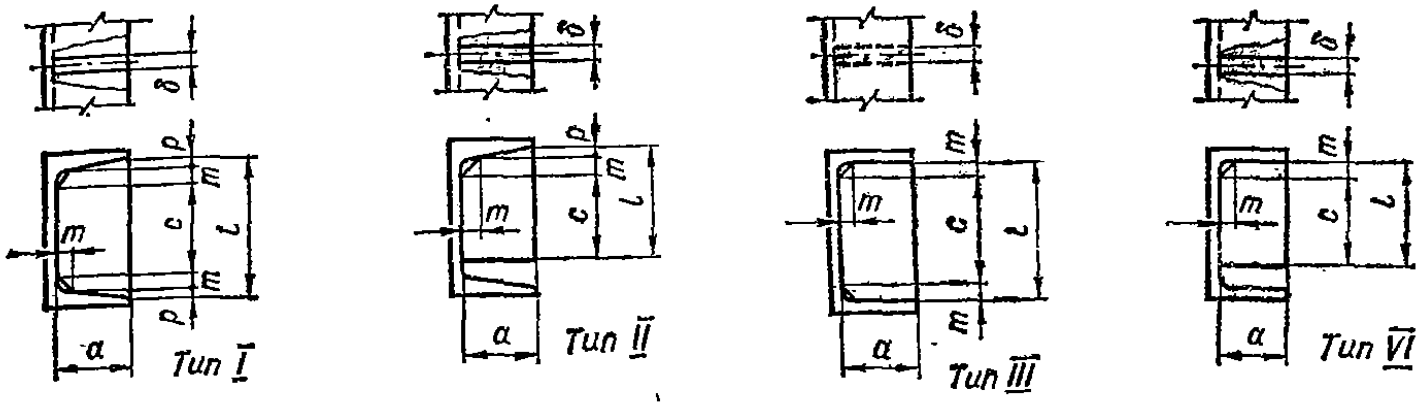
Продолжение табл. VI.13

Номер балки	Накладки по полкам					Накладки по стенке					
	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_1, мм	Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Шов h_2	a
		$b_1 \times \delta_1$	l_1				$b_2 \times \delta_2$	l_2		мм	
18	Е53	110×8	350	2,40	5	Е54	100×6	140	0,66	4	20
18а	Е55	120×8	380	2,87	5	Е54	100×6	140	0,66	4	20
20	Е55	120×8	380	2,87	5	Е58	100×8	160	1,01	5	20
20а	Е59	140×8	420	3,70	5	Е58	100×8	160	1,01	5	20
22	Е59	140×8	420	3,70	5	Е62	100×8	170	1,07	5	25
22а	Е63	140×10	470	5,20	5	Е62	100×8	170	1,07	5	25
24	Е63	140×10	470	5,20	5	Е64	100×8	190	1,20	5	25
24а	Е67	150×10	520	6,10	5	Е64	100×8	190	1,20	5	25
27	Е67	150×10	520	6,10	5	Е70	100×8	220	1,38	5	30
27а	Е71	160×10	580	7,30	5	Е70	100×8	220	1,38	5	30
30	Е71	160×10	580	7,30	5	Е74	100×10	240	1,88	5	30
30а	Е73	170×10	550	7,40	6	Е74	100×10	240	1,88	8	30
33	Е75	170×12	550	8,80	6	Е76	100×10	270	2,10	8	30
36	Е77	170×12	620	9,90	6	Е78	100×10	300	2,36	8	30
40	Е79	190×12	550	9,80	8	Е80	100×10	330	2,60	10	35
45	Е81	190×14	600	12,50	8	Е82	100×10	380	2,98	10	35
50	Е83	210×14	680	15,70	8	Е84	120×12	420	4,75	10	40
55	Е85	220×16	630	17,40	10	Е86	120×12	470	5,30	12	40
60	Е87	240×16	720	21,70	10	Е88	120×12	510	5,75	12	45

Примечание. Соединение элементов из двутавров встык выполнять по эскизу.

VI.4. РЕБРА ЖЕСТКОСТИ ПРОКАТНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Таблица VI.14. Ребра жесткости в швеллерах по ГОСТ 8240-72



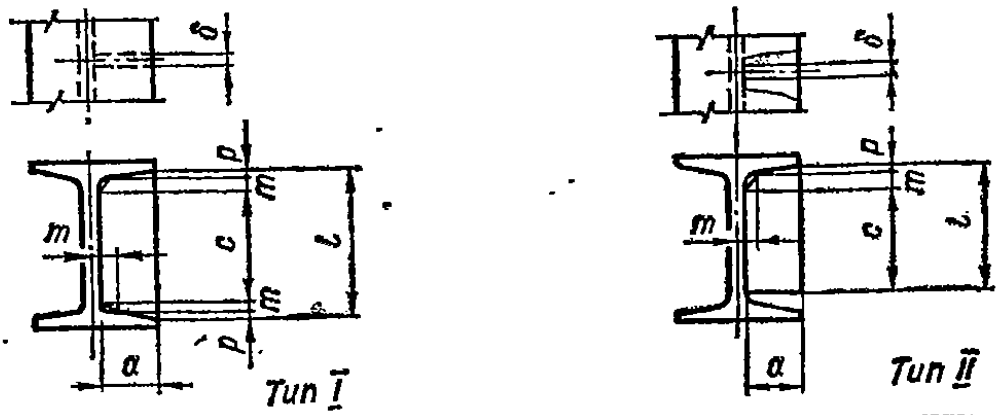
Номер швеллера	Размеры, мм					Марка	Размеры, мм		Масса, кг
	a	δ	c	m	p		$a \times \delta$	l	
						Тип I			
5	30	4	22	6	2	Р1	30×4	38	0,1
6,5	30	4	36	6	2	Р2	30×4	52	0,1
8	30	4	49	7	2	Р3	30×4	68	0,1
10	40	5	68	7	3	Р4	40×5	88	0,1
12	40	5	85	8	3	Р5	40×5	107	0,2
14, 14а	50	5	102	8	4	Р6	50×5	126	0,2
16, 16а	60	6	119	9	5	Р8	60×6	147	0,4
18, 18а	60	6	138	9	5	Р10	60×6	166	0,5
20, 20а	70	6	155	10	6	Р12	70×6	187	0,6
22, 22а	80	6	173	10	7	Р14	80×6	207	0,8
24, 24а	80	6	189	11	7	Р16	80×6	225	0,9
27	80	6	220	11	7	Р18	80×6	256	1,0
30	100	8	246	12	8	Р19	100×8	286	2,0
33	100	8	274	13	8	Р20	100×8	316	2,2
36	100	8	300	14	8	Р21	100×8	344	2,7
40	100	8	335	15	8	Р22	100×8	381	3,0
						Тип II			
5	30	4	22	6	2	Р23	30×4	30	0,1
6,5	30	4	32	6	2	Р24	30×4	40	0,1
8	30	4	46	7	2	Р25	30×4	55	0,1
10	40	5	65	7	3	Р26	40×5	75	0,1
12	40	5	84	8	3	Р27	40×5	95	0,2
14, 14а	50	5	98	8	4	Р28	50×5	110	0,2
16, 16а	60	6	116	9	5	Р30	60×6	130	0,4
18, 18а	60	6	136	9	5	Р32	60×6	150	0,4
20, 20а	70	6	154	10	6	Р34	70×6	170	0,6
22, 22а	80	6	173	10	7	Р36	80×6	190	0,7
24, 24а	80	6	187	11	7	Р38	80×6	205	0,8
27	80	6	217	11	7	Р40	80×6	235	0,9
30	100	8	240	12	8	Р41	100×8	260	1,6
33	100	8	269	13	8	Р42	100×8	290	1,8
36	100	8	298	14	8	Р43	100×8	320	2,0
40	100	8	332	15	8	Р44	100×8	355	2,2
						Тип III			
5П	30	4	22	6	—	РП1	30×4	34	0,03
6,5П	30	4	37	6	—	РП2	30×4	49	0,05
8П	30	4	49	7	—	РП3	30×4	63	0,06
10П	40	5	68	7	—	РП4	40×5	82	0,13

Продолжение табл. VI.14

Номер швеллера	Размеры, мм					Марка	Размеры, мм		Масса, кг
	a	δ	c	m	p		$a \times \delta$	l	
12П	40	5	86	8	—	РП5	40×5	102	0,16
14П, 14аП	50	5	105	8	—	РП6	50×5	121	0,24
16П, 16аП	60	6	121	9	—	РП7	60×6	139	0,40
18П, 18аП	60	6	141	9	—	РП8	60×6	159	0,45
20П, 20аП	70	6	157	10	—	РП9	70×6	177	0,6
22П, 22аП	80	6	176	10	—	РП10	80×6	196	0,7
24П, 24аП	80	6	193	11	—	РП11	80×6	215	0,8
27П	80	6	224	11	—	РП12	80×6	246	0,9
30П	100	8	251	12	—	РП13	100×8	275	1,8
33П	100	8	279	13	—	РП14	100×8	305	1,9
36П	100	8	303	14	—	РП15	100×8	331	2,1
40П	100	8	340	15	—	РП16	100×8	370	2,3
Тип IV									
5П	30	4	22	6	—	РП17	30×4	28	0,03
6,5П	30	4	34	6	—	РП18	30×4	40	0,04
8П	30	4	48	7	—	РП19	30×4	55	0,05
10П	40	5	68	7	—	РП20	40×5	75	0,12
12П	40	5	87	8	—	РП21	40×5	95	0,15
14П, 14аП	50	5	102	8	—	РП22	50×5	110	0,22
16П, 16аП	60	6	121	9	—	РП23	60×6	130	0,36
18П, 18аП	60	6	141	9	—	РП24	60×6	150	0,42
20П, 20аП	70	6	150	10	—	РП25	70×6	160	0,53
22П, 22аП	80	6	170	10	—	РП26	80×6	180	0,7
24П, 24аП	80	6	189	11	—	РП27	80×6	200	0,8
27П	80	6	219	11	—	РП28	80×6	230	0,9
30П	100	8	248	12	—	РП29	100×8	260	1,6
33П	100	8	277	13	—	РП30	100×8	290	1,8
36П	100	8	301	14	—	РП31	100×8	315	2,0
40П	100	8	335	15	—	РП32	100×8	350	2,2

Примечания: 1. Размеры ребер даны номинальные.
2. Материал ребер — сталь марки ВСт3кп2 по ГОСТ 380-71*.

Таблица VI.15. Ребра жесткости в балках двутавровых по ГОСТ 8239-72 *



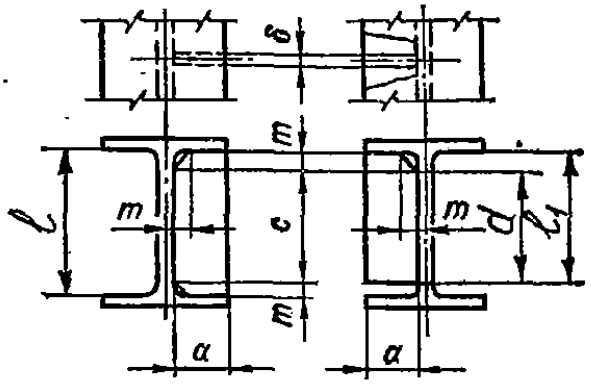
Номер балки	Размер, мм					Марка	Размеры, мм		Масса, кг
	a	δ	c	m	p		$a \times \delta$	l	
Тип I									
10	25	5	68	8	2	Р45	25×5	88	0,1
12	30	5	87	8	2	Р46	30×5	107	0,1
14	30	5	107	8	2	Р47	30×5	127	0,2

Продолжение табл. VI.15

Номер балки	Размер, мм					Марка	Размеры, мм		Масса, кг
	a	δ	c	m	p		$a \times \delta$	l	
16	40	5	122	10	3	Р48	40×5	148	0,2
18, 18а	40	5	140	10	3	Р49	40×5	166	0,3
20	40	5	158	10	3	Р51	40×5	184	0,3
20а	50	5	158	10	5	Р52	50×5	184	0,4
22, 22а	50	5	177	10	5	Р53	50×5	207	0,4
24	50	6	195	10	5	Р55	50×6	225	0,5
24а	60	6	195	10	6	Р56	60×6	227	0,6
27, 27а	60	6	220	12	6	Р57	60×6	256	0,7
30, 30а	60	6	249	12	6	Р59	60×6	285	0,8
33	60	8	273	15	6	Р61	60×8	315	1,2
36	70	8	300	15	6	Р62	70×8	342	1,5
40	70	8	338	15	6	Р63	70×8	380	1,7
45	70	10	386	15	6	Р64	70×10	428	2,4
50	80	10	424	20	7	Р65	80×10	478	3,0
55	80	10	471	20	7	Р66	80×10	525	3,3
60	80	12	518	20	7	Р67	80×12	572	4,3
Тип 11									
10	25	5	65	8	2	Р68	25×5	75	0,1
12	30	5	85	8	2	Р69	30×5	95	0,1
14	30	5	105	8	2	Р70	30×5	115	0,1
16	40	5	122	10	3	Р71	40×5	135	0,2
18, 18а	40	5	137	10	3	Р72	40×5	150	0,2
20	40	5	157	10	3	Р74	40×5	170	0,3
20а	50	5	155	10	5	Р75	50×5	170	0,3
22, 22а	50	5	175	10	5	Р76	50×5	190	0,4
24	50	6	195	10	5	Р78	50×6	210	0,5
24а	60	6	194	10	6	Р79	60×6	210	0,6
27, 27а	60	6	217	12	6	Р80	60×6	235	0,7
30, 30а	60	6	247	12	6	Р82	60×6	265	0,8
33	60	8	269	15	6	Р84	60×8	290	1,1
36	70	8	299	15	6	Р85	70×8	320	1,4
40	70	8	334	15	6	Р86	70×8	355	1,6
45	70	10	384	15	6	Р87	70×10	405	2,2
50	80	10	423	20	7	Р88	80×10	450	2,8
55	80	10	468	20	7	Р89	80×10	495	3,1
60	80	12	518	20	7	Р90	80×12	545	4,1

Примечание. См. примечания к табл. VI.14.

Таблица VI.16. **Ребра жесткости в двутаврах с параллельными гранями полок по ТУ 14-2-24-72**



Номер профиля	Размеры, мм			Тип I				Тип II			
					Размеры, мм		Масса, кг		Размеры, мм		Масса, кг
	m	c	d	Марка	$a \times \delta$	l		Марка	$a \times \delta$	l_1	
26Б1 2 3	15	210	205	БП1	50×6	240	0,6	БП51	50×6	220	0,5
30Б1 2 3	15	250	245	БП2	60×6	280	0,8	БП52	60×6	260	0,7
35Б1 2 3	15	299	285	БП3	60×6	329	0,9	БП53	60×6	300	0,8
40Б1 2 3	20	336	330	БП4	80×8	376	1,9	БП54	80×8	350	1,8
45Б1 2 3	20	383	380	БП5	80×8	423	2,1	БП55	80×8	400	2,0
50Б1 2 3	20	431	420	БП6	80×8	471	2,4	БП56	80×8	440	2,2
55Б1 2 3	25	467	455	БП7	100×10	517	4,0	БП57	100×10	480	3,8
60Б1 2 3	25	513	495	БП8	100×10	563	4,4	БП58	100×10	520	4,1
70Б1 2 3 4	25	612	595	БП9 БП10	120×10 120×12	662 662	6,2 7,5	БП59 БП60	120×10 120×12	620 620	5,8 7,0

Продолжение табл. VI.16

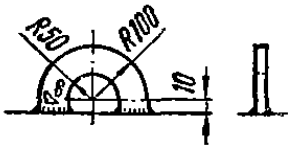
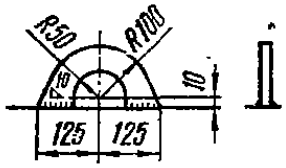
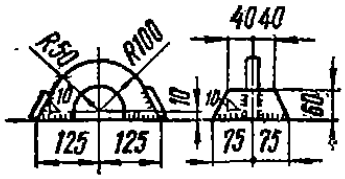
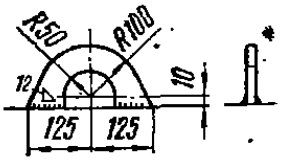
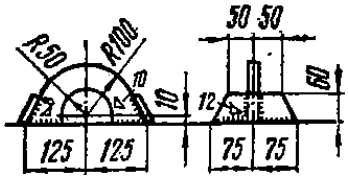
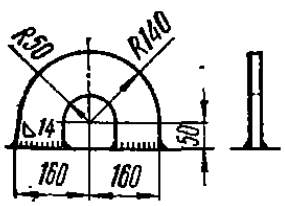
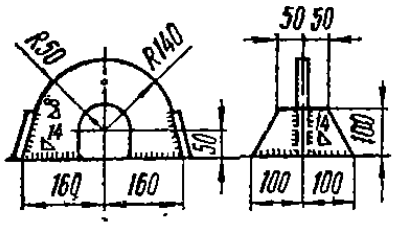
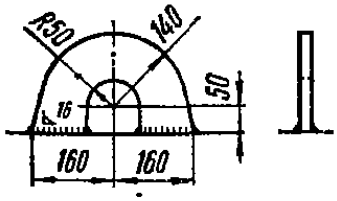
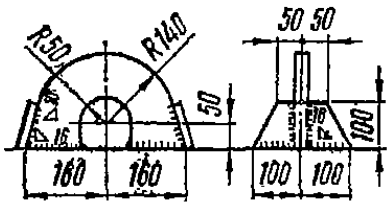
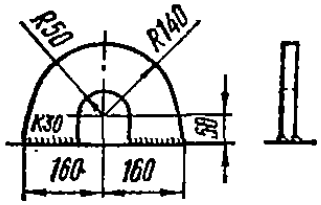
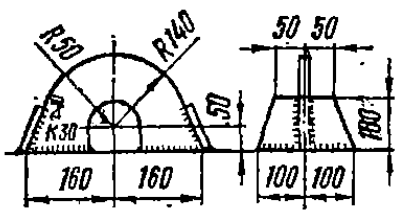
Номер профиля	Размеры, мм			Тип I				Тип II			
				Марка	Размеры, мм		Масса, кг	Марка	Размеры, мм		Масса, кг
	m	c	d		$a \times \delta$	l			$a \times \delta$	l_1	
80Б1 2 3 4	30	697	690	БП11 БП12	120×12 120×14	757 757	8,6 10,0	БП61 БП62	120×10 120×12	720 720	6,8 8,1
90Б1 2 3 4	30	796	790	БП13 БП14 БП15	150×12 150×14 150×16	856 856 856	12,2 14,1 16,1	БП63 БП64 БП65	120×10 120×12 120×14	820 820 820	7,7 9,3 10,8
100Б1 2 3 4	30	888	870	БП16 БП17	150×14 150×16	948 948	15,6 17,8	БП66 БП67 БП68	120×10 120×12 120×14	900 900 900	8,5 10,2 11,9
23Ш1 2	15	172	165	БП18	60×6	202	0,6	БП69	60×6	180	0,5
26Ш1 2	20	190	180	БП19	80×6	230	0,9	БП70	80×6	200	0,8
30Ш1 2 3 4	30	228	220	БП20	80×8	268	1,4	БП71	80×8	240	1,2
35Ш1 2 3 4	20	273	260	БП21 БП22	120×8 120×10	313 313	2,4 2,9	БП72 БП73	100×8 100×10	280 280	1,4 3,0
40Ш1 2 3 4	25	310	295	БП23 БП24	140×10 140×12	360 360	3,9 4,7	БП74 БП75	120×10 120×12	230 230	3,0 3,6
50Ш1 2 3 4 5	30	394	390	БП25 БП26 БП27	140×10 140×12 140×14	454 454 454	5,0 6,0 7,0	БП76 БП77 БП78	120×10 120×12 120×14	420 420 420	4,0 4,7 5,5
60Ш1 2 3 4 5 6	30	485	470	БП28 БП29 БП30	150×12 150×14 150×16	545 545 545	7,7 9,0 10,2	БП79 БП80 БП81	120×10 120×12 120×14	500 500 500	4,7 5,7 6,6

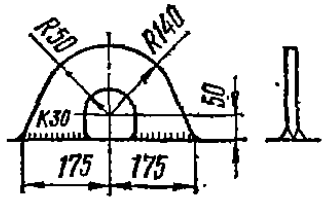
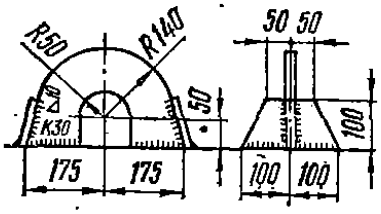
Продолжение табл. VI.16

Номер профиля	Размеры, мм			Тип I				Тип II			
	m	c	d	Марка	Размеры, мм $a \times \delta$	Размеры, мм l	Масса, кг	Марка	Размеры, мм $a \times \delta$	Размеры, мм l_1	Масса, кг
70Ш1											
2											
3											
4	30	584	570	БП31	150×12	644	9,1	БП82	120×12	600	6,8
5				БП32	150×14	644	10,6	БП83	120×14	600	7,9
6				БП33	150×16	644	12,1	БП84	120×16	600	9,0
7											
8											
80Ш1								БП85	120×10	700	6,6
2	35	667	665	БП34	160×14	737	13,0	БП86	120×12	700	7,9
3				БП35	160×16	737	14,8	БП87	120×14	700	9,2
26К1											
3	20	190	180	БП36	120×8	230	1,7	БП88	100×8	200	1,3
4				БП37	120×10	230	2,2	БП89	100×10	200	1,6
5											
30К1											
2											
3				БП38	140×10	268	2,9	БП90	120×8	240	1,8
4	20	228	220	БП39	140×12	268	3,5	БП91	120×10	240	2,3
5				БП40	140×14	268	4,1	БП92	120×12	240	2,7
6											
7											
8											
35К1											
2									120×10	280	2,6
3				БП41	160×12	313	4,7	БП98	120×12	280	3,2
4	20	273	260	БП42	160×14	313	5,5	БП94	120×14	280	3,7
5				БП43	160×16	313	6,3	БП95	120×16	280	4,2
6											
7											
8											
40К1											
2				БП44	180×10	360	5,1	БП74	120×10	320	3,0
3				БП45	180×12	360	6,1	БП75	120×12	320	3,6
4	25	310	295	БП46	180×14	360	7,1	БП96	120×14	320	4,2
5				БП47	180×16	360	8,1	БП97	120×16	320	4,8
6											
7											
8											
9											

VI.5. ПРОУШИНЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ, МОНТАЖНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Таблица VI.17. Проушины для транспортировки (Т) и кантовки (К) элементов конструкций

Грузоподъемность, т (не более)	Проушины		Детали			
	Т	К	Марка	Сечение, мм	Длина, мм	Масса, кг
1,0	Т1, Т2, Т3		Т1	110×10	200	1,0
2,0			Т2	110×12	200	1,2
3,0			Т3	110×14	200	1,4
5,0	Т4 	К4 	Т4 К4	110×16 60×16	250 150	1,7 0,9
10,0	Т5 	К5 	Т5 К5	110×20 60×16	250 150	2,1 0,9
15,0	Т6 	К6 	Т6 К6	190×25 100×16	320 200	7,5 1,9
20,0	Т7 	К7 	Т7 К7	190×30 100×20	320 200	8,9 2,4
25,0	Т8 	К8 	Т8 К7	190×30 100×20	320 200	8,9 2,4

Грузоподъемность, тс (не более)	Проушины		Детали			
	Т	К	Марка	Сечение, мм	Длина, мм	Масса, кг
30,0	Т9 	К9 	Т9 К7	190×30 100×20	350 200	9,4 2,4

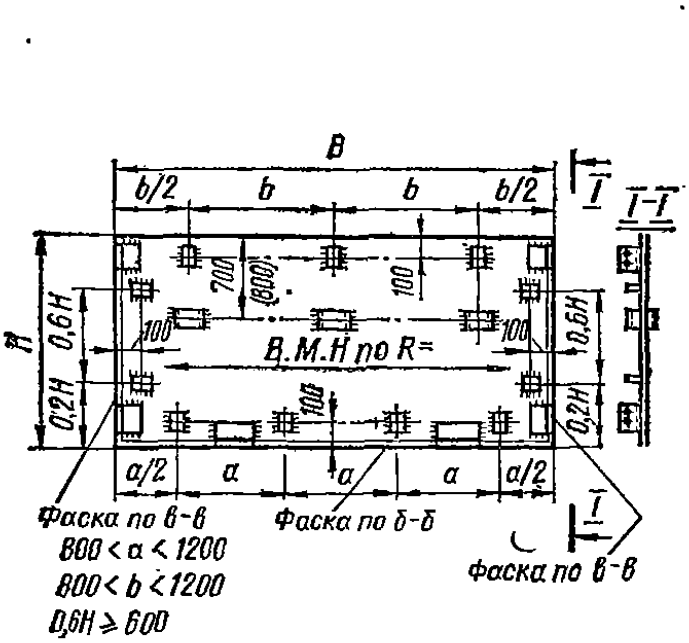
Примечания. 1. На элементе следует устаиавливать не менее двух проушин.

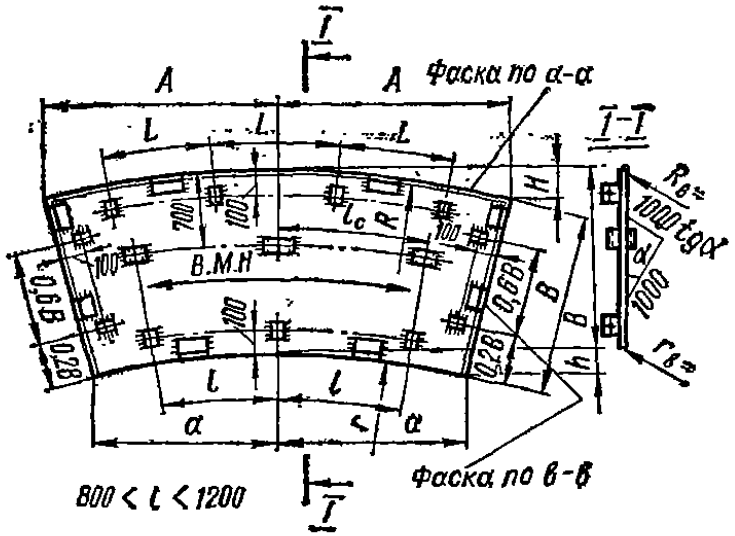
2. Грузоподъемность проушины зависит от массы элемента, например, для элемента массой 9,0 т требуются две проушины грузоподъемиостью 10 т.

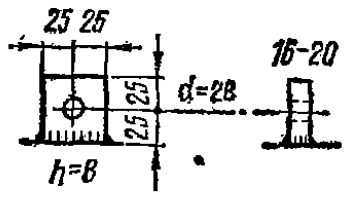
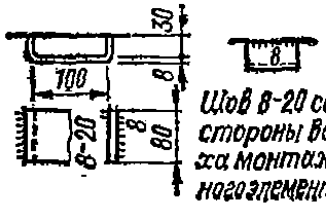
3. Расположение проушин для транспортировки на элементах конструкций указывается в чертежах КМД, проушин для кантовки — в технологических картах, при этом максимальное расстояние между проушинами ие должно превышать 3000 мм, а угол иаклона троса или цепи к оси элемента ие должен быть меньше 45°.

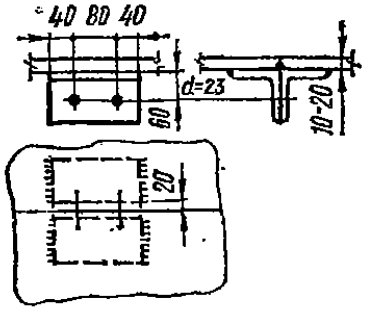
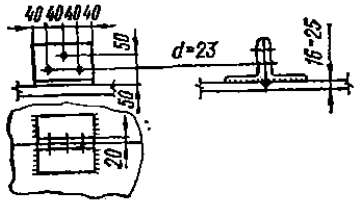
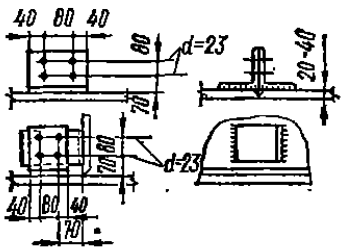
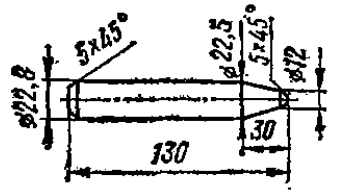
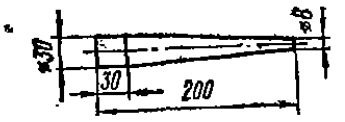
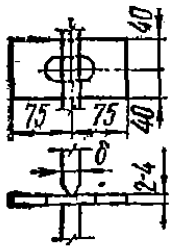
4. Материал деталей проушин — сталь марки Вст3сп5 по ГОСТ 380-71*.

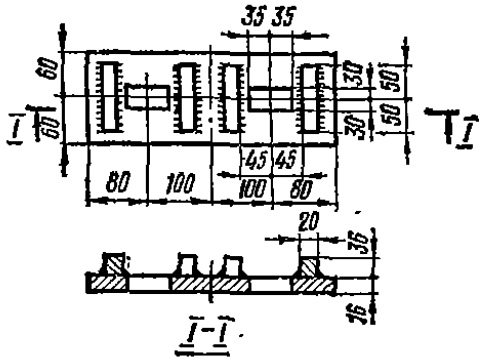
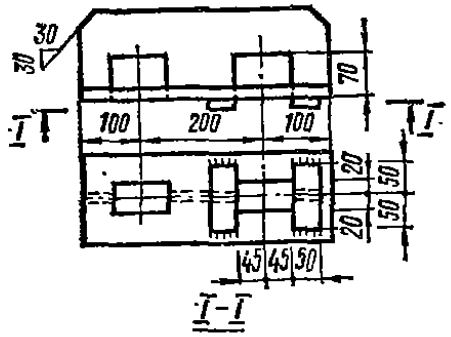
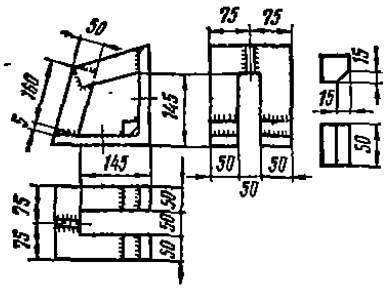
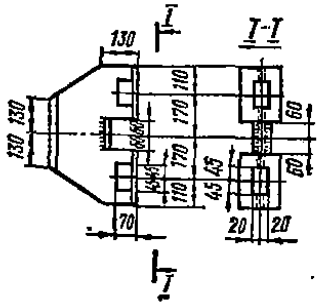
Таблица VI.18. Монтажные приспособления для сборки листовых конструкций. Материал — Вст3кп2 ГОСТ 380-71*; кроме оговоренных





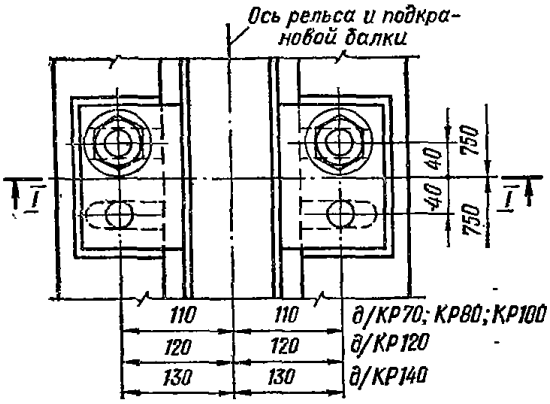
Приспособление	Эскиз	Марка	Деталь	Размеры, мм: Сечение	Размеры, мм: Длина	Масса, кг
Сборочные шайбы		П1 П2	П1 П2	50×16 50×20	50 50	0,3 0,4
Монтажные скобы		П3	П3	80×8	160	0,8

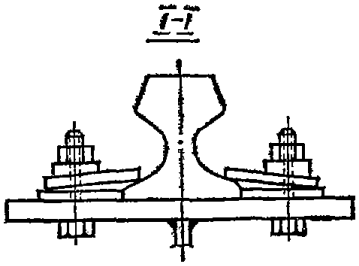
Приспособление	Эскиз	Марка	Деталь	Размеры, мм: Сечение	Размеры, мм: Длина	Масса, кг
Фиксаторы		П4	П4	100×100×12	160	2,9
		П5	П5	14	160	3,3
		П6	П6	16	160	3,7
		П7	П7	125×125×14	160	4,2
		П8	П8	16	160	4,7
		П9	П9	160×100×12	160	3,8
		П10	П10	14	160	4,4
		П11	П11	160×160×12	160	4,7
		П12	П12	14	160	5,4
		П13	П13	16	160	6,1
		П14	П14	20	160	7,6
		П15	П15	200×200×16	160	7,8
		П16	П16	20	160	9,6
		П17	П17	25	160	11,8
		П18	П18	30	160	14,0
Сборочные пробки, ВСт5пс2 ГОСТ 380-71*		П19	П19	$d = 22{,}8$	130	0,5
Сборочные клины		П20	П20	Кр. 30	200	0,6
Монтажные прокладки отверстие. толщина 23×50 / 8—14		П21	П21	80×2	150	0,2
		П22	П22	80×4	150	0,4
23×60 / 16—30		П23	П23	80×2	150	0,2
		П24	П24	80×4	150	0,4
23×80 / 32—50		П25	П25	80×2	150	0,2
		П26	П26	80×4	150	0,4

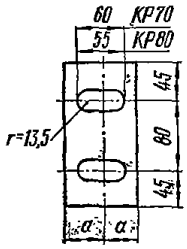
Приспособление	Эскиз	Марка	Деталь	Размеры, мм: Сечение	Размеры, мм: Длина	Масса, кг
Монтажные планки		П27	П27-1	120×16	360	5,4
			П27-2	36×20	100	0,5
		П28	П27-1	120×16	360	5,4
			П27-2	36×20	100	0,5
			П28-1	50×2	100	0,1
		П29	П27-1	120×16	360	5,4
			П27-2	36×20	100	0,5
			П29-1	50×4	100	0,2
		П30	П27-1	120×16	360	5,4
			П27-2	36×20	100	0,5
			П30-1	50×6	100	0,2
		П31	П27-1	120×16	360	5,4
			П27-2	36×20	100	0,5
			П31-1	50×8	100	0,3
		П32	П27-1	120×16	360	5,4
			П27-2	36×20	100	0,5
			П32-1	50×10	100	0,4
Монтажные тавры		П33	П33-1	⊥ H = 150 из ⊤ 30	400	7,3
		П34	П33-1	⊥ H = 150 из ⊤ 30	400	7,3
			П34-1	50×2	100	0,1
		П35	П33-1	⊥ H = 150 из ⊤ 30	400	7,3
			П35-1	50×4	100	0,2
		П36	П33-1	⊥ H = 150 из ⊤ 30	400	7,3
			П36-1	50×6	100	0,2
Сборочные уголки		П38	П38-1	200×200×16	150	7,3
			П38-2	40×40	50	0,6
			П38-3	50×16	165	1,0
		П39	П39-1	200×200×20	150	9,0
			П39-2	35×35	50	0,5
			П38-3	50×16	165	1,0
		П40	П40-1	200×200×25	150	11,1
			П40-2	30×30	50	0,4
			П38-3	50×16	165	1,0
Сборочные балки		П41	П41-1	200×200×30	150	13,1
			П41-2	25×25	50	0,2
			П38-3	50×16	165	1,0
		П42	П42-1	⊤ 36	560	25,0
			П42-2	30×8	120	0,2

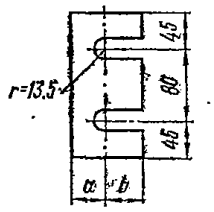
VI.6. ДЕТАЛИ КРЕПЛЕНИЯ И СТЫКИ РЕЛЬСОВ

Таблица VI.19. Детали крепления крановых рельсов

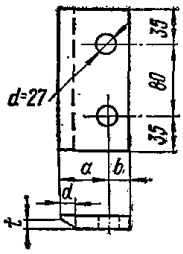




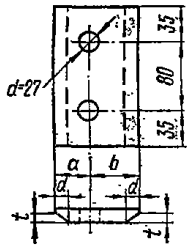
Номер	Деталь		Значения параметров детали, мм, для рельсов марки				
	Эскиз	Наименование параметров	КР70	КР80	КР100	КР120	КР140
1		Нормаль	М5	М6	—	—	—
		Сечение	—95×8	—90×8	—	—	—
		Длина	170		—	—	—
		a	47,5	45	—	—	—
		Масса 1 шт., кг	1,0	1,0	—	—	—

Номер	Эскиз	Наименование параметров					
Ia		Нормаль	—	—	М7	М8	М9
		Сечение	—	—	—80×10	—80×12	—80×14
		Длина	—	—	170		
		a	—	—	35	30	
		b	—	—	45	50	
		Масса 1 шт., кг	—	—	1,0	1,3	1,5

Продолжение табл. VI.19

Номер	Деталь		Значения параметров детали, мм, для рельсов марки				
	Эскиз	Наименование параметров	КР70	КР80	КР100	КР120	КР140
2		Нормаль	М10	М11	М12		
		Сечение	—110×16	—105×16	—100×16		
		Длина	150				
		a	75	70	65		
		b	35				
		d	15		17	25	
		t	3			5	
		Масса 1 шт., кг	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9

2а



Нормаль	М13	М14	М15	М16	М16
Сечение	—150×16	—140×16	—130×16	—135×16	
Длина	150				
a	60	55	50	55	55
b	90	85	80		
d	15	17	25		
t	3		5		
Масса 1 шт., кг	2,8	2,6	2,4	2,5	2,5

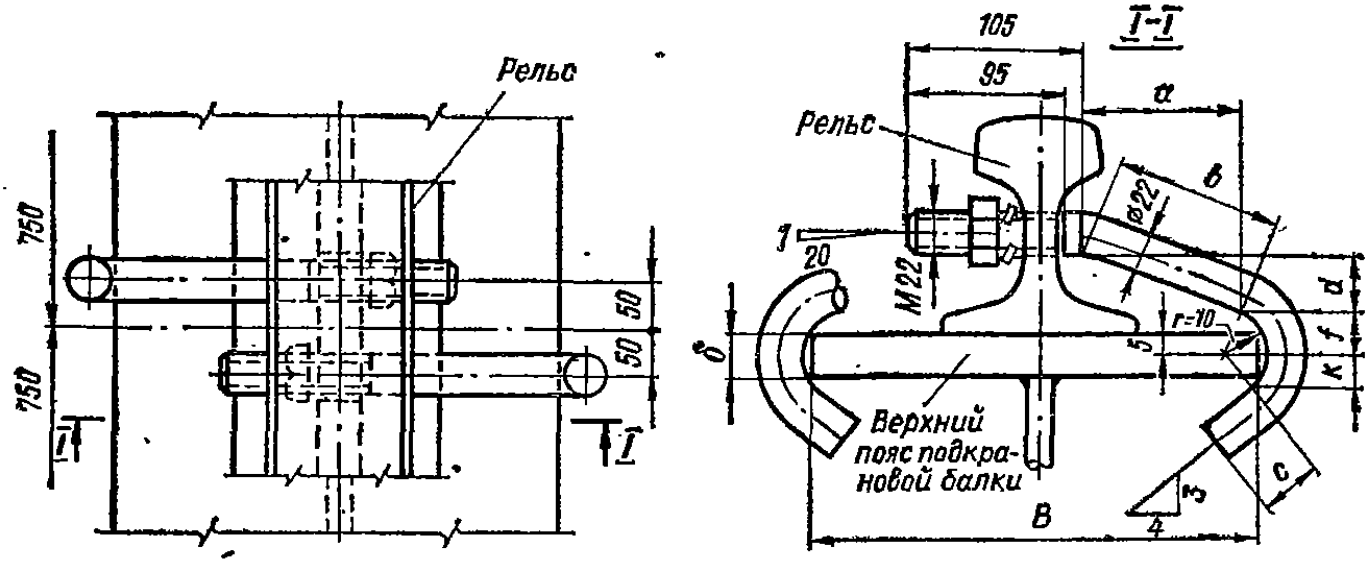
Примечания: 1. Материал деталей ВСт3пс6 по ГОСТ 380-71*.

2. Деталь *2а* применяется взамен детали 2 только в случае смещения рельса с оси подкрановой балки более 7 мм и поставляется дополнительно в объеме 50% от требуемого по проекту количества креплений.

3. При изготовлении деталей 2 и 2*а* допускается применение гибки вместо строжки. При этом должны быть обеспечены требуемый уклон и плотное прилегание поверхности отогнутого участка детали к рельсу.

4. Детали крепления рельсов КР70, КР80, КР100, КР120 приняты по серии КЭ-01-57, вып. VIII.

Таблица VI.20. Детали крепления рельсов Р38 и Р43



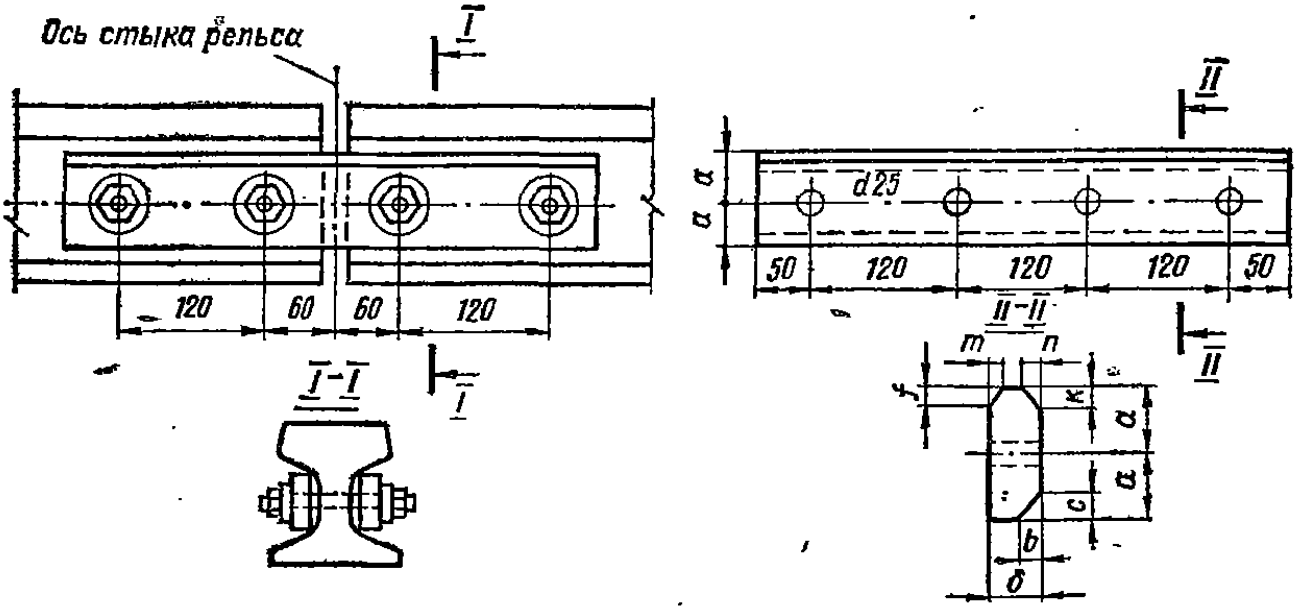
Границы применения деталей:

М1 при $B = 220 \div 250$ мм, $\delta = 10 \div 18$ мм;
М2 » $B = 280 \div 320$ мм, $\delta = 10 \div 16$ мм;
М3 » $B = 360 \div 400$ мм, $\delta = 12 \div 20$ мм;
М4 » $B = 450 \div 500$ мм, $\delta = 16 \div 22$ мм

Деталь	Размеры детали, мм						Длина заготовки l, мм	Масса 1 шт., кг
	a	b	c	d	f	k		
М1	80	91	30	43	9	8	270	0,8
М2	109	117	33	43	9	8	300	0,89
М3	145	150	31	39	14	12	345	1,03
М4	191	195	31	40	14	12	395	1,18

Примечания: 1. Материал деталей ВСт3кп2 по ГОСТ 380-71*.
2. Детали крепления М1—М4 приняты по серии КЭ-01-57, вып. VIII.

Таблица VI.21. Стыковые накладки рельсов

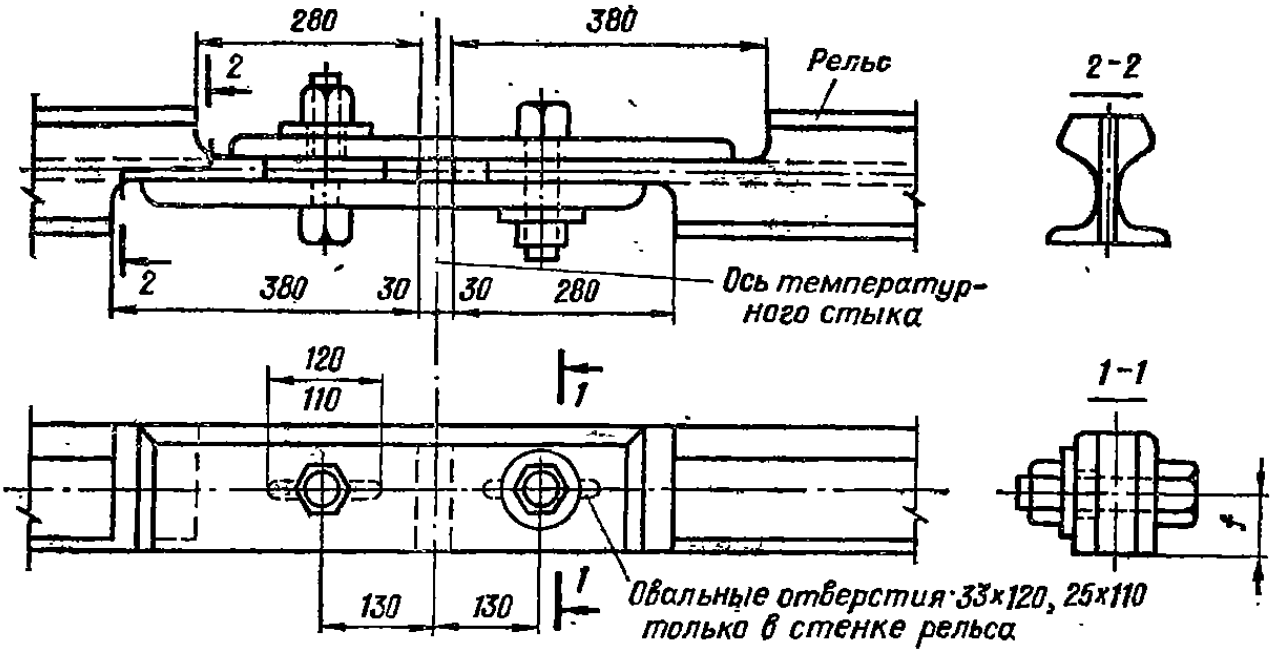


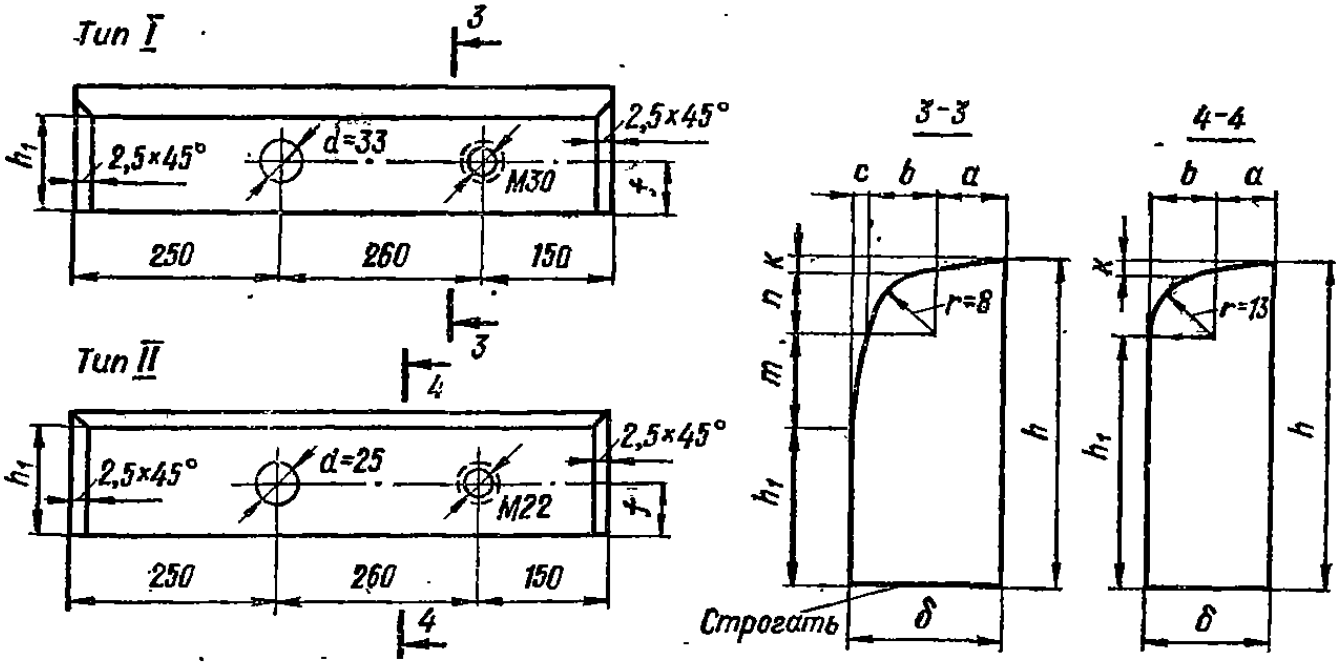
Обозначение размеров	Размеры накладок стыков рельсов, мм				
	КР70; КР80	КР100	КР120	КР140	Р38 и Р43
a	30	35	40	40	Все размеры и форма накладки соответствуют ГОСТ 4133-73
b	8	9	12	18	
c	8	9	12	13	

Обозначение размеров	Размеры накладок стыков рельсов, мм				
	КР70; КР80	КР100	КР120	КР140	Р38 и Р43
δ	16	20	25	30	
k	8	9	11	12	
n	5	6	7	8	
m	3	3	3	3	
f	3	3	3	3	
Масса 1 шт., кг	3,27	4,80	6,81	8,65	15,61

Примечания: 1. Материал накладок ВСт3кп2 по ГОСТ 380-71*.
2. Накладки рельсов КР 70, КР80, КР100, КР120 приняты по серии КЭ-01-57, вып. VIII.

Таблица VI.22. **Стыковые накладки температурных стыков рельсов**





Обозначение размеров	Размеры накладок температурных стыков рельсов, мм						
	Тип I					Тип II	
	КР70	КР80	КР100	КР120	КР140	Р38	Р43
h	120	130	150	170	170	135	140
h_1	87,5	95	110	125	120	121,2	126,1
δ	24	28	35	42	45	28	28

Продолжение табл. VI.22

Обозначение размеров	Размеры накладок температурных стыков рельсов, мм						
	Тип I					Тип II	
	КР70	КР80	КР100	КР120	КР140	Р38	Р43
a	16	18	25	32	32	15	15
b	5	7	7	7	7	13	13
c	3	3	3	3	3	—	—
k	1	1,5	2	3	3	0,8	0,9
n	5,5	7	7	7	8	—	—
m	26	26,5	31	35	39	13,0	13,0
f	48	51	58	66	66	59,5	62,5
Масса 1 шт., кг	14,9	18,9	27,2	37,0	39,6	19,6	20,3

Примечания: 1. Материал накладок ВСт3кп2 по ГОСТ 380-71*.
2. Накладки рельсов КР70, КР80, КР100, КР120 приняты по серии КЭ-01-57, вып. VIII.

VII.1. СТАЛИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Таблица VII.1. Расчетные сопротивления R прокатной стали

Класс стали	Расчетные сопротивления, кН/см², при			
	растяжении, сжатии и изгибе R	срезе $R_{ср}$	смятии торцовой поверхности (при наличии пригонки) $R_{см.т}$	местном смятии в цилиндрических шарнирах (цапфах) при плотном касании $R_{см}$
С38/23	21 (26)	13	32	16
С44/29	26 (30)	15	39	20
С46/33	29 (31)	17	43	22
С52/40	34	20	51	25
С60/45	38	23	57	29
С70/60	44	26	65	33
С85/75	53	31	80	39

Примечания: 1. В скобках указаны расчетные сопротивления стали растяжению для конструкций, эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести.

2. Указанные в таблице значения расчетных сопротивлений установлены для прокатной стали толщиной не более величин, приведенных в табл. VII.14. При больших толщинах прокатной стали значения расчетных сопротивлений растяжению, сжатию и изгибу (основные) назначают в соответствии со значениями предела текучести или временного сопротивления разрыву, устанавливаемыми соответствующими ГОСТами или ТУ.

3. Расчетное сопротивление стали класса С38/23 (кроме марки 09Г2С) при толщине 31—40 мм принимают $R = 19$ кН/см², 41—160 мм — $R = 17$ кН/см².

1. УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ

Таблица VII.2. Гарантируемые характеристики углеродистых сталей по ГОСТ 380-71*

Гарантируемые характеристики	Марки стали всех степеней раскисления и с повышенным содержанием Mn					
	ВСт2, ВСт3, ВСт5	ВСт3				
	Категории					
	1	2	3	4	5	6
Химический состав	+	+	+	+	+	+
Временное сопротивление	+	+	+	+	+	+
Предел текучести	—	+	+	+	+	+
Относительное удлинение	+	+	+	+	+	+
Изгиб в холодном состоянии	+	+	+	+	+	+
Ударная вязкость при температуре, град:						
+20	—	—	+	—	—	—
—20	—	—	—	+	+	—
Ударная вязкость после механического старения	—	—	—	—	+	+

Примечания: 1. Знак «+» означает, что показатель гарантируется, знак «—» означает, что показатель не гарантируется.

2. Сталь категорий 3, 4, 5 и 6 поставляется полуспокойной и спокойной. Допускается также поставка кипящей стали марки ВСт3 категории 3, при этом значение ударной вязкости при температуре +20° С принимается по нормам для спокойной и полуспокойной стали марки ВСт3 (см. табл. VII.6).

Таблица VII.3. Химический состав углеродистой стали по ГОСТ 380-71*

Марка стали	Содержание элементов, проц.					
	углерода	марганца	кремния	фосфора	серы	прочих
				не более		
ВСт2кп	0,09—0,15		⩽0,07	0,04	0,05	Хрома — 0,30 Никеля — 0,30 Меди — 0,30 Мышьяка—0,08
ВСт2пс			0,05—0,17			
ВСт2сп			012—0,30			
ВСт3кп	0,14—0,22	0,30—0,60	⩽0,07			
ВСт3пс		0,40—0,65	0,05—0,17			
ВСт3сп		0,40—0,65	0,12—0,30			
ВСт3Гпс		0,8—1,10 0,50—0,80	⩽0,15			
ВСт5пс	0,28—0,37		0,05—0,17			
ВСт5сп	0,28—0,37	0,50—0,80	0,16—0,35			
ВСт5Гпс	0,22—0,30	0,80—1,20	⩽0,15			

Примечания: 1. Химический состав углеродистой стали приведен по плавочному анализу ковшевой пробы.

2. Допускаемые отклонения по химическому составу в готовом прокате от норм, указанных в данной таблице, должны соответствовать указанным в табл VII.4.

3. Увеличение содержания мышьяка до 0,15%, фосфора до 0,05% допускается в стали, выплавленной на базе керченских руд только для категории 1, 2, 3.

4. Верхний предел содержания марганца допускается на 0,2% выше указанного в таблице для всех марок стали, кроме ВСт3Гпс и ВСт5Гпс.

Таблица VII.4. Допускаемые отклонения по химическому составу в готовом прокате по ГОСТ 380-71*

Степень раскисления стали	Допускаемые отклонения содержания элементов, проц.				
	Углерод	Марганец	Кремний	Фосфор	Сера
Кипящая	+0,03 —0,03	+0,05 —0,04	— —	+0,006 —	+0,006 —
Полуспокойная	+0,03 —0,02	+0,05 —0,03	+0,03 —0,02	+0,005 —	+0,005 —
Спокойная	+0,03 —0,02	+0,05 —0,03	+0,03 —0,02	+0,005 —	+0,005 —

Примечание. При поставке (по требованию заказчика) сталей марок БСт3 всех степеней раскисления и БСт3Гпс с гарантией свариваемости плюсовые отклонения по содержанию углерода не допускаются.

Таблица VII.5. Механические свойства углеродистой стали по ГОСТ 380-71*

Марка стали	Временное сопротивление разрыву, кН/см²	Предел текучести, кН/см², для толщин, мм		Относительное удлинение, проц. для толщин, мм		Изгиб на 180° для толщин, мм	
		до 40	свыше 40	до 40	свыше 40	до 20	свыше 20
		не менее					
ВСт2кп	33—42	22—21	20—19	33—32	30	$d = 0$ (без оправки)	Диаметр оправки увеличивается на толщину образца
ВСт2пс, ВСт2сп	34—44	23—22	21—20	32—31	29		
ВСт3кп	37—47	24—23	22—20	27—26	24	$d = 0{,}5a$	
ВСт3пс, ВСт3сп	38—49	25—24	23—21	26—25	23		
ВСт3Гпс	38—50	25—24	23—21	26—25	23		
ВСт5кп, ВСт5сп	50—64	29—28	27—26	20—19	17	$d = 3a$	
ВСт5Гпс	46—60	29—28	27—26	20—19	17		

Примечание. Приятые обозиачения: d — диаметр оправки, a — толщиа образца.

Таблица VII.6. Нормы ударной вязкости углеродистой стали ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3Гпс по ГОСТ 380-71*

Вид проката	Расположение образца отиосительно проката	Толщина, мм	Ударная вязкость, Дж/см², не менее		
			при температуре, град С		после механического старения
			+20	—20	
Листовая сталь	Поперек	5—9	80	40	40
		10—25	70	30	30
		(10—30)	70	30	30
		26—40	50	—	—
		(31—40)	50	—	—
Широкополосная сталь	Вдоль	5—9	100	50	50
		10—25	80	30	30
		(10—30)	80	30	30
		26—40	70	—	—
		(31—40)	70	—	—
Сортовой и фасонный прокат	Вдоль	5—9	110	50	50
		10—25	100	30	30
		(10—30)	100	30	30
		26—40	90	—	—
		(31—40)	90	—	—

Примечания: 1. Знак «—» озиачает, что испытаиие проката на удариую вязкость не производится.

2. Значения в скобках для стали ВСт3Гпс.

3. Определение ударной вязкости круглой стали производится с $d = 12$ мм, квадратной стали — начиная со стороны квадрата 11 мм, фасонного проката — с толщин, на которых может быть вырезан образец для испытаний.

Таблица VII.7. Нормируемые показатели низколегированных сталей

Категории	Нормируемые покаватели								
	Химический состав	Механические свойства и изгиб в холодном состоянии	Ударная вязкость						
			+20° С	—20° С	—40° С	—50° С	—60° С	—70° С	после механического старения
1	+	—	—	—	—	—	—	—	—
2	+	+	—	—	—	—	—	—	—
3	+	+	+	—	—	—	—	—	—
4	+	+	—	—	—	—	—	—	—
5	+	+	—	+	—	—	—	—	—
6	+	+	—	—	+	—	—	—	—
7	+	+	—	—	—	+	—	—	—
8	+	+	—	—	—	—	+	—	—
9	+	+	—	—	—	—	—	+	—
10	+	+	+	—	—	—	—	—	+
11	+	+	—	+	—	—	—	—	+
12	+	+	—	—	+	—	—	—	+
13	+	+	—	—	—	+	—	—	+
14	+	+	—	—	—	—	+	—	+
15	+	+	—	—	—	—	—	+	+

Примечание. Знак «+» означает, что показатель нормируется, знак «—» — показатель не нормируется.

Таблица VII.8. Химический состав низколегированных сталей по ГОСТ 19281-73 и 19282-73

Марка стали	Содержание элементов, проц.					
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Медь
09Г2	⩽0,12	0,17—0,37	1,4—1,8	⩽0,30	⩽0,30	⩽0,30
09Г2Д						0,15—0,30
09Г2С,	⩽0,12	0,5—0,8	1,3—1,7	⩽0,30	⩽0,30	⩽0,30
09Г2СД						0,15—0,30
10Г2С1,	⩽0,12	0,8—1,1	1,3—1,65	⩽0,30	⩽0,30	⩽0,30
10Г2С1Д						0,15—0,30
14Г2АФ,	0,12—0,18	0,3—0,6	1,2—1,6	⩽0,40	⩽0,30	⩽0,30
14Г2АФД						0,15—0,30
16Г2АФ,	0,14—0,20	0,3—0,6	1,3—1,7	⩽0,40	⩽0,30	⩽0,30
16Г2АФД						0,15—0,30
14Г2	0,12—0,18	0,17—0,37	1,2—1,6	⩽0,30	⩽0,30	⩽0,30
10ХСНД	⩽0,12	0,8—1,1	0,5—0,8	0,6—0,9	0,5—0,8	0,4—0,6
15ХСНД	0,12—0,18	0,4—0,7	0,4—0,7	0,6—0,9	0,3—0,6	0,2—0,4
15Г2СФ,	0,12—0,18	0,4—0,7	1,3—1,7	⩽0,30	⩽0,30	⩽0,30
15Г2СФД						0,15—0,30
18Г2АФпс,	0,14—0,22	до 0,17	1,3—1,7	⩽0,30	⩽0,30	⩽0,30
18Г2АФДпс						0,15—0,30
15Г2АФДпс	0,12—0,18	до 0,17	1,2—1,6	⩽0,30	⩽0,30	0,2—0,4
10ХНДП	⩽0,12	0,17—0,37	0,3—0,6	0,5—0,8	0,3—0,6	0,3—0,5

Примечания: 1. Содержание ванадия в стали марок 14Г2АФ и 14Г2АФД — 0,07—0,12%, в стали марок 16Г2АФ и 16Г2АФД — 0,08—0,14%, в стали марок 15Г2СФ и 15Г2СФД — 0,05—0,10%, 15Г2АФДпс, 18Г2АФпс и 18Г2АФДпс — 0,08—0,15%.

2. Содержание азота в стали марок 14Г2АФ, 14Г2АФД, 16Г2АФ, 16Г2АФД — 0,015—0,025%, в стали марок 18Г2АФпс, 18Г2АФДпс, 15Г2АФДпс — 0,015—0,030%.

3. В стали марки 10Г2С1Д допускается снижение содержания кремния до 0,7%.
4. Содержание фосфора в стали всех марок, кроме стали марки 10ХНДП, должно быть не более 0,035%; в стали марки 10ХНДП—0,07—0,12%.
5. Содержание серы в стали всех марок должно быть не более 0,040%.
6. Содержание алюминия в стали марки 10ХНДП—0,08—0,15%.
7. Содержание остаточного азота в стали не должно превышать 0,008%. Допускается наличие остаточного азота до 0,012%, но при этом независимо от категории сталь должна выдерживать испытание на ударную вязкость после механического старения.
8. Содержание мышьяка в стали не должно превышать 0,08%, при выплавке стали из керченских руд допускается содержание мышьяка до 0,15%, однако содержание фосфора при этом должно быть не более 0,030%.
9. В готовом прокате при условии обеспечения механических свойств стали допускаются отклонения по химическому составу согласно табл. VII.9.

Таблица VII.9. Допускаемые отклонения по химическому составу

Элемент	Допускаемые отклонения	Элемент	Допускаемые отклонения
Углерод	±0,02	Ванадий	+0,02
Кремний	±0,05		—0,01
Марганец	±0,10	Ниобий	+0,010
Хром	±0,05		—0,005
Никель	±0,05	Сера	+0,005
Медь	±0,05	Фосфор	+0,005
Азот	+0,005	—	—

Примечания: 1. В стали марки 18Г2АФпс плюсовое отклонение по содержанию углерода не допускается.
2. В стали марки 10ХНДП допускается отклонение по содержанию фосфора +0,03%, алюминия +0,02.
—0,01

Таблица VII.10. Механические свойства низколегированных сталей по ГОСТ 19282-73

Марка стали	Толщина проката	Механические свойства					
		Временное сопротивление разрыву, кН/см²	Предел текучести, кН/см²	Относительное удлинение δ_5, проц.	Ударная вязкость, Дж/см², при температуре, град С		
					+20	—40	—70
		не менее					
09Г2	4	45	31	21	—	—	—
09Г2Д	5—9	45	31	21	—	35	—
	10—20	45	31	21	—	30	—
	21—32	45	30	21	—	40	—
09Г2С	4	50	35	21	—	—	—
09Г2СД	5—9	50	35	21	65	40	35
	10—20	48	33	21	60	35	30
	21—32	47	31	21	60	35	30
	33—60	46	29	21	60	35	30
	61—80	45	28	21	60	35	30
	80—160	44	27	21	60	35	30
15ХСНД	4	50	35	21	—	—	—
	5—9	50	35	21	—	40	30
	10—32	50	35	21	—	30	30

Продолжение табл. VII.10

Марка стали	Толщина проката, мм	Механические свойства					
		Временное сопротивление разрыву, кН/см²	Предел текучести, кН/см²	Относительное удлинение δ_5, проц.	Ударная вязкость, Дж/см², при температуре, град С		
					+20	—40	—70
		не менее					
10ХСНД	4	54	40	19	—	—	—
	5—9	54	40	19	—	50	35
	10—15	54	40	19	—	40	30
	16—32	54	40	19	—	50	30
	33—40	52	40	19	—	50	30
14Г2	4	47	34	21	—	—	—
	5—9	47	34	21	—	35	—
	10—32	46	33	21	—	30	—
10Г2С1 10Г2С1Д	4	50	36	21	—	—	—
	5—9	50	35	21	65	40	30
	10—20	49	34	21	60	30	25
	21—32	48	33	21	60	30	25
	33—60	46	33	21	60	30	25
	61—100	44	30	21	60	30	25
14Г2АФ 14Г2АФД	4	55	40	20	—	—	—
	5—9	55	40	20	—	45	35
	10—50	55	40	20	—	40	30
16Г2АФ 16Г2АФД	4	60	45	20	—	—	—
	5—9	60	45	20	—	45	35
	10—32	60	45	20	—	40	30
	33—50	58	42	20	—	40	30
15Г2СФ 15Г2СФД	5—9	56	40	18	—	40	—
	10—32	56	40	18	—	35	—
18Г2АФпс 18Г2АФДпс	4	60	45	19	—	—	—
	5—9	60	45	19	—	45	35
	10—32	60	45	19	—	40	30
15Г2АФДпс	4	55	40	19	—	—	—
	5—9	55	40	19	—	45	35
	10—32	55	40	19	—	40	30
10ХНДП	4	48	35	20	—	—	—
	5—9	48	35	20	—	40	—
15Г2СФ* 15Г2СФД*	10—32	60	45	17	—	40	30
14Г2*	10—32	54	40	18	—	40	30

Продолжение табл. VII.10.

Марка стали	Толщина проката, мм	Механические свойства					
		Временное сопротивление разрыву, кН/см²	Предел текучести, кН/см²	Относительное удлинение δ_5, проц.	Ударная вязкость, Дж/см², при температуре, град С		
					+20	—40	—70
		не менее					
10Г2С1* 10Г2С1Д*	10—40	54	40	19	—	50	30
09Г2С*	10—32	50	37	19	—	50	30
09Г2СД*	33—60	46	32	21	—	50	30

Примечания: 1. Знаком * отмечены стали, поставляемые в термически обработанном состоянии (закалка с отпуском).

2. Ударная вязкость листовой и универсальной стали при температуре плюс 20° С после механического старения должна быть не менее 30 Дж/см².

3. Значения ударной вязкости при температуре минус 20° С должны быть не ниже норм, установленных для температуры минус 40° С.

4. Значения ударной вязкости при температуре минус 50° С и минус 60° С должны быть не ниже норм, установленных для температуры минус 70° С.

5. Свариваемость стали обеспечивается технологией ее изготовления и химическим составом.

6. Листы должны выдерживать испытание на изгиб в холодном состоянии на оправке диаметром, равным двум толщинам проката, на угол 180°.

Таблица VII.11. **Механические свойства низколегированных сталей по ГОСТ 19281-73**

Марка стали	Толщина проката, мм	Механические свойства					
		Временное сопротивление разрыву, кН/см²	Предел текучести, кН/см²	Относительное удлинение δ_5, проц.	Ударная вязкость, Дж/см², при температуре, град С		
					+20	—40	—70
		не менее					
09Г2	4	45	31	21	—	—	—
09Г2Д	5—9	45	31	21	—	40	30
	10—20	45	31	21	—	30	30
	21—32	45	30	21	—	30	—
14Г2	4	47	34	21	—	—	—
	5—9	47	34	21	—	35	35
	10—20	46	33	21	—	30	30
	21—32	46	33	21	—	30	—
09Г2С	4	50	35	21	—	—	—
09Г2СД	5—9	50	35	21	65	40	35
	10—20	48	33	21	60	35	30
	21—32	47	31	21	60	35	—
	33—60	46	29	21	60	35	—
	61—80	45	28	21	60	35	—
	81—160	44	27	21	60	35	—

Продолжение табл. VII.11

Марка стали	Толщина проката, мм	Механические свойства: Временное сопротивление разрыву, кН/см²	Предел текучести, кН/см²	Относительное удлинение δ_5, проц.	Ударная вязкость, Дж/см², при температуре, град С: +20	—40	—70
		не менее					
10Г2С1 10Г2С1Д	4	50	36	21	—	—	—
	5—9	50	35	21	65	40	30
	10—20	49	34	21	60	30	25
	21—32	48	33	21	60	30	—
	33—60	46	33	21	60	30	—
	61—100	44	30	21	60	30	—
10ХСНД	4	54	40	19	—	—	—
	5—9	54	40	19	—	50	35
	10—15	54	40	19	—	40	30
15ХСНД	4	50	35	21	—	—	—
	5—9	50	35	21	—	40	35
	10—20	48	33	21	—	30	30
	21—32	48	33	21	—	30	—
15Г2СФ 15Г2СФД	4	56	40	18	—	—	—
	5—9	56	40	18	—	40	—
	10—20	56	40	18	—	35	—
15ХНДП	4	48	35	20	—	—	—
	5—9	48	35	20	—	40	—

Примечания: 1. Значение ударной вязкости при температуре плюс 20° С после механического старения должно быть не менее 30 Дж/см².

2. Значение ударной вязкости при температуре минус 20° С должно быть не ниже норм, устаиовленных для температуры минус 40° С.

3. Значение ударной вязкости при температуре минус 50° С и минус 60° С должно быть не ниже норм, устаиовленных для температуры минус 70° С.

4. Нормы ударной вязкости при температуре минус 70° С относятся к фасонным профилям толщиной до 11 мм.

5. Свариваемость стали обеспечивается технологией ее изготовления и химическим составом.

6. Прокат должен выдерживать испытание на изгиб в холодном состоянии на оправке диаметром, равным двум толщинам, на угол 180°.

Таблица VII.12. Влияние компонентов на механические свойства стали

Элемент	Обозначение в марках стали	Предел прочности	Предел текучести	Относительное удлинение	Твердость	Ударная вязкость	Усталостная прочность
Углерод	У	++	+	—	++	—	—
Марганец	Г	++	+	—	+	—	+
Кремний	С	++	+	—	+	—	0
Никель	Н	+	+	0	+	+	0
Хром	Х	+	+	—	++	0	0
Медь	Д	0	0	0	0	0	0
Ниобий	Б	++	++	—	+	0	+

Продолжение табл. VII.12

Элемент	Обозначение в марках стали	Предел прочности	Предел текучести	Относительное удлинение	Твердость	Ударная вязкость	Усталостная прочность
Ванадий	Ф	+	+	—	+	0	++
Нитрид ванадия	АФ	++	++	—	+	0	+
Молибден	М	+	+	—	+	0	++
Бор	Р	++	++	—	+	—	+
Титан	Т	+	+	0	+	—	0
Алюминий	Ю	0	0	0	0	+	0
Сера	—	—	—	0	—	—	—
Фосфор	П	+	+	—	+	—	0
Мышьяк	—	—	—	—	0	—	—
Азот	А	++	++	—	++	—	—
Кислород	—	—	—	—	+	—	—

Таблица VII.13. **Влияние компонентов на технологические свойства стали**

Элемент	Свариваемость	Коррозийная стойкость	Хладостойкость	Красноломкость
Углерод	—	0	0	0
Марганец	0	+	0	0
Кремний	—	—	0	0
Никель	+	++	0	0
Хром	—	++	0	0
Медь	0	++	0	0
Ниобий	+	0	0	0
Ванадий	+	+	0	0
Нитрид ванадия	0	+	0	0
Молибден	+	+	0	0
Бор	+	0	0	0
Титан	+	0	0	0
Алюминий	0	0	0	0
Сера	—	0	0	++
Фосфор	—	—	—	0
Мышьяк	—	0	0	0
Азот	—	0	0	0
Кислород	—	—	—	+

Примечание. Приятые обозначения для табл. VII.12 и VII.13: знак «+» улучшает свойства; «++» значительно улучшает; «—» снижает; «——» значительно снижает; «0» не оказывает существенного влияния.

3. ГРУППЫ КОНСТРУКЦИЙ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТАЛЕЙ

Согласно указаниям СНиП II-В.3-72 (табл. 50) все конструкции распределены по группам в зависимостн от условий эксплуатации.

Группа I — сварные конструкции, работающие в особо тяжелых условиях и подвергающиеся непосредственному воздействию динамических или вибрационных нагрузок (балки рабочих площадок главных зданий мартеновскнх и конверторных цехов; элементы конструкций бункерных и разгрузочных эстакад, непосредственно воспринимающие нагрузку от подвижных составов; подкрановые балки; фасонки стропильных и подстропильных ферм и т. п.).

Группа II — сварные конструкции, находящиеся под непосредственным воздействием динамических или вибрационных нагрузок, кроме перечисленных в группе I (пролетные строения наклонных мостов доменных печей; пролетные строения и опоры транспортерных галерей и т. п.).

Группа III — сварные конструкции перекрытий и покрытий (фермы, за исключением фасонок; ригели рам; главные балки перекрытий и т. п.).

Группа IV — сварные конструкции, не подвергающиеся непосредственному воздействию подвижных или вибрационных нагрузок (колонны, стойки, прогоны покрытий, опорные плиты; конструкции, поддерживающие технологическое оборудование и трубопроводы, сварные балки, бункера).

Группа V — конструкции I—IV групп, монтируемые при расчетной температуре ниже минус 40° С и эксплуатируемые в отапливаемых помещениях.

Группа VI — вспомогательные конструкции зданий и сооружений (связи, элементы фахверка, лестницы, площадки, опоры светильников и т. п.) и слабонагруженные конструкции и элементы с напряжением менее 0,4 расчетного сопротивления с применением сварки и без сварки.

Группа VII — конструкции, относящиеся к группам I, II, III, при выполнении их клепаными.

Группа VIII — конструкции, относящиеся к группе IV, при выполнении их клепаными, а также элементы конструкций, не имеющие сварных соединений.

Таблица VII.14. **Рекомендации по применению стали для конструкции зданий и сооружеиий по СНиП II-В.3-72**

Группа конструкций	Расчетная температура, град С	Класс стали	Марка стали	Толщина проката δ, мм	ГОСТ или ТУ на поставку
I	$t \geqslant -40$	С38/23	ВСт3ГПС5	5—30	ГОСТ 380-71*
			ВСт3сп5	5—25	
		С44/29	ВСтТПС [1]	10—25	ГОСТ 14637-79
			09Г2С-12	21—60	ГОСТ 19282-73
		С46/33	09Г2С-12	4—20	ГОСТ 19281-73
			10Г2С1-12	4—11	ГОСТ 19282-73
			10Г2С1Д-12	12—40	
			15ХСНД-12	4—32	
			14Г2-12 [2]	4—32	ГОСТ 19282-73
		С52/40	10Г2С1-12 [1]	10—40	ГОСТ 19282-73
			10ХСНД-12	4—15	ГОСТ 19281-73
			10ХСНД-12	4—40	ГОСТ 19282-73
			14Г2АФ-12	4—50	
			15Г2АФДпс-12	4—32	
	$-40 > t \geqslant -65$	С44/29	09Г2С-15	21—60	ГОСТ 19282-73
		С46/33	09Г2С-15	4—11	ГОСТ 19281-73
			09Г2С-15	4—20	ГОСТ 19282-73
		С52/40	10Г2С1-15 [1]	10—40	ГОСТ 19282-73
			10ХСНД-15	4—11	ГОСТ 19281-73
			10ХСНД-15	4—40	ГОСТ 19282-73
			14Г2АФ-15	4—50	
			15Г2АФДпс-15	4—32	

[1] — сталь термоупрочненная;
[2] — применяемая только для фасонок ферм;

Продолжение табл. VII.14

Группа конструкций	Расчетная температура, град С	Класс стали	Марка стали	Толщина проката δ, мм	ГОСТ или ТУ на поставку
II	$t \geqslant -40$	С38/23	ВСт3пс6 ВСт3Гпс5 ВСт3сп5	5—10 11—30 11—25	ГОСТ 380-71
			09Г2С-12	61—160	ГОСТ 19282-73
		С44/29	ВСтТпс [1]	10—25	ГОСТ 14637-79
		С52/40	14Г2-12 10Г2С1-12 10Г2С1Д-12 15ХСНД-12 10ХНДП-12	4—32 4—11 12—40 4—32 4—9	ГОСТ 19281-73, ГОСТ 19282-73
		С60/45	16Г2АФ-12 18Г2АФпс-12 15Г2СФ-12 [1]	4—50 4—32 10—32	ГОСТ 19282-73
	$-40 > t \geqslant -65$	С38/23	09Г2С-15	61—160	ГОСТ 19282-73
		С44/29	09Г2С-15	21—60	ГОСТ 19282-73
		С46/33	09Г2С-15	4—11	ГОСТ 19281-73
			09Г2С-15	4—20	ГОСТ 19282-73
			10Г2С1-15	4—11	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73
			10Г2С1Д-15	12—60	ГОСТ 19282-73
			15ХСНД-15	4—11	ГОСТ 19281-73
			15ХСНД-15	4—32	ГОСТ 19282-73
		С52/40	10Г2С1-15 [1]	10—40	ГОСТ 19282-73
			10ХСНД-15	4—11	ГОСТ 19281-73
			10ХСНД-15 14Г2АФ-15 15Г2АФДпс-15	4—40 4—50 4—32	ГОСТ 19282-73
		С60/45	16Г2АФ-15 18Г2АФпс-15	4—5 4—32	ГОСТ 19282-73

Продолжение табл. VII.14

Группа конструкций	Расчетная температура, град С	Класс стали	Марка стали	Толщина проката δ, мм	ГОСТ или ТУ на поставку
III	$t \geqslant -30$	С38/23	ВСт3пс6	5—25	ГОСТ 380-71 *
	$-30 > t \geqslant -40$	С38/23	ВСт3пс6 ВСт3Гпс5 ВСт3сп5	5—10 11—30 11—25	ГОСТ 380-71 *
		С44/29	ВСтТпс [1]	10—25	ГОСТ 14637-79
		С46/33	14Г2-6 10ХНДП-6	4—32 4—9	ГОСТ 19281-73, ГОСТ 19282-73
		С52/40	10Г2С1-6 [1] 14Г2АФ-6 15Г2АФДпс-6	10—40 4—50 4—32	ГОСТ 19282-73
			15Г2СФ-6 15Г2СФ-6	4—20 4—32	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73
		С60/45	16Г2АФ-6 15Г2СФ-6 [1] 18Г2АФпс-6	4—50 10—32 4—32	ГОСТ 19282-73
		С70/60	12Г2СМФ	10—32	ТУ 14-1-1308-75
	$-40 > t \geqslant -65$	С44/29	09Г2-12 09Г2С-15	4—10 21—60	ГОСТ 19281-73, ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19282-73
		С46/33	09Г2С-12	4—11	ГОСТ 19281-73
			09Г2С-12 09Г2С-15	4—9 10—20	ГОСТ 19282-73
			10Г2С1-15	4—11	ГОСТ 19281-73
			10Г2С1-15	4—60	ГОСТ 19282-73
			15ХСНД-15	4—11	ГОСТ 19281-73
			15ХСНД-15	4—32	ГОСТ 19282-73
		С52/40	10Г2С1-15 [1]	10—40	ГОСТ 19282-73
			10ХСНД-15	4—11	ГОСТ 19281-73
			10ХСНД-15 14Г2АФ-15 15Г2АФДпс-15	4—40 4—50 4—32	ГОСТ 19282-73
		С60/45	16Г2АФ-15 18Г2АФпс-15	4—50 4—32	ГОСТ 19282-73

Продолжение табл. VII.14

Группа конструкций	Расчетная температура, град С	Класс стали	Марка стали	Толщина проката δ, мм	ГОСТ или ТУ на поставку
IV	$t \geqslant -30$	С38/23	ВСт3кп2 ВСт3кп2 [3]	4—40 41—160	ГОСТ 380-71 *
		С44/29	ВСтТпс [1]	10—25	ГОСТ 14637-79
	$-30 \geqslant t > -40$	С38/23	ВСт3пс6	5—25	ГОСТ 380-71 *
		С44/29	ВСтТпс [1]	10—25	ГОСТ 14637-79
		С46/33	14Г2-6 10ХНДП-6	4—32 4—9	ГОСТ 19281-73, ГОСТ 19282-73
		С52/40	10Г2С1-6 [1] 14Г2АФ-6 15Г2АФДпс-6	10—40 4—50 4—32	ГОСТ 19282-73
			15Г2СФ-6	4—20	ГОСТ 19281-73
			15Г2СФ-6	4—32	ГОСТ 19282-73
		С60/45	16Г2АФ-6 18Г2АФпс-6 15Г2СФ-6	4—50 4—32 10—32	ГОСТ 19282-73
		С70/60	12Г2СМФ	10—32	ТУ 14-1-1308-75
V	$-40 > t \geqslant -50$	С38/23	09Г2С-6 [3]	61—160	ГОСТ 19282-73
		С44/29	ВСтТпс [1]	10—25	ГОСТ 14637-79
			09Г2-6 09Г2С-6	4—32 21—32	ГОСТ 19281-73, ГОСТ 19282-73
			09Г2С-9 10Г2С1-6 [3]	33—60 61—160	ГОСТ 19282-73
		С46/33	09Г2С-6	4—20	ГОСТ 19281-73,
			10Г2С1-6	4—20	ГОСТ 19282-73
			10Г2С1-9 10ХНДП-6	21—60 4—9	ГОСТ 19282-73 ГОСТ 19281-73
		С52/40	10Г2С1-9 [1] 14Г2АФ-9 15Г2АФДпс-9	10—40 4—50 4—32	ГОСТ 19282-73
		С60/45	16Г2АФ-9 18Г2АФпс-9	4—50 4—32	ГОСТ 19282-73
	$-50 > t > -65$	С44/29	09Г2С-9	21—60	ГОСТ 19282-73
		С46/33	09Г2С-9	4—11	ГОСТ 19281-73
			09Г2С-9	4—20	ГОСТ 19282-73
			10Г2С1-9	4—11	ГОСТ 19281-73

Продолжение табл. VII.14

Группа конструкций	Расчетная температура, град С	Класс стали	Марка стали	Толщина проката δ, мм	ГОСТ или ТУ на поставку
V	−50 > t ≥ −65	С46/33	10Г2С1-9	4—60	ГОСТ 19282-73
			15ХСНД-9	4—11	ГОСТ 19281-73
			15ХСНД-9	4—32	ГОСТ 19282-73
		С52/40	10Г2С1-9[1] 10ХСНД-9 14Г2АФ-9 15Г2АФДпс-9	10—40 11—40 4—50 4—32	ГОСТ 19282-73
		С60/45	16Г2АФ-9 18Г2АФпс-9	4—50 4—32	ГОСТ 19282-73
VI	t ≥ −40	С38/23	ВСт3кп2	4—30	ГОСТ 380-71*
		С46/33	10ХНДП-6	4—9	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73
	−40 > t ≥ −65	С38/23	ВСт3сп5 ВСт3Гпс5	5—25 5—30	ГОСТ 370-71*
		С46/33	10ХНДП-12	4—9	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73
VII	t ≥ −40	С38/23	ВСт3пс6 ВСт3Гпс5	5—25 10—30	ГОСТ 380-71*
		С44/29	ВСтТпс [1] 09Г2-6	10—25	ГОСТ 14637-79
				4—32	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73
		С46/33	14Г2-6 10ХНДП-6	4—32 4—9	ГОСТ 19281-73, ГОСТ 19282-73
		С52/40	10Г2С1-6 [1]	10—40	ГОСТ 19282-73
	−40 > t ≥ −65	С44/29	ВСтТсп [1]	10—25	ГОСТ 14637-79
			09Г2-12 09Г2С-12	4—20 21—32	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73
		С46/33	14Г2-12 10Г2С1-12	4—32 4—32	ГОСТ 19281-73 ГОСТ 19282-73
		С52/40	10Г2С1-15 [1]	10—40	ГОСТ 19282-73
		С38/23	ВСт3кп2	4—30	ГОСТ 380-71*
		С44/29	ВСтТкп[1]	10—25	ГОСТ 14637-79

Продолжение табл. VII.14

Группа конструкций	Расчетная температура, град С	Класс стали	Марка стали	Толщина проката δ, мм	ГОСТ или ТУ на поставку
VIII	$t \geqslant -40$	С46/33	14Г2-6	4—32	ГОСТ 19281-73
			10ХНДП- 6	4—9	ГОСТ 19281-73
		С52/40	10Г2С1-6 [1]	10—40	ГОСТ 19282-73
VIII	$-40 > t \geqslant -65$	С44/29	ВСтТпс [1]	10—25	ГОСТ 14637-79
			09Г2-12	4—20	ГОСТ 19281-73,
			09Г2С-12	21—32	ГОСТ 19282-73
		С46/33	14Г2-12	4—32	ГОСТ 19281-73,
			10Г2С1-12	4—32	ГОСТ 19282-73
			10ХНДП-12	4—9	
		С52/40	10Г2С1-15 [1]	10—40	ГОСТ 19282-73

[1] — сталь термоупрочненная;
[2] — применяемая только для фасок ферм;
[3] — применяемая только для опорных плит колонн.

Рекомендации табл. VII.14 не распространяются на стальные конструкции специальных сооружений: магистральные и технологические трубопроводы, резервуары специального назначения (для хранения нефтепродуктов и т. п.), кожухи доменных печей и воздухонагревателей, мачты и башни сооружений связи, опоры ЛЭП, опоры контактных сетей и т. п. Марки стали для этих конструкций устанавливаются соответствующими главами СНиП и специальными руководствами.

За расчетную температуру принимается:

при возведении конструкций в районах с расчетной температурой наружного воздуха минус 40° С и выше — температура, при которой конструкции эксплуатируются;

при возведении конструкций в районах с расчетной температурой наружного воздуха ниже минус 40° С — температура наружного воздуха данного района.

За температуру наружного воздуха района принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки, согласно нормативным указаниям.

К конструкциям, подвергающимся динамическому воздействию подвижных нагрузок, относятся подкрановые балки, а также конструкции, подлежащие расчету на выносливость.

За толщину, указанную в графе 5 табл. VII.14, для швеллеров и двутавров принимают толщину стенки. При толщинах проката менее 5 мм приведенные в табл. VII.14 марки стали применяются без требований по ударной вязкости. Для конструкций V группы применимы все марки стали, рекомендуемые для конструкций I—IV групп в районах с расчетной температурой ниже минус 40° С с заменой требований по ударной вязкости при температуре минус 70° С (категории 9 и 15 по ГОСТ 19281-73 и ГОСТ 19282-73) требованием по ударной вязкости при температуре минус 40° С (категории 6 и 12 по ГОСТ 19281-73 и ГОСТ 19282-73).

При соответствующем технико-экономическом обосновании стали марок 09Г2, 09Г2С, 10Г2С1, 15Г2СФ, 14Г2АФ, 16Г2АФ, 18Г2АФпс могут быть заказаны как стали повышенной коррозионной стойкости (с медью); в этом случае применяются стали марок 09Г2Д, 09Г2СД, 10Г2С1Д, 15Г2СФД, 14Г2АФД, 16Г2АФД, 18Г2АФД, 18Г2АФДпс по ГОСТ 19281-73 и ГОСТ 19282-73.

Для конструкций всех групп, кроме I и II, при расчетных температурах $t \geqslant -50°$ С допускается применение проката толщиной 4 мм и менее из стали ВСт3кп2 по ГОСТ 380-71*.

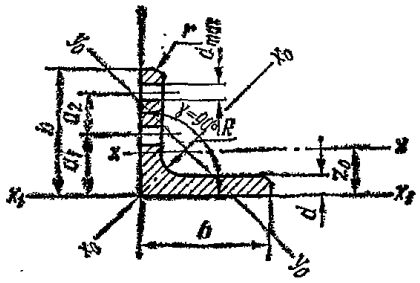


Таблица VII.15. Сталь прокатная угловая равнополочная
Сортамент по ГОСТ 8509-72

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей								Масса 1 м, кг	Размеры, мм		
						$x - x$		$x_0 - x_0$		$y_0 - y_0$		$x_1 - x_1$					
	b	d	R	r		I_x, см⁴	i_x, см	$I_{x_0\max}$, см⁴	$i_{x_0\max}$, см	$I_{y_0\min}$, см⁴	$i_{y_0\min}$, см	I_{x_1}, см⁴	z_0, см		a_1	a_2	$d_{\max}$
2	20	3 4	3,5	1,2	1,13 1,46	0,40 0,50	0,59 0,58	0,63 0,78	0,75 0,73	0,17 0,22	0,39 0,38	0,81 1,09	0,60 0,64	0,89 1,15			
2,5	25	3 4	3,5	1,2	1,43 1,86	0,81 1,03	0,75 0,74	1,29 1,62	0,95 0,93	0,34 0,44	0,49 0,48	1,58 2,11	0,73 0,76	1,12 1,46			
2,8	28	3	4,0	1,3	1,62	1,16	0,85	1,84	1,07	0,48	0,55	2,19	0,80	1,27			
3,2	32	3 4	4,5	1,5	1,86 2,43	1,77 2,26	0,97 0,96	2,80 3,58	1,23 1,21	0,74 0,94	0,63 0,62	3,26 4,39	0,89 0,94	1,46 1,91			
3,6	36	3 4	4,5	1,5	2,10 2,75	2,56 3,29	1,10 1,09	4,06 5,21	1,39 1,38	1,06 1,36	0,71 0,70	4,64 6,24	0,99 1,04	1,65 2,16			

4	40	3	5,0	1,7	2,35	3,55	1,23	5,63	1,55	1,47	0,79	6,35	1,09	1,85			
		4			3,08	4,58	1,22	7,26	1,53	1,90	0,78	8,53	1,13	2,42			
		5			3,79	5,53	1,21	8,75	1,52	2,30	0,78	10,73	1,17	2,98			
4,5	45	3	5,0	1,7	2,65	5,13	1,39	8,13	1,75	2,12	0,89	9,04	1,21	2,08	25	0	11
		4			3,48	6,63	1,38	10,52	1,74	2,74	0,89	12,13	1,26	2,73			
		5			4,29	8,03	1,37	12,74	1,72	3,33	0,88	15,25	1,30	3,37			
5	50	3	5,5	1,8	2,96	7,11	1,55	11,27	1,95	2,95	1,00	12,38	1,33	2,32	30	0	13
		4			3,89	9,21	1,54	14,63	1,94	3,80	0,99	16,61	1,38	3,05			
		5			4,80	11,20	1,53	17,77	1,92	4,63	0,98	20,87	1,42	3,77			
5,6	56	4	6,0	2,0	4,38	13,10	1,73	20,79	2,18	5,41	1,11	23,28	1,52	3,44	30	0	15
		5			5,41	15,97	1,72	25,36	2,16	6,59	1,10	29,25	1,57	4,25			
6,3	63	4	7,0	2,3	4,96	18,86	1,95	29,90	2,45	7,81	1,25	33,06	1,69	3,90	35	0	17
		5			6,13	23,10	1,94	36,60	2,44	9,52	1,25	41,50	1,74	4,81			
		6			7,28	27,06	1,93	42,94	2,43	11,18	1,24	50,04	1,78	5,72			
7	70	4,5	8,0	2,7	6,20	29,04	2,16	46,03	2,72	12,04	1,39	50,95	1,88	4,87	40	0	19
		5			6,86	31,94	2,16	50,67	2,72	13,22	1,39	56,75	1,90	5,38			
		6			8,15	37,58	2,15	59,64	2,71	15,52	1,38	68,39	1,94	6,39			
		7			9,42	42,98	2,14	68,19	2,69	17,77	1,37	80,10	1,99	7,39			
		8			10,67	48,16	2,12	76,35	2,68	19,97	1,36	91,90	2,02	8,37			
7,5	75	5	9,0	3,0	7,39	39,53	2,31	62,65	2,91	16,41	1,49	69,62	2,02	5,80	45	0	21
		6			8,78	46,57	2,30	73,87	2,90	19,28	1,48	83,92	2,06	6,89			
		7			10,15	53,34	2,29	84,61	2,89	22,07	1,47	98,29	2,10	7,96			
		8			11,50	59,84	2,28	94,89	2,87	24,80	1,47	112,7	2,15	9,02			
		9			12,83	66,10	2,27	104,72	2,86	27,48	1,46	127,3	2,18	10,07			
8	80	5,5	9,0	3,0	8,63	52,68	2,47	83,56	3,11	21,80	1,59	93,16	2,17	6,78	45	0	21
		6			9,38	56,97	2,47	90,40	3,11	23,54	1,58	101,8	2,19	7,36			
		7			10,85	65,31	2,45	103,66	3,09	26,97	1,58	119,2	2,23	8,51			
		8			12,30	73,36	2,44	116,39	3,08	30,32	1,57	136,7	2,27	9,65			

Номер профиля	Размеры, мм				Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики отиосительно осей								Масса 1 м, кг	Размеры, мм		
						$x-x$		x_0-x_0		y_0-y_0		x_1-x_1					
	b	d	R	r		I_x, см⁴	i_x, см	I_{x_0} max, см⁴	i_{x_0} max, см	I_{y_0} min, см⁴	i_{y_0} min, см	I_{x_1}, см⁴	z_0, см		a_1	a_2	d_{max}
9	90	6	10	3,3	10,61	82,10	2,78	130,22	3,50	33,97	1,79	144,7	2,43	8,33	50	0	23
		7			12,28	94,30	2,77	149,67	3,49	38,94	1,78	169,4	2,47	9,64			
		8			13,93	106,11	2,76	168,42	3,48	43,80	1,77	194,2	2,51	10,93			
		9			15,60	118,00	2,75	186,00	3,46	48,60	1,77	219,0	2,55	12,20			
10	100	6,5	12	4,0	12,82	122,10	3,09	193,46	3,89	50,73	1,99	214,4	2,68	10,06	55	0	23
		7			13,75	130,59	3,08	207,01	3,88	54,16	1,98	231,3	2,71	10,79			
		8			15,60	147,19	3,07	233,46	3,87	60,92	1,98	265,2	2,75	12,25			
		10			19,24	178,95	3,05	283,83	3,84	74,08	1,96	333,4	2,83	15,10			
		12			22,80	208,90	3,03	330,95	3,81	86,84	1,95	402,3	2,91	17,90			
		14			26,28	237,15	3,00	374,98	3,78	99,32	1,94	472,0	2,99	20,63			
		16			29,68	263,82	2,98	416,04	3,74	111,61	1,94	542,4	3,06	23,30			
11	110	7	12	4,0	15,15	175,61	3,40	278,54	4,29	72,68	2,19	307,9	2,96	11,89	60	0	25
		8			17,20	198,17	3,39	314,51	4,28	81,83	2,18	352,9	3,00	13,50			
12,5	125	8	14	4,6	19,69	294,36	3,87	466,76	4,87	121,96	2,49	516,4	3,36	15,46	70	0	25
		9			22,00	327,48	3,86	520,0	4,86	135,38	2,48	582,0	3,40	17,30	(55)	(35)	(23)
		10			24,33	359,82	3,85	571,04	4,84	148,59	2,47	648,6	3,45	19,10			
		12			28,89	422,23	3,82	670,02	4,82	174,43	2,46	781,7	3,53	22,68			
		14			33,37	481,76	3,80	763,90	4,78	199,62	2,45	915,8	3,61	26,20			
		16			37,77	538,56	3,78	852,84	4,75	224,29	2,44	1051	3,68	29,65			
14	140	9	14	4,6	24,72	465,72	4,34	739,42	5,47	192,03	2,79	818,2	3,78	19,41	55	55	19
		10			27,33	512,29	4,33	813,62	5,46	210,96	2,78	910,9	3,82	21,45	(60)	(45)	(25)
		12			32,49	602,49	4,31	956,98	5,43	248,01	2,76	1097	3,90	25,50			

16	160	10	16	5,3	31,43	774,2	4,96	1229,1	6,25	319,38	3,19	1356	4,30	24,67	60	65	21
		11			34,42	844,2	4,95	1340,7	6,24	347,77	3,18	1494	4,35	27,02	(65)	(60)	(25)
		12			37,39	912,9	4,94	1450,0	6,23	375,78	3,17	1633	4,39	29,35			
		14			43,57	1046,5	4,92	1662,1	6,20	430,81	3,16	1911	4,47	33,97			
		16			49,07	1175,2	4,89	1865,7	6,17	484,64	3,14	2191	4,55	38,52			
		18			54,79	1290,2	4,87	2061,0	6,13	537,46	3,13	2472	4,63	43,01			
		20			60,4	1418,9	4,85	2248,3	6,10	589,43	3,12	2756	4,70	47,44			
18	180	11	16	5,3	38,8	1216,4	5,60	1933,1	7,06	499,78	3,59	2128	4,85	30,47	65	80	25
		12			42,19	1316,6	5,59	2092,8	7,04	540,45	3,58	2325	4,89	33,12			
20	200	12	18	6,0	47,10	1822,8	6,22	2896,2	7,84	749,40	3,99	3182	5,37	36,97	80	80	25
		13			50,85	1960,8	6,21	3116,2	7,83	805,35	3,98	3452	5,42	39,92			
		14			54,6	2097,0	6,20	3333,0	7,81	861,0	3,97	3722	5,46	42,8			
		16			61,98	2362,6	6,17	3755,4	7,78	969,74	3,96	4264	5,54	48,65			
		20			76,54	2871,5	6,12	4560,4	7,72	1181,9	3,93	5355	5,70	60,08			
		25			94,29	3466,2	6,06	5494,0	7,63	1438,4	3,91	6733	5,89	74,02			
		30			111,54	4019,6	6,00	6351,1	7,55	1688,2	3,89	8130	6,07	87,56			
22	220	14	21	7,0	60,38	2814,4	6,83	4470,2	8,60	1158,6	4,38	4941	5,91	47,40	90	90	28,5
		16			68,58	3175,4	6,80	5045,4	8,58	1305,5	4,36	5661	6,02	53,83			
25	250	16	24	8	78,40	4717,1	7,76	7492,1	9,78	1942,1	4,98	8286	6,75	61,55	100	90	28,5
		18			87,72	5247,2	7,73	8336,7	9,75	2157,8	4,96	9342	6,83	68,86			
		20			96,96	5764,9	7,71	9159,7	9,72	2370,0	4,94	10401	6,91	76,11			
		22			106,12	6270,3	7,69	9961,6	9,69	2579,0	4,93	11463	7,00	83,31			
		25			119,71	7006,4	7,65	11126	9,64	2887,3	4,91	13064	7,11	93,97			
		28			133,12	7716,9	7,61	12244	9,59	3189,9	4,90	14674	7,23	104,50			
		30			141,96	8176,8	7,59	12965	9,56	3389,0	4,89	15753	7,31	111,44			

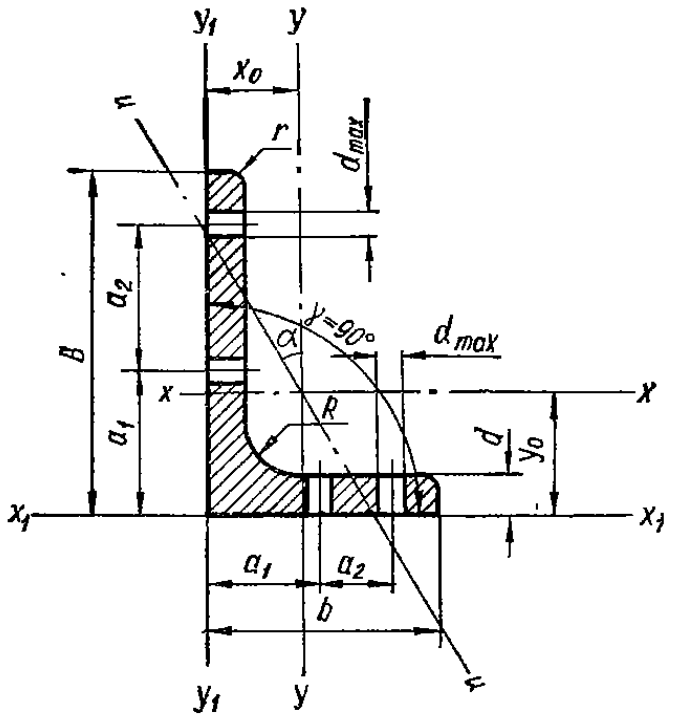
Примечания: 1. Размеры в скобках даны для отверстий, расположенных в шахматном порядке.

2. ГОСТом предусматривается изготовление также уголков 25 × 25 × 5, 30 × 30 × 3 (4; 5), 40 × 40 × 6, 45 × 45 × 6; 50 × 50 × 6 (7; 8), 60 × 60 × 4 (5; 6; 8; 10), 70 × 70 × 10, 80 × 80 × 10 (12), 90 × 90 × 10 (12), 100 × 100 × 15, 120 × 120 × 8 (10; 12; 15), 150 × 150 × 10 (12; 15; 18), 180 × 180 × 15 (18; 20), 200 × 200 × 18 (24) по приведенным в ГОСТе характеристикам по соглашению с потребителем.

3. Значения моментов сопротивления приводятся в ГОСТе.

Таблица VII.16. **Сталь прокатная угловая неравнополочная. Сортамент по ГОСТ 8510-72**

Номер профиля	Размеры, мм					Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики					
							$x-x$		$y-y$		x_1-x_1	
	B	b	d	R	r		I_x, см⁴	i_x, см	I_y, см⁴	i_y, см	I_{x_1}, см⁴	y_0, см
2,5/1,6	25	16	3	3,5	1,2	1,16	0,70	0,78	0,22	0,44	1,56	0,86
3,2/2	32	20	3	3,5	1,2	1,49	1,52	1,01	0,46	0,55	3,26	1,08
			4			1,94	1,93	1,00	0,57	0,54	4,38	1,12
4/2,5	40	25	2	4,0	1,3	1,89	3,06	1,27	0,93	0,70	6,37	1,32
			4			2,47	3,93	1,26	1,18	0,69	8,53	1,37
			5			3,03	4,73	1,25	1,41	0,68	10,70	1,41
4,5/2,8	45	28	3	5,0	1,7	2,14	4,41	1,43	1,32	0,79	9,02	1,47
			4			2,80	5,68	1,42	1,69	0,78	12,09	1,51
5/3,2	50	32	3	5,5	1,8	2,42	6,18	1,60	1,99	0,91	12,37	1,60
			4			3,17	7,98	1,59	2,56	0,90	16,57	1,65
5,6/3,6	56	36	4	6,0	2,0	3,58	11,37	1,78	3,70	1,02	23,24	1,82
			5			4,41	13,82	1,77	4,48	1,01	29,16	1,87
6,3/4,0	63	40	4	7,0	2,3	4,04	16,33	2,01	5,16	1,13	33,00	2,03
			5			4,98	19,91	2,00	6,26	1,12	41,42	2,08
			6			5,90	23,31	1,99	7,29	1,11	49,87	2,12
			8			7,68	29,60	1,96	9,15	1,09	66,87	2,20
7/4,5	70	45	5	7,5	2,5	5,59	27,76	2,23	9,05	1,27	56,74	2,28
7,5/5	75	50	5	8,0	2,7	6,11	34,81	2,39	12,47	1,43	69,70	2,39
			6			7,25	40,92	2,38	14,60	1,42	83,91	2,44
			8			9,47	52,38	2,35	18,52	1,40	112,48	2,52



относительно осей				Угол наклона оси, tg α	Масса 1 м, кг	Полка B			Полка b		
$y_1 - y_1$		$u - u$				размеры, мм					
I_{y_1}, см⁴	x_0, см	I_u, min, см⁴	i_u, min, см			a_1	a_2	d_{max}	a_1	a_2	d_{max}
0,43	0,42	0,13	0,34	0,392	0,91						
0,82	0,49	0,28	0,43	0,382	1,17						
1,12	0,53	0,35	0,43	0,374	1,52						
1,58	0,59	0,56	0,54	0,385	1,48						
2,15	0,63	0,71	0,54	0,381	1,94						
2,74	0,66	0,86	0,53	0,374	2,38						
2,19	0,64	0,79	0,61	0,382	1,68	25	0	11			
2,98	0,68	1,02	0,60	0,379	2,20						
3,26	0,72	1,18	0,70	0,403	1,90	30	0	13			
4,42	0,76	1,52	0,69	0,401	2,49						
6,25	0,84	2,19	0,78	0,406	2,81	30	0	15			
7,91	0,88	2,65	0,78	0,404	3,46						
8,52	0,91	3,07	0,87	0,397	3,17	35	0	17			
10,78	0,95	3,73	0,86	0,396	3,91						
13,09	0,99	4,36	0,86	0,393	4,63						
17,92	1,07	5,58	0,85	0,386	6,03						
15,24	1,05	5,34	0,98	0,406	4,39	40	0	19	25	0	11
20,81	1,17	7,24	1,09	0,436	4,79	45	0	21	30	0	13
25,20	1,21	8,48	1,08	0,435	5,69						
34,22	1,29	10,87	1,07	0,430	7,43						

Номер профиля	Размеры, мм					Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики					
							$x-x$		$y-y$		x_1-x_1	
	B	b	d	R	r		I_x, см⁴	i_x, см	I_y, см⁴	i_y, см	I_{x_1}, см⁴	y_0, см
8/5	80	50	5	8,0	2,7	6,36	41,64	2,56	12,68	1,41	84,60	2,60
			6			7,55	48,98	2,55	14,85	1,40	101,8	2,65
9/5,6	90	56	5,5	9,0	3,0	7,86	65,28	2,88	19,67	1,58	132,5	2,92
			6			8,54	70,58	2,88	21,22	1,58	144,7	2,95
			8			11,18	90,87	2,85	27,08	1,56	193,9	3,04
10/6,3	100	63	6	10	3,3	9,59	98,29	3,20	30,58	1,79	198,3	3,23
			7			11,09	112,9	3,19	34,99	1,78	231,9	3,28
			8			12,57	127,0	3,18	39,21	1,77	265,5	3,32
			10			15,47	133,8	3,15	47,13	1,75	333,1	3,40
11/7	110	70	6,5	10	3,3	11,45	142,4	3,53	45,61	2,00	286,3	3,55
			8			13,93	171,5	3,51	54,64	1,98	353,4	3,61
12,5/8	125	80	7	11	3,7	14,06	226,5	4,01	73,73	2,29	452,3	4,01
			8			15,96	255,6	4,00	82,95	2,28	517,8	4,05
			10			19,70	311,6	3,98	100,5	2,26	649,2	4,14
			12			23,36	364,8	3,95	116,8	2,24	781,2	4,22
14/9	140	90	8	12	4,0	18,00	363,7	4,49	119,8	2,58	728,8	4,49
			10			22,24	444,5	4,47	145,5	2,56	911,2	4,58
16/10	160	100	9	13	4,3	22,87	606,0	5,15	186,0	2,85	1221	5,19
			10			25,28	666,6	5,13	204,1	2,84	1359	5,23
			12			30,04	784,2	5,11	238,8	2,82	1634	5,32
			14			34,72	897,2	5,08	271,6	2,80	1910	5,40
18/11	180	100	10	14	4,7	28,33	952,3	5,80	276,4	3,12	1933	5,88
			12			33,69	1122,6	5,77	324,1	3,10	2324	5,97
20/12,5	200	125	11	14	4,7	34,9	1449,0	6,45	446,4	3,58	2920	6,50
			12			37,9	1568,2	6,43	481,9	3,57	3189	6,54
			14			43,9	1800,8	6,41	550,8	3,54	3726	6,62
			16			49,8	2026,1	6,38	616,7	3,52	4264	6,71
25/16	250	160	12	18	6,0	48,3	3147,5	8,07	1032,3	4,62	6213	7,97
			16			63,7	4091,1	8,02	1332,6	4,58	8308	8,14
			18			71,1	4545,1	8,00	1475,1	4,55	9358	8,23
			20			78,5	4987,5	7,97	1612,8	4,53	10 410	8,31

Примечания: 1. Размеры в скобках даны для отверстий, расположенных в шах-
2. ГОСТ предусматривает изготовление также уголков 30 × 20 × 3 (4), 40 × 30 × 4 (5), характеристикам по соглашению с потребителем.
3. Значения моментов сопротивления приводятся в ГОСТе.

Продолжение табл. VII.16

относительно осей $y_1 - y_1$		$u - a$		Угол наклона оси, tg α	Масса 1 м, кг	Полка B			Полка b		
						размеры, мм					
I_{y_1}, см⁴	x_0, см	$I_{u\,\min}$, см⁴	$i_{u\,\min}$, см			a_1	a_2	$d_{\max}$	a_1	a_2	$d_{\max}$
20,83	1,13	7,57	1,09	0,387	4,99	45	0	21	30	0	13
25,23	1,17	8,88	1,08	0,386	5,92						
32,17	1,26	11,77	1,22	0,384	6,17	50	0	23	30	0	15
35,25	1,28	12,70	1,22	0,384	6,70						
47,81	1,36	16,29	1,21	0,380	8,77						
49,93	1,42	18,20	1,38	0,393	7,53	50	0	23	35	0	17
58,68	1,46	20,83	1,37	0,392	8,70						
67,56	1,50	23,38	1,36	0,391	9,87						
85,75	1,58	28,34	1,35	0,387	12,14						
74,31	1,58	26,94	1,53	0,402	8,98	60	0	25	40	0	19
92,31	1,64	32,31	1,52	0,400	10,93						
119,2	1,80	43,40	1,76	0,407	11,04	70	0	25	45	0	21
137,0	1,84	48,82	1,75	0,406	12,53						
173,1	1,92	59,33	1,74	0,404	15,47						
210,0	2,00	69,47	1,72	0,400	18,34						
194,3	2,03	70,27	1,98	0,411	14,13	(60)	(45)	(25)	50	0	23
245,1	2,12	85,51	1,96	0,409	17,46	55	55	19			
300,3	2,24	110,4	2,20	0,391	17,96	(65)	(60)	(25)	55	0	23
335,0	2,28	121,2	2,19	0,390	19,85	60	65	21			
405,4	2,36	142,1	2,18	0,388	23,59						
477,1	2,43	162,5	2,16	0,385	27,26						
444,4	2,44	165,4	2,42	0,375	22,24	65	80	25	60	0	25
537,4	2,52	194,3	2,40	0,374	26,44						
618,1	2,79	263,8	2,75	0,392	27,37	80	80	25	70	0	25
785,7	2,83	285,0	2,74	0,392	29,74				(55)	(35)	(23)
922,4	2,91	326,5	2,73	0,390	34,43						
1061,0	2,99	367,0	2,72	0,388	39,07						
1634,4	3,53	604,1	3,54	0,383	37,92	100	90	28,5	(65)	(60)	(25)
2199,7	3,69	780,6	3,50	0,383	49,91				60	65	21
2486,5	3,77	865,8	3,49	0,383	55,81						
2776,4	3,85	949,4	3,48	0,383	61,65						

матном порядке.

65 × 50 × 5 (6; 7; 8), 80 × 60 × 6 (7; 8), 100 × 65 × 7 (8; 10), по приведенным в ГОСТе

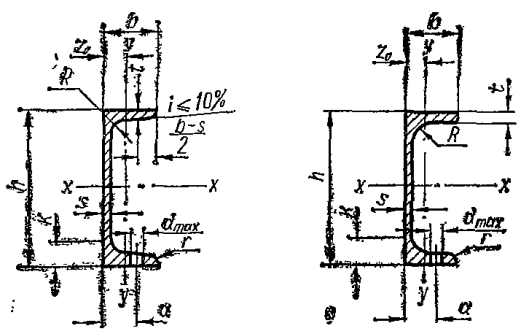


Таблица VII.17. Сталь горячекатаная. Швеллеры. Сортамент по ГОСТ 8240-72

Номер швеллера	Размеры, мм						Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	Геометрические характеристики относительно осей							z_0, см	k	a	d_{max}
									x — x				y — y						
	h	b	s	t	R	r			I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см		мм		
Швеллеры с уклоном внутренних граней полок																			
5	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	6,16	4,84	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16	14	20	9
6,5	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	7,51	5,90	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,080	1,24	14	20	11
8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	7,05	89,4	22,4	3,16	13,30	12,80	4,75	1,190	1,31	15	25	11
10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,90	8,59	174,0	34,8	3,99	20,40	20,40	6,46	1,370	1,44	16	30	13
12	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,30	10,40	304,0	50,6	4,78	29,60	31,20	8,52	1,530	1,54	17	30	17
14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	15,60	12,30	491,0	70,2	5,60	40,80	45,40	11,00	1,700	1,67	18	35	17
14a	140	62	4,9	8,7	8,0	3,0	17,00	13,30	545,0	77,8	5,66	45,10	57,50	13,30	1,840	1,87	19	35	17
16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,10	14,20	747,0	93,4	6,42	54,10	63,30	13,80	1,870	1,80	19	40	19
16a	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,50	15,30	823,0	103,0	6,49	59,40	78,80	16,40	2,010	2,00	20	40	19
18	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5	20,70	16,30	1090,0	121,0	7,24	69,80	86,00	17,00	2,040	1,94	20	40	21
18a	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5	22,20	17,40	1190,0	132,0	7,32	76,10	105,0	20,00	2,180	2,13	21	45	21
20	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	23,40	18,40	1520,0	152,0	8,07	87,80	113,00	20,50	2,200	2,07	21	45	23
20a	200	80	5,2	9,7	9,5	4,0	25,20	19,80	1670,0	167,0	8,15	95,90	139,00	24,20	2,350	2,28	22	50	23
22	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0	26,70	21,00	2110,0	192,0	8,89	110,00	151,00	25,10	2,370	2,21	22,5	50	23
22a	220	87	5,4	10,2	10,0	4,0	28,80	22,60	2330,2	212,0	8,99	121,00	187,00	30,00	2,550	2,46	23,5	50	25
24	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	30,60	24,00	2900,0	242,0	9,73	139,00	208,00	31,60	2,600	2,42	24	50	25

24а	240	95	5,6	10,7	10,5	4,0	32,90	25,80	3180,0	265,0	9,84	151,00	254,00	37,20	2,780	2,67	25	60	25
27	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5	35,20	27,70	4160,0	308,0	10,90	178,00	262,00	37,30	2,730	2,47	25	60	25
30	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	40,50	31,80	5810,0	387,0	12,00	224,00	327,00	43,60	2,840	2,52	26,5	60	25
33	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0	46,50	36,50	7980,0	484,0	13,10	281,00	410,00	51,80	2,970	2,59	28,5	60	25
36	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,40	41,90	10820,0	601,0	14,20	350,00	513,0	61,70	3,100	2,68	30	70	25
40	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0	61,50	48,30	15220,0	761,0	15,70	444,00	642,00	73,40	3,230	2,75	32,5	70	25

Швеллеры с параллельными гранями полок

5П	50	32	4,4	7,0	6,0	3,5	6,16	4,84	22,8	9,14	1,92	5,61	5,95	2,99	0,983	1,21	14	20	9
6,5П	65	36	4,4	7,2	6,0	3,5	7,51	5,90	48,8	15,00	2,55	9,02	9,35	4,06	1,120	1,29	14	20	11
8П	80	40	4,5	7,4	6,5	3,5	8,98	7,05	89,8	22,50	3,16	13,30	13,90	5,31	1,240	1,38	15	25	11
10П	100	46	4,5	7,6	7,0	4,0	10,90	8,59	175,0	34,90	3,99	20,50	22,60	7,37	1,440	1,53	16	30	13
12П	120	52	4,8	7,8	7,5	4,5	13,30	10,40	305,0	50,80	4,79	29,70	34,90	9,84	1,620	1,66	17	30	17
14П	140	58	4,9	8,1	8,0	4,5	15,60	12,30	493,0	70,40	5,61	40,90	51,50	12,90	1,810	1,82	18	35	17
14аП	140	62	4,9	8,7	8,0	4,5	17,00	13,30	547,0	78,20	5,68	45,20	65,20	15,70	1,960	2,04	19	35	17
16П	160	64	5,0	8,4	8,5	5,0	18,10	14,20	750,0	93,80	6,44	54,30	72,80	16,40	2,000	1,97	19	40	19
16аП	160	68	5,0	9,0	8,5	5,0	19,50	15,30	827,0	103,00	6,51	59,50	90,50	19,60	2,150	2,19	20	40	19
18П	180	70	5,1	8,7	9,0	5,0	20,70	16,30	1090,0	121,00	7,26	70,00	100,00	20,60	2,20	2,14	20	40	21
18аП	180	74	5,1	9,3	9,0	5,0	22,20	17,40	1200,0	133,00	7,34	76,30	123,00	24,30	2,350	2,36	21	45	21
20П	200	76	5,2	9,0	9,5	5,5	23,40	18,40	1530,0	153,00	8,08	88,00	134,00	25,20	2,390	2,30	21	45	23
20аП	200	80	5,2	9,7	9,5	5,5	25,20	19,80	1680,0	168,00	8,17	96,20	162,00	29,70	2,540	2,53	22	50	23
22П	220	82	5,4	9,5	10,0	6,0	26,70	21,00	2120,0	193,00	8,90	111,00	178,00	31,00	2,580	2,47	22,5	50	23
22аП	220	87	5,4	10,2	10,0	6,0	28,80	22,60	2340,0	212,00	9,01	121,00	220,00	37,00	2,770	2,75	23,5	50	25
24П	240	90	5,6	10,0	10,5	6,0	30,60	24,00	2910,0	243,00	9,75	139,00	248,00	39,50	2,850	2,72	24	50	25
24аП	240	95	5,6	10,7	10,5	6,0	32,90	25,80	3200,0	266,00	9,86	152,00	302,00	46,50	3,030	3,01	25	60	25
27П	270	95	6,0	10,5	11,0	6,5	35,20	27,70	4180,0	310,00	10,90	178,00	314,00	46,70	2,990	2,78	25	60	25
30П	300	100	6,5	11,0	12,0	7,0	40,50	31,80	5830,0	389,00	12,00	224,00	393,00	54,80	3,120	2,83	26,5	60	25
33П	330	105	7,0	11,7	13,0	7,5	46,50	36,50	8010,0	486,00	13,10	281,00	491,00	64,60	3,250	2,90	28,5	60	25
36П	360	110	7,5	12,6	14,0	8,5	53,40	41,90	10850,0	603,0	14,30	350,00	611,00	76,30	3,880	2,99	30	70	25
40П	400	115	8,0	13,5	15,0	9,0	61,50	48,30	15260,0	763,00	15,80	445,00	760,00	89,90	3,510	3,05	32,5	70	25

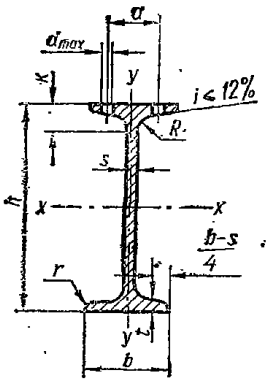
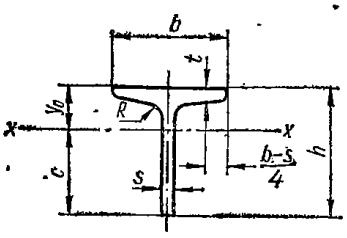


Таблица VII.18. Сталь горячекатаная. Балки двутавровые. Сортамент по ГОСТ 8239-72*

Номер балки	Размеры, мм						Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	Геометрические характеристики относительно осей							Размеры, мм		
									x — x				y — y					
	h	b	s	t	R	r			I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см	k,	a,	d_{max},
10	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22	15	32	9
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0	14,7	11,50	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38	16	36	11
14	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0	17,4	13,70	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55	16,5	40	11
16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	20,2	15,90	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,50	1,70	17,5	45	13
18	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,40	1,88	18,5	50	15
18a	180	100	5,1	8,3	9,0	3,5	25,4	19,90	1430	159,0	7,51	89,8	114,0	22,80	2,12	19	55	17
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0	26,8	21,00	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07	19,5	55	17
20a	200	110	5,2	8,6	9,5	4,0	28,9	22,70	2030	203,0	8,37	114,0	155,0	28,20	2,32	20	60	19
22	220	110	5,4	8,7	10,0	4,0	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27	21	60	19
22a	220	120	5,4	8,9	10,0	4,0	32,8	25,80	2790	254,0	9,22	143,0	206,0	34,30	2,50	21	65	21
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0	34,8	27,30	3460	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37	22	60	19
24a	240	125	5,6	9,8	10,5	4,0	37,5	29,40	3800	317,0	10,10	178,0	260,0	41,60	2,63	22,5	70	21
27	270	125	6,0	9,8	11,0	4,5	40,2	31,50	5010	371,0	11,20	210,0	260,0	41,50	2,54	23	70	21
27a	270	135	6,0	10,2	11,0	4,5	43,2	33,90	5500	407,0	11,30	229,0	337,0	50,00	2,80	24	70	23
30	300	135	6,5	10,2	12,0	5,0	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69	24,5	70	23
30a	300	145	6,5	10,7	12,0	5,0	49,9	39,20	7780	518,0	12,50	282,0	436,0	60,10	2,95	26	80	23
33	330	140	7,0	11,2	13,0	5,0	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79	26,5	80	23

36	360	145	7,5	12,3	14,0	6,0	61,9	48,60	13380	743,0	14;70	423,0	516,0	71,10	2,89	29	80	23
40	400	155	8,3	13,0	15,0	6,0	72,6	57,00	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03	30,5	80	23
45	450	160	9,0	14,2	16,0	7,0	84,7	66,50	27696	1231,0	18,10	708,0	808,0	101,00	3,09	33	90	23
50	500	170	10,0	15,2	17,0	7,0	100,0	78,50	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23	35	100	25
55	550	180	11,0	16,5	18,0	7,0	118,0	92,60	55962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39	37,5	100	25
60	600	190	12,0	17,8	20,0	8,0	138,0	108,00	76806	2560,0	23,60	1491,0	1725,0	182,00	3,54	41	110	25

Таблица VII.19. Тавры из балок двутавровых по ГОСТ 8239-72*



Номер профиля	Масса 1 м, кг	Размеры, мм							Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей						
										x — x				y — y		
		h	b	s	t	R	c	y_0		I_x, см⁴	W_x max, см³	W_x min, см³	i_x, см	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см
1/2 Т10	4,73	50	55	4,5	7,2	7,0	38,3	11,7	6,0	11,0	9,4	2,87	1,35	8,95	3,25	1,22
1/2 Т12	5,75	60	64	4,8	7,3	7,5	45,8	14,2	7,35	20,8	14,65	4,54	1,68	13,95	4,36	1,38
1/2 Т14	6,85	70	73	4,9	7,5	8,0	53,8	16,2	8,7	34,2	21,11	6,36	1,98	20,95	5,74	1,55
1/2 Т16	7,95	80	81	5,0	7,8	8,5	61,7	18,3	10,1	52,0	28,4	8,43	2,27	29,3	7,23	1,70
1/2 Т18	9,20	90	90	5,1	8,1	9,0	69,6	20,4	11,7	78,3	38,4	11,2	2,59	41,3	9,18	1,88
1/2 Т18а	9,95	90	100	5,1	8,3	9,0	70,7	19,3	12,7	80,2	41,6	11,3	2,51	57,0	11,4	2,12
1/2 Т20	10,50	100	100	5,2	8,4	9,5	77,7	22,4	13,4	113,0	50,4	14,6	2,90	57,5	11,5	2,07
1/2 Т20а	11,35	100	110	5,2	8,6	9,5	78,9	21,1	14,45	116,0	55,0	14,7	2,83	77,5	14,1	2,32
1/2 Т22	12,0	110	110	5,4	8,7	10,0	85,6	24,4	15,3	154,0	63,1	18,0	3,17	78,5	14,3	2,27
1/2 Т22а	12,90	110	120	5,4	8,9	10,0	87,2	22,8	16,4	148	64,9	17,0	3,0	103,0	17,2	2,50
1/2 Т24	13,65	120	115	5,6	9,5	10,5	93,7	26,3	17,4	202	76,8	21,6	3,41	99,0	17,2	2,38
1/2 Т24а	14,70	120	125	5,6	9,8	10,5	94,9	25,1	18,75	211	84,1	22,2	3,35	130,0	20,8	2,63
1/2 Т27	15,75	135	125	6,0	9,8	11,0	104,5	30,5	20,1	310	101,6	29,7	3,93	130,0	20,8	2,54
1/2 Т27а	16,95	135	135	6,0	10,2	11,0	106,0	29,0	21,6	323	111,4	30,5	3,87	168,5	25,0	2,80
1/2 Т30	18,25	150	135	6,5	10,2	12,0	115,3	34,7	23,25	449	129,4	38,9	4,4	168,5	25,0	2,69
1/2 Т30а	19,60	150	145	6,5	10,7	12,0	117,0	33,0	24,95	475	143,9	40,6	4,36	218,0	30,1	2,95

Номера профиля	Масса 1 м, кг	Размеры, мм							Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей						
										x — x				y — y		
		h	b	s	t	R	c	y_0		I_x, см⁴	$W_{x\,max}$, см³	$W_{x\,min}$, см³	i_x, см	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см
1/2 Т33	21,10	165	140	7,0	11,2	13,0	126,0	39,0	26,9	650	166,7	51,6	4,92	209,5	29,9	2,79
1/2 Т36	24,30	180	145	7,5	12,3	14,0	136,7	43,3	30,95	906	209,2	66,2	5,41	258,0	35,6	2,89
1/2 Т40	29,2	200	155	8,3	13,0	15,0	149,2	50,3	37,7	1260	242,5	87,2	5,91	482,3	48,2	3,35
1/2 Т45	34,4	225	160	9,0	14,2	16,0	166,3	58,3	43,8	1940	329,3	118,1	6,84	528,3	64,8	3,32
1/2 Т50	38,6	250	170	10,6	15,2	17,0	183,2	67,2	49,2	2870	425,2	157,3	7,66	628,4	72,2	3,54
1/2 Т55	45,8	275	180	11,0	16,5	18,0	199,0	76,0	58,3	4344	570,0	217,0	8,62	804,9	89,2	3,71
1/2 Т60	53,1	300	190	12,0	17,8	20,0	216,1	83,9	67,68	6052	723,0	281,0	9,46	1019,6	107,1	3,87

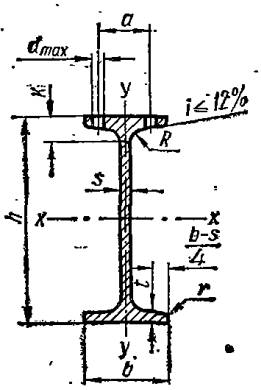


Таблица VII.20. Балки двутавровые для подвесных путей. Сортамент по ГОСТ 19425-74 *

Номер профиля	Размеры, мм						Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	Геометрические характеристики относительно осей							Размеры, мм		
									x — x				y — y					
	h	b	s	t_1	R	r_1			I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см	h	a	d_{max}
																мм		
18М	180	90	7,0	12,0	9,0	3,5	32,9	25,8	1760	196	7,32	113	130	28,9	1,99	22,5	50	15
24М	240	110	8,2	14,0	10,5	4,0	48,7	38,3	4640	387	9,75	223	276	50,2	2,38	26,5	60	19

30М	300	130	9,0	15,0	12,0	6,0	64,0	50,2	9500	633	12,2	364	480	73,9	2,74	29	70	21
36М	360	130	9,5	16,0	14,0	6,0	73,8	57,9	15340	852	14,4	493	518	79,7	2,65	32	70	21
45М	450	150	10,5	18,0	16,0	7,0	98,8	77,6	31900	1420	18,0	821	892	119	3,00	36	80	23

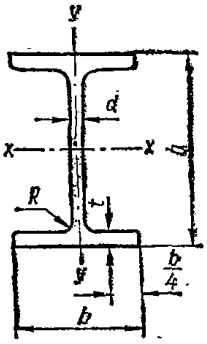


Таблица VII.21. **Сталь горячекатаная. Двутавры с параллельными гранями полок. Сортамент по ТУ 14-2-24-72**

Номинальный размер профиля, мм	Номер профиля	Масса 1 м длины, кг	Размеры, мм					Площадь поперечного сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей						
									$x-x$				$y-y$		
			h	b	d	t	R		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см
Нормальные двутавры															
260×120	26Б1	27,7	257,6	120,0	5,6	8,5	13	35,3	4020	312	10,7	176	246	40,9	2,64
	26Б2	30,0	260,0	120,0	5,6	9,7		38,2	4500	346	10,9	195	280	46,7	2,71
	26Б3	33,1	262,2	120,5	6,1	10,8		42,2	5020	383	10,9	218	316	52,4	2,74
300×140	30Б1	32,6	297,6	140,0	5,8	8,5	13	41,5	6320	424	12,3	239	390	55,7	3,06
	30Б2	35,2	300,0	140,0	5,8	9,7		44,9	7070	471	12,5	264	445	63,5	3,15
	30Б3	38,8	302,2	140,5	6,3	10,8		49,5	7880	521	12,6	293	500	71,2	3,18
350×155	35Б1	38,2	346,6	155,0	6,0	8,8	14	48,7	10 000	577	14,3	325	547	70,6	3,35
	35Б2	42,4	350,0	155,0	6,0	10,5		54,0	11 600	663	14,7	371	653	84,2	3,48
	35Б3	46,7	352,4	155,5	6,5	11,7		59,5	12 930	734	14,7	411	735	94,5	3,52

Номинальный размер профиля, мм	Номер профиля	Масса 1 м длины, кг	Размеры, мм					Площадь поперечного сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей						
									$x-x$				$y-y$		
			h	b	d	t	R		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см
400×165	40Б1	47,2	395,8	165,0	6,8	9,8	16	60,1	15810	799	16,2	453	736	89,2	3,50
	40Б2	52,6	400,0	165,0	6,8	11,9		67,0	18560	928	16,6	522	893	108,0	3,65
	40Б3	57,7	402,4	165,6	7,4	13,1		78,4	20480	1020	16,7	573	994	120,0	3,68
450×180	45Б1	58,5	445,4	180,0	7,6	11,0	18	74,6	24690	1110	18,2	629	1070	119	3,79
	45Б2	65,0	450,0	180,0	7,6	13,3		82,8	28840	1280	18,7	722	1300	144	3,96
	45Б3	71,5	452,8	180,7	8,3	14,7		91,0	31950	1410	18,7	797	1450	160	3,99
500×200	50Б1	72,1	498,6	200,0	8,4	12,2	20	91,8	37670	1520	20,3	863	1630	163	4,22
	50Б2	79,0	500,0	200,0	8,4	14,4		101	43120	1720	20,7	972	1920	192	4,37
	50Б3	86,4	503,2	200,6	9,0	16,0		110	47790	1900	20,8	1070	2160	215	4,43
550×215	55Б1	86,3	545,2	215,0	9,2	13,7	20	110	54480	2000	22,3	1130	2280	212	4,55
	55Б2	94,4	550,0	215,0	9,2	16,1		120	62220	2260	22,7	1280	2670	249	4,71
	55Б3	103	553,2	215,8	10,0	17,7		132	68580	2480	22,8	1400	2970	275	4,75
600×230	60Б1	103	594,2	230,0	10,0	15,4	22	131	77430	2610	24,3	1480	3130	272	4,88
	60Б2	114	600,0	230,0	10,0	18,3		145	89320	2980	24,8	1680	3720	323	5,07
	60Б3	124	603,4	231,0	11,0	20,0		159	98230	3260	24,9	1840	4120	357	5,10
700×260	70Б1	127	693,6	260,0	11,5	15,5	24	162	125800	3630	27,9	2080	4550	350	5,31
	70Б2	140	700,0	260,0	11,5	18,7		178	146000	4170	28,6	2370	5490	422	5,55
	70Б3	154	705,6	260,5	12,0	21,5		196	165440	4690	29,0	2650	6350	488	5,69
	70Б4	169	709,6	261,7	13,2	23,5		215	182060	5130	29,1	2910	7040	538	5,72
	80Б1	155	791,6	270,0	13,0	17,2		197	194370	4910	31,4	2840	5670	420	5,36
	80Б2	173	800,0	270,0	13,0	21,4		220	230280	5760	32,4	3290	7040	522	5,68

800×270	80Б3	189	805,2	270,8	13,8	24,0	26	240	256370	6370	32,7	3640	7970	589	5,76
	80Б4	207	809,2	272,3	15,3	26,0		263	280640	6940	32,7	3980	8780	645	5,78
900×310	90Б1	193	893,2	310,0	14,3	18,6		245	309020	6920	35,5	3990	9270	598	6,15
	90Б2	209	900,0	310,0	14,3	22,0	30	266	351380	7810	36,3	4470	10960	707	6,41
	90Б3	232	906,0	311,2	15,5	25,0		296	396740	8760	36,6	5010	12600	810	6,52
	90Б4	256	910,0	313,2	17,5	27,0		327	434950	9560	36,5	5500	13880	886	6,52
1000×320	100Б1	227	990,0	320,0	15,5	21,0		289	442460	8940	39,1	5180	11510	720	6,31
	100Б2	252	1000,0	320,0	15,5	26,0	30	321	521660	10430	40,3	5970	14250	890	6,66
	100Б3	281	1008,0	321,1	16,6	30,0		358	595560	11820	40,8	6760	16610	1030	6,81
	100Б4	312	1014,0	323,1	18,6	33,0		397	662170	13060	40,8	7500	18620	1150	6,85
						Широкополочные двутавры									
230×155	23Ш1	34,4	221,0	155,0	6,3	9,5	14	43,9	3890	352	9,42	196	591	76,2	3,67
	23Ш2	38,4	224,0	155,2	6,5	11,0		49,0	4480	400	9,57	223	687	88,5	3,74
260×180	26Ш1	42,8	250,8	180,0	6,8	10,2	16	54,6	6280	501	10,7	278	993	110	4,27
	26Ш2	47,4	253,6	180,3	7,1	11,6		60,4	7130	562	10,9	312	1130	126	4,34
300×200	30Ш1	53,2	291,0	200,0	7,5	11,2		67,7	10460	719	12,4	399	1500	150	4,70
	30Ш2	59,3	294,6	200,2	7,7	13,0	18	75,5	12040	818	12,6	454	1740	174	4,80
	30Ш3	66,4	297,8	201,1	8,6	14,6		84,6	13650	916	12,7	511	1980	197	4,84
	30Ш4	72,7	300,6	201,9	9,4	16,0		92,6	15090	1000	12,8	563	2200	218	4,87
350×250	35Ш1	73,8	338,6	250,0	8,5	12,8		94,0	19960	1180	14,6	651	3340	267	5,96
	35Ш2	80,9	341,0	250,9	9,4	14,0	20	103	21990	1290	14,6	716	3690	294	5,98
	35Ш3	88,8	345,0	250,9	9,4	16,0		113	24940	1450	14,8	802	4220	336	6,10
	45Ш4	98,6	348,6	251,9	10,4	17,8		126	28010	1610	14,9	895	4750	377	6,15
400×300	40Ш1	97,0	388,6	300,0	9,5	14,2		124	34850	1790	16,8	988	6400	426	7,19
	40Ш2	105	391,8	300,0	9,5	15,8	22	133	38500	1970	17,0	1080	7120	474	7,31
	40Ш3	111	391,8	302,0	11,5	15,8		141	39500	2020	16,7	1120	7250	481	7,18
	40Ш4	124	397,6	302,0	11,5	18,7		159	46330	2330	17,1	1290	8590	569	7,36

Номинальный размер профиля, мм	Номер профиля	Масса 1 м длины, кг	Размеры, мм					Площадь поперечного сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей						
									$x-x$				$y-y$		
			h	b	d	t	R		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см
500×300	50Ш1	112	484,2	300,0	10,4	15,0	26	143	60510	2500	20,6	1390	6760	451	6,88
	50Ш2	125	489,8	300,0	10,4	17,8		160	70470	2880	21,0	1590	8020	535	7,08
	50Ш3	140	489,8	303,8	14,2	17,8		173	74190	3030	20,4	1710	8340	549	6,84
	50Ш4	155	496,2	303,8	14,2	21,0		198	86010	3470	20,8	1950	9830	647	7,05
	50Ш5	172	503,2	303,8	14,2	24,5		219	99280	3950	21,3	2210	11470	755	7,23
600×320	60Ш1	140	579,4	320,0	11,6	17,0	28	179	106520	3680	24,4	2050	9300	581	7,21
	60Ш2	153	584,6	320,0	11,6	19,6		195	120610	4130	24,8	2290	10720	670	7,41
	60Ш3	169	588,4	321,4	13,0	21,5		216	133440	4540	24,9	2530	11920	742	7,43
	60Ш4	190	588,4	325,9	17,5	21,5		242	141080	4800	24,1	2730	12440	764	7,17
	60Ш5	211	596,4	325,9	17,5	25,5		268	163960	5500	24,7	3110	14750	905	7,41
	60Ш6	234	605,4	325,9	17,5	30,0		298	190430	6290	25,3	3550	17350	1060	7,63
700×320	70Ш1	167	683,0	320,0	12,8	19,2	30	213	171660	5030	28,4	2830	10510	657	7,02
	70Ш2	185	689,4	320,3	13,1	22,4		236	196590	5700	28,9	3200	12290	768	7,22
	70Ш3	204	694,0	321,7	14,5	24,7		260	218110	6290	29,0	3530	13740	854	7,27
	70Ш4	225	699,0	323,2	16,0	27,2		287	241890	6920	29,0	3910	15340	949	7,32
	70Ш5	246	704,0	324,7	17,5	29,7		313	266130	7560	29,1	4280	16990	1050	7,36
	70Ш6	263	704,0	327,7	20,5	29,7		335	274860	7810	28,7	4470	17490	1070	7,23
	70Ш7	287	713,6	327,7	20,5	34,5		366	314370	8810	29,3	5030	20300	1240	7,45
	70Ш8	314	720,6	329,7	22,0	38,0		400	348540	9670	29,5	5530	22680	1380	7,53
800×340	80Ш1	203	779,2	340,0	14,5	21,0	32	258	265170	6810	32,0	3850	13790	811	7,30
	80Ш2	222	786,2	340,0	14,5	24,5		282	301630	7670	32,7	4320	16090	946	7,55
	80Ш3	244	791,2	341,5	16,0	27,0		311	334250	8450	32,8	4770	17970	1050	7,60
Колонные двутавры															
260×260	26К2	66,6	255,2	260,8	7,8	12,4	16	84,8	10610	831	11,2	457	3670	281	6,58
	26К3	75,0	258,4	261,7	8,7	14,0		95,5	12110	938	11,3	518	4180	320	6,62

	26К4	82,0	261,0	262,5	9,5	15,3		104	13380	1030	11,3	569	4620	352	6,65
	26К5	89,6	263,8	263,4	10,4	16,7		114	14780	1120	11,4	625	5090	387	6,68
	30К1	83,7	295,6	300,0	8,5	13,5		107	17970	1220	13,0	666	6080	405	7,55
	30К2	90,5	297,8	300,7	9,2	14,6		115	19580	1310	13,0	723	6620	440	7,58
	30К3	99,0	300,6	301,5	10,0	16,0		126	21640	1440	13,1	795	7310	485	7,61
300×300	30К4	109	303,8	302,5	11,0	17,6	18	139	24980	1590	13,2	879	8130	537	7,65
	30К5	120	307,4	303,5	12,0	19,4		153	26870	1750	13,3	974	9050	596	7,69
	30К6	131	311,0	304,7	13,2	21,2		167	29780	1910	13,3	1070	10000	657	7,73
	30К7	145	315,2	306,0	14,5	23,3		184	33250	2110	13,4	1190	11140	728	7,77
	30К8	160	319,8	307,5	16,0	25,6		203	37210	2330	13,5	1320	12420	808	7,82
	35К1	108	343,0	350,0	9,3	15,0		138	31430	1830	15,1	1000	10720	613	8,83
	35К2	121	346,6	351,2	10,5	16,8		154	35590	2050	15,2	1130	12140	691	8,87
	35К3	135	350,6	352,4	11,7	18,8		173	40290	2300	15,3	1270	13720	779	8,92
	35К4	150	354,6	353,6	12,9	20,8		191	45120	2540	15,4	1410	15340	867	8,96
350×350	35К5	165	358,6	354,9	14,2	22,8	20	210	50110	2790	15,5	1560	17000	958	9,00
	35К6	181	363,0	356,2	15,5	25,0		230	55710	3070	15,6	1720	18850	1060	9,05
	35К7	198	367,8	357,7	17,0	27,4		253	62040	3370	15,7	1900	20920	1170	9,10
	35К8	219	373,4	359,4	18,7	30,2		279	69660	3730	15,8	2120	23390	1300	9,16
	40К1	136	392,6	400,0	10,8	16,2		173	51410	2620	17,3	1430	17290	864	10,0
	40К2	150	396,6	400,6	11,4	18,2		191	57950	2920	17,4	1600	19510	974	10,1
400×400	40К3	166	400,6	401,8	12,6	20,2	22	212	64960	3240	17,5	1780	21850	1090	10,2
	40К4	185	405,2	403,2	14,0	22,5		236	73240	3610	17,6	2000	24590	1220	10,2
	40К5	206	410,2	404,7	15,5	25,0		262	82480	4020	17,7	2240	27640	1370	10,3
	40К6	227	415,2	406,2	17,0	27,5		289	91990	4430	17,8	2480	30740	1510	10,3
	40К7	252	421,2	408,0	18,8	30,5		321	103770	4930	18,0	2770	34550	1690	10,4
	40К8	277	427,2	409,8	20,6	33,5		353	115950	5430	18,1	3070	38460	1880	10,4
	40К9	308	434,2	412,2	23,0	37,0		392	130890	6030	18,3	3440	43240	2100	10,5

Примечания: 1. Предельные отклонения по номинальным размерам и от правильной геометрической формы приведены в табл. VII.23.

2. Предельные отклонения по длине профилей мерной и кратной мерной длины не должны превышать +30 мм при длине до 12 м. По требованию заказчика они могут быть равны ± 5 мм, при этом косина реза не должна превышать 0,015 b, но не более 3 мм.

3. Радиус притупления углов полки не должен превышать 0,2t, но не более 3 мм. Поверхность притупления должна быть гладкой.

4. Кривизна стенки по высоте сечения не должна превышать 0,15 d.

5. Кривизна профилей в вертикальной и горизонтальной плоскостях не должна превышать 0,2% любой измеряемой длины.

6. Марки стали и технические требования — по ГОСТ 535-79 и другим действующим стандартам, оговоренным в заказе.

7. Прямая замена двутавров по ГОСТ 8239-72* на двутавры с параллельными гранями полок выполняется по табл. VII.24.

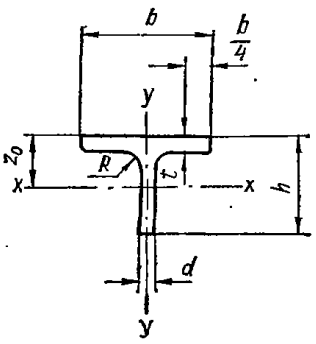


Таблица VII. 22. Сталь горячекатаная. Тавры с параллельными гранями полок. Сортамент по ТУ 14-2-24-72

Номинальный размер профиля, мм	Номер профиля	Масса 1 м длины, кг	Размеры, мм					Площадь поперечного сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей							
									$x-x$				$y-y$			
			h	b	d	t	R		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см	z_0, см
Нормальные тавры																
130×120	13БТ1	13,9	128,8	120,0	5,6	8,5	13	17,7	252	25,3	86,7	3,78	123	20,5	2,64	2,91
	13БТ2	15,0	130,0	120,0	5,6	9,7		19,1	264	25,9	94,1	3,72	140	23,3	2,71	2,81
	13БТ3	16,5	131,1	120,5	6,1	10,8		21,1	293	28,6	103	3,73	158	26,2	2,74	2,85
150×140	15БТ1	16,3	148,8	140,0	5,8	8,5	13	20,8	405	35,2	120	4,42	195	27,8	3,06	3,37
	15БТ2	17,6	150,0	140,0	5,8	9,7		22,4	424	36,0	131	4,34	222	31,8	3,15	3,23
	15БТ3	19,4	151,1	140,5	6,3	10,8		24,7	468	39,5	143	4,35	250	35,6	3,18	3,26
175×155	17,5БТ1	19,1	173,3	155,0	6,0	8,3	14	24,4	660	49,4	166	5,21	274	35,3	3,35	3,98
	17,5БТ2	21,2	175,0	155,0	6,0	10,5		27,0	699	50,9	186	5,09	326	42,1	3,48	3,75
	17,5БТ3	23,3	176,2	155,5	6,5	11,7		29,7	770	55,7	204	5,09	367	47,2	3,52	3,78
200×165	20БТ1	23,6	197,9	165,0	6,8	9,8	16	30,1	1090	72,4	231	6,02	368	44,6	3,50	4,73
	20БТ2	26,3	200,0	165,0	6,8	11,9		33,5	1160	74,8	262	5,89	446	54,1	3,65	4,44
	20БТ3	28,8	201,2	165,6	7,4	13,1		36,7	1280	82,0	285	5,91	497	60,0	3,68	4,50

225×180	22,5БТ1	29,3	222,7	180,0	7,6	11,0	18	37,3	1730	102,0	320	6,80	536	59,6	3,79	5,39
	22,5БТ2	32,5	225,0	180,0	7,6	13,3		41,4	1840	105,0	363	6,66	648	72,0	3,96	5,07
	22,5БТ3	35,7	226,4	180,7	8,3	14,7		45,5	2030	116,0	395	6,68	725	80,2	3,99	5,14
250×200	25БТ1	36,0	247,8	200,0	8,4	12,2	20	45,9	2630	140	439	7,57	816	81,6	4,22	5,99
	25БТ2	39,5	250,0	200,0	8,4	14,4		50,3	2780	144	489	7,43	962	96,2	4,37	5,68
	25БТ3	43,2	251,6	200,6	9,0	16,0		55,0	3030	156	533	7,42	1080	108	4,43	5,69
275×215	27,5БТ1	43,2	272,6	215,0	9,2	13,7	20	55,0	3820	185	577	8,34	1140	106	4,55	6,62
	27,5БТ2	47,2	275,0	215,0	9,2	16,1		60,2	4040	190	642	8,19	1340	124	4,71	6,29
	27,5БТ3	51,7	276,6	215,8	10,0	17,7		65,8	4440	208	698	8,21	1490	138	4,75	6,36
300×230	30БТ1	51,5	297,1	230,0	10,0	15,4	22	65,7	5390	239	750	9,06	1570	136	4,68	7,18
	30БТ2	56,8	300,0	230,0	10,0	18,3		72,3	5710	246	841	8,89	1869	162	5,07	6,80
	30БТ3	62,2	301,7	231,0	11,0	20,0		79,3	6330	272	912	8,93	2060	178	5,10	6,94
350×260	35БТ1	63,5	346,8	260,0	11,5	15,5	24	80,9	9500	370	1060	10,8	2280	175	5,31	8,98
	35БТ2	70,0	350,0	260,0	11,5	18,7		89,2	10130	382	1200	10,7	2750	211	5,55	8,45
	35БТ3	77,1	352,8	260,5	12,0	21,5		98,2	10970	406	1330	10,6	3180	244	5,69	8,25
	35БТ4	84,5	354,8	261,7	13,2	23,5		108	12150	449	1440	10,6	3520	260	5,72	8,42
Широкополочные тавры																
115×155	11,5ШТ1	17,2	110,5	155,0	6,3	9,5	14	21,9	191	21,4	90,8	2,95	295	38,1	3,67	2,11
	11,5ШТ2	19,7	112,0	155,2	6,5	11,0		24,5	207	22,7	99,3	2,91	343	44,2	3,74	2,08
130×180	13ШТ1	21,4	125,4	180,0	6,8	10,2	16	27,3	305	29,9	130	3,34	497	55,2	4,27	2,34
	13ШТ2	23,7	126,8	180,3	7,1	11,6		30,2	330	31,9	141	3,31	567	62,9	4,34	2,33
150×200	15ШТ1	26,6	145,5	200,0	7,5	11,2	18	33,9	524	44,4	190	3,93	748	74,8	4,70	2,75
	15ШТ2	29,6	147,3	200,2	7,7	13,0		37,8	562	46,7	208	3,86	871	87,0	4,80	2,71
	15ШТ3	33,2	148,9	201,1	8,6	14,6		42,3	640	52,9	228	3,89	991	98,6	4,84	2,80
	15ШТ4	36,4	150,3	201,9	9,4	16,0		46,3	710	58,5	246	2,92	1100	109,0	4,87	2,88
175×250	17,5ШТ1	36,9	169,3	250,0	8,5	12,8	20	47,0	952	68,7	310	4,50	1670	134	5,96	3,07
	17,5ШТ2	40,5	170,5	250,9	9,4	14,0		51,6	1060	76,6	335	4,54	1850	147	5,98	3,17
	17,5ШТ3	44,4	172,5	250,9	9,4	16,0		56,6	1110	78,5	361	4,43	2110	168	6,10	3,08
	17,5ШТ4	49,3	174,3	251,9	10,4	17,8		62,8	1250	87,9	393	4,47	2370	188	6,15	3,18

Номинальный размер профиля, мм	Номер профиля	Масса 1 м длины, кг	Размеры, мм					Площадь поперечного сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей							
									$x-x$				$y-y$			
			h	b	d	t	R		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y	z_0
															см	
200×300	20ШТ1	48,5	194,3	300,0	9,5	14,2	22	61,8	1630	102	473	5,13	3200	213	7,19	3,44
	20ШТ2	52,3	195,9	300,0	9,5	15,8		66,6	1680	104	503	5,03	3560	237	7,31	3,35
	20ШТ3	55,3	195,9	302,0	11,5	15,8		70,5	1960	123	529	5,27	3630	240	7,18	3,71
	20ШТ4	62,2	198,8	302,0	11,5	18,7		79,3	2080	127	582	5,12	4300	285	7,36	3,57
250×300	25ШТ1	56,1	242,1	300,0	10,4	15,0	26	71,5	3320	171	691	6,81	3380	225	6,88	4,80
	25ШТ2	62,7	244,9	300,0	10,4	17,8		79,9	3500	176	767	6,62	4010	267	7,08	4,56
	25ШТ3	70,0	244,9	303,8	14,2	17,8		89,2	4460	233	831	7,07	4170	274	6,84	5,36
	25ШТ4	77,7	248,1	303,8	14,2	21,0		98,9	4720	240	919	6,91	4920	324	7,05	5,14
	25ШТ5	86,0	251,6	303,8	14,2	24,5		110	5000	247	1000	6,75	5730	378	7,23	4,97
300×320	30ШТ1	70,2	289,7	320,0	11,6	17,0	28	89,4	6220	271	1030	8,34	4650	291	7,21	6,03
	30ШТ2	76,7	292,3	320,0	11,6	19,6		97,7	6510	277	1130	8,16	5360	335	7,41	5,77
	30ШТ3	84,7	294,2	321,4	13,0	21,5		108	7330	312	1230	8,24	5960	371	7,43	5,96
	30ШТ4	95,1	294,2	325,9	17,5	21,5		121	9190	408	1330	8,71	6220	382	7,17	6,92
	30ШТ5	105	298,2	325,9	17,5	25,6		134	9780	422	1480	8,54	7380	453	7,41	6,63
	30ШТ6	117	302,7	325,9	17,5	30,0		149	10400	436	1630	8,36	8670	532	7,63	6,40
350×320	35ШТ1	83,6	341,5	320,0	12,8	19,2	30	107	10890	411	1430	10,1	5260	328	7,02	7,63
	35ШТ2	92,5	344,7	320,3	13,1	22,4		118	11660	430	1590	9,95	6150	384	7,22	7,35
	35ШТ3	102	347,0	321,7	14,5	24,7		130	13020	479	1730	10,0	6870	427	7,27	7,53
	35ШТ4	113	349,5	323,2	16,0	27,2		143	14520	533	1890	10,1	7670	475	7,32	7,70
	35ШТ5	123	352,0	324,7	17,5	29,7		157	16050	587	2040	10,1	8500	523	7,36	7,87
	35ШТ6	131	352,0	327,7	20,5	29,7		167	18070	677	2130	10,4	8740	534	7,23	8,49
	35ШТ7	144	356,8	327,7	20,5	34,5		183	19170	698	2330	10,2	10150	620	7,45	8,22
	35ШТ8	157	360,3	329,2	22,0	38,0		200	21030	760	2520	10,3	11340	689	7,53	8,34
400×340	40ШТ1	101	389,6	340,0	14,5	21,0	32	129	17860	599	1950	11,8	6900	406	7,30	9,17
	40ШТ2	111	393,1	340,0	14,5	24,5		141	18810	615	2160	11,5	8040	473	7,55	8,73
	40ШТ3	122	395,6	341,5	16,0	27,0		156	20940	683	2350	11,6	8980	526	7,60	8,91

Колонные тавры

	13КТ1	29,6	126,2	260,0	7,0	11,0		37,8	343	32,0	178	3,01	1610	124	6,53	1,92
	13КТ2	33,3	127,6	260,8	7,8	12,4		42,4	390	36,2	195	3,03	1830	141	6,58	2,00
130×260	13КТ3	37,5	129,2	261,7	8,7	14,0	16	47,8	445	41,1	214	3,05	2090	160	6,62	2,08
	13КТ4	41,0	130,5	262,5	9,6	15,3		52,2	495	45,5	230	3,08	2310	176	6,65	2,16
	13КТ5	44,8	131,9	263,4	10,4	16,7		57,1	552	50,5	246	3,11	2550	193	6,68	2,24
	15КТ1	41,8	147,8	300,0	8,5	13,5		53,3	664	53,2	291	3,53	3040	203	7,55	2,29
	15КТ2	45,3	148,9	300,7	9,2	14,6		57,6	728	58,1	310	3,55	3310	220	7,58	2,35
	15КТ3	49,5	150,3	301,5	10,0	16,0		63,1	806	63,9	332	3,57	3660	243	7,61	2,43
150×300	15КТ4	54,5	151,9	302,5	11,0	17,6	18	69,4	903	71,3	358	3,61	4060	269	7,65	2,52
	15КТ5	60,0	153,7	303,5	12,0	19,4		76,4	1010	79,0	385	3,63	4520	298	7,69	2,62
	15КТ6	65,7	155,5	304,7	13,2	21,2		83,7	1130	88,3	414	3,68	5000	328	7,73	2,73
	15КТ7	72,3	157,6	306,0	14,5	23,3		92,2	1270	98,8	447	3,72	5570	364	7,77	2,85
	15КТ8	79,8	159,9	307,5	16,0	25,6		102	1440	111	483	3,77	6210	404	7,82	2,99
	17,5КТ1	54,0	171,5	350,0	9,3	15,0		68,8	1150	78,7	442	4,08	5360	306	8,83	2,59
	17,5КТ2	60,6	173,3	351,2	10,5	16,8		77,2	1310	90,0	484	4,13	6070	346	8,87	2,71
	17,5КТ3	67,7	175,3	352,4	11,7	18,8		86,3	1500	102	529	4,16	6860	389	8,92	2,83
	17,5КТ4	74,0	177,3	353,6	12,9	20,8		95,5	1680	114	572	4,20	7670	434	8,96	2,94
173×350	17,5КТ5	82,3	179,3	354,9	14,2	22,8	20	105	1890	127	610	4,25	8500	479	9,00	3,07
	17,5КТ6	90,3	181,5	356,2	15,5	25,0		115	2110	141	662	4,28	9420	529	9,05	3,19
	17,5КТ7	99,2	183,9	357,7	17,0	27,4		126	2370	158	713	4,33	10460	585	9,10	3,33
	17,5КТ8	110,0	186,7	359,4	18,7	30,2		140	2690	177	770	4,39	11650	651	9,16	3,49
	20КТ1	67,8	196,3	400,0	10,8	16,2		86,3	1980	120	650	4,79	8640	432	10,0	3,05
	20КТ2	75,0	198,3	400,6	11,4	18,2		95,5	2150	128	700	4,75	9750	487	10,1	3,07
	20КТ3	83,2	200,3	401,8	12,6	20,2		106	2420	144	760	4,78	10930	544	10,2	3,18
	20КТ4	92,6	202,6	403,2	14,0	22,5		118	2750	162	827	4,82	12300	610	10,2	3,32
	20КТ5	103	205,1	404,7	15,5	25,0		131	3110	182	898	4,87	13820	683	10,3	3,46
	20КТ6	113	207,6	406,2	17,0	27,5		144	3490	203	968	4,91	15370	757	10,3	3,60
200×400	20КТ7	126	210,6	408,0	18,8	30,5	22	160	3960	229	1050	4,97	17280	847	10,4	3,77
	20КТ8	139	213,6	409,8	20,6	33,5		176	4460	256	1130	5,03	19230	939	10,4	3,95
	20КТ9	154	217,1	412,2	23,0	37,0		196	5130	293	1230	5,12	21620	1050	10,5	4,17
	20КТ10	174	221,7	415,2	26,0	41,6		222	6040	341	1360	5,22	24850	1200	10,6	4,45
	20КТ11	210	230,1	420,2	31,0	50,0		268	7790	430	1580	5,39	30970	1470	10,7	4,92
	20КТ12	256	240,1	426,7	37,5	60,0		326	10300	557	1870	5,62	38940	1820	10,9	5,51
	20КТ13	311	252,1	434,2	45,0	72,0		396	13770	752	2220	5,90	49270	2270	11,2	6,20
	20КТ14	386	268,1	444,2	55,0	88,0		492	19410	986	2730	6,28	64550	2910	11,5	7,12

Примечания: 1. Предельные отклонения для тавров не должны превышать величины, приведенной для двутавров.
2. Предельные отклонения по максимальному габариту сечения на тавры не распространяются.

Таблица VII.23. **Предельные отклонения по номинальным размерам и от правильной геометрической формы двутавра**

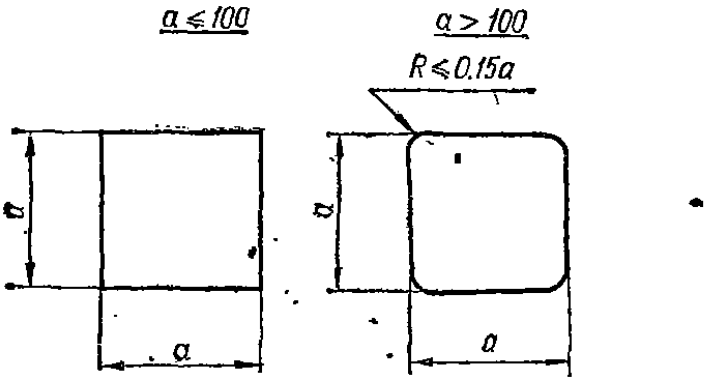
Номинальная высота двутавра, мм	Предельные отклонения, мм					
	h	b	t	m	Δ	δ
От 200 до 400	±3,0	±3,0	−0,1	Номинальная высота плюс 6,0	$\leqslant 0{,}012\ b$, но не более 3,0	3,0
Свыше 400 до 600	±4,0		$+\infty$		$\leqslant 0{,}015\ b$, но не более 4,0	4,5
Свыше 600 до 1000	±5,0					

Таблица VII.24. **Прямая замена двутавров по ГОСТ 8239-72 * на двутавры по ТУ 14-2-24-72**

ГОСТ 8239-72 *	ТУ 14-2-24-72	Экономия стали, проц.	ГОСТ 8239-72 *	ТУ 14-2-24-72	Экономия стали, проц.
30	30Б2	3,5	50	50Б2	— (перерасход, 1%)
36	35Б3	3,8	55	55Б1	6,7
45	45Б2	2,2	60	60Б1	4,7
50	50Б1	8,2			

Примечание. Таблица замены составлена на основании *приложения* 2 «Руководства по применению двутавров и тавров с параллельными гранями полок (широкополочных двутавров и тавров) в строительных стальных конструкциях» ЦНИИпроектстальконструкции.

Таблица VII.25. **Сталь горячекатаная квадратная. Сортамент по ГОСТ 2591-74***

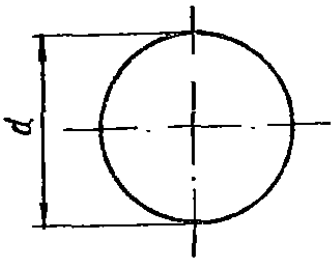


a	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	a	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	a	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
5	0,25	0,196	29	8,41	6,60	70	49,00	38,46
6	0,36	0,283	30	9,00	7,06	75	56,25	44,16
7	0,49	0,385	31	9,61	7,54	80	64,00	50,24
8	0,64	0,502	32	10,24	8,04	85	72,25	56,72
9	0,81	0,636	33	10,89	8,55	90	81,00	63,58
10	1,00	0,785	34	11,56	9,07	93	86,49	67,90
11	1,21	0,95	35	12,25	9,62	95	90,25	70,85
12	1,44	1,13	36	12,96	10,17	100	100,00	78,50
13	1,69	1,33	37	13,69	10,75	105	—	—
14	1,96	1,54	38	14,14	11,24	110	—	—
15	2,25	1,77	39	15,21	11,94	115	—	—
16	2,56	2,01	40	16,00	12,56	120	—	—

Продолжение табл. VII.25

a	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	a	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	a	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
17	2,89	2,27	41	16,81	13,20	125	—	—
18	3,24	2,54	42	17,64	13,85	130	—	—
19	3,61	2,82	45	20,25	15,90	135	—	—
20	4,00	3,14	46	21,16	16,61	140	—	—
21	4,41	3,46	48	23,04	18,09	145	—	—
22	4,84	3,80	50	25,00	19,62	150	—	—
23	5,29	4,15	52	27,04	21,23	160	—	—
24	5,76	4,52	55	30,25	23,75	170	—	—
25	6,25	4,91	58	33,64	26,40	180	—	—
26	6,76	5,30	60	36,00	28,26	190	—	—
27	7,29	5,72	63	39,69	31,16	200	—	—
28	7,84	6,15	65	42,25	33,17			

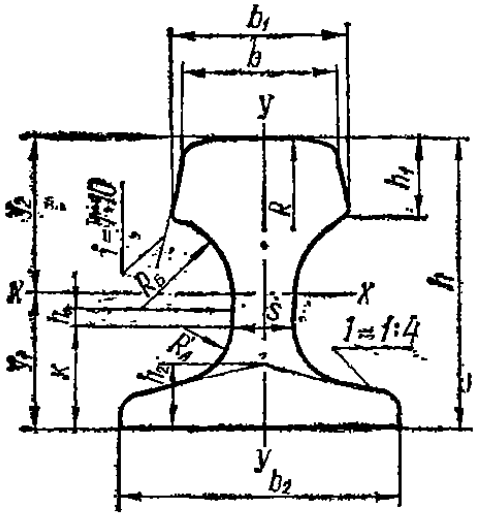
Таблица VII.26. **Сталь горячекатаная круглая. Сортамент по ГОСТ 2590-71***



d	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	d	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг	d	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
5	0,1963	0,154	24	4,524	3,55	80	50,27	39,46
5,5	0,2376	0,186	25	4,909	3,85	85	56,75	44,54
6	0,2827	0,222	26	5,309	4,17	90	63,62	49,94
6,3	0,3117	0,245	28	6,158	4,83	95	70,88	55,64
6,5	0,3318	0,260	30	7,069	5,55	100	78,54	61,65
7	0,3848	0,302	32	8,042	6,31	105	86,59	67,97
8	0,5027	0,395	34	9,079	7,13	110	95,03	74,60
9	0,6362	0,499	36	10,18	7,99	120	113,10	88,78
10	0,7854	0,616	38	11,34	8,90	125	122,72	96,33
11	0,9503	0,746	40	12,57	9,86	130	132,73	104,20
12	1,131	0,888	42	13,85	10,88	140	153,94	120,84
13	1,327	1,04	45	15,90	12,48	150	176,72	138,72
14	1,539	1,21	48	18,10	14,20	160	201,06	157,83
15	1,767	1,39	50	19,64	15,42	170	226,98	178,18
16	2,011	1,58	53	22,06	17,32	180	254,47	199,76
17	2,270	1,78	56	24,64	19,33	190	283,53	222,57
18	2,545	2,00	60	28,27	22,19	200	314,16	246,62
19	2,835	2,23	63	31,17	24,47	210	346,36	271,89
20	3,142	2,47	65	33,18	26,05	220	380,13	298,40
21	3,464	2,72	70	38,48	30,21	240	452,39	355,13
22	3,801	2,98	75	44,18	34,68	250	490,88	385,34

Примечание. ГОСТ предусматривает также прокатку горячекатаной стали круглого сечения диаметром 23, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 46, 47, 52, 54, 55, 58, 62, 67, 68, 72, 78, 82, 115, 135, 230 мм.

Таблица VII.27. Рельсы крановые по ГОСТ 4121-76. Размеры и масса



Типы рельсов	Размеры, мм												Масса 1 м, кг
	b	b_1	b_2	s	h	h_1	h_2	R	R_A	$R_Б$	k	h_0	
КР70	70	76,5	120	28	120	32,5	24	400	23	38	38,5	13,5	52,77
КР80	80	87,0	130	32	130	35	26	400	26	44	42,0	12,2	64,24
КР100	100	108	150	38	150	40	30	450	30	50	48,7	13,5	89,05
КР120	120	129	170	44	170	45	35	500	34	56	56,0	14,5	118,29
КР140	140	150	170	60	170	50	40	700	40	60	63,7	—2,0	146,98

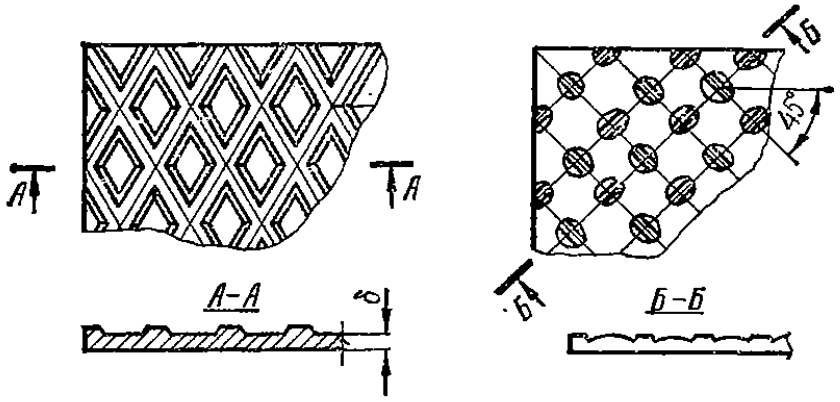
Таблица VII.28. Рельсы крановые по ГОСТ 4121-76. Справочные величины

Типы рельсов	Площадь поперечного сечения, см²	Расстояние до центра тяжести, см		Геометрические характеристики относительно осей				
				$x-x$			$y-y$	
		Y_1	Y_2	I_x, см⁴	$W_1 = \frac{I_x}{Y_1}$, см³	$W_2 = \frac{I_x}{Y_2}$, см³	I_y, см⁴	$W_s = \frac{2 \cdot I_y}{b_2}$, см³
КР70	67,22	5,93	60,7	1083,3	178,3	178,5	319,7	53,3
КР80	81,84	6,47	6,83	1523,7	233,4	233,3	468,6	72,1
КР100	113,44	7,63	7,37	2805,9	367,9	380,7	919,5	122,7
КР120	150,69	8,69	8,31	4794,2	551,7	576,9	1672,0	196,7
КР140	187,24	8,75	8,25	5528,3	632,1	670,1	2608,7	306,9

Примечания: 1. Для крановых рельсов по ГОСТ 4121-76 применяется сталь К63 по ГОСТ 4121-76.

2. Механические свойства стали К63: $\sigma_B = 75$ кгс/мм²; $\sigma_т = 38$ кгс/мм², относительное удлинение $\delta \geq 10\%$.

Таблица VII.29. Сталь листовая рифленая. Сортамент по ГОСТ 8568-77



Ромбическая сталь				Чечевичная сталь			
Толщина основания листа	Масса 1 м², кг	Толщина осиования листа	Масса 1 м², кг	Толщина осиования листа	Масса 1 м², кг	Толщина основания листа	Масса 1 м², кг
2,5	21,9	6	51,0	2,5	20,3	6	48,6
3	26,3	8	74,6	3	24,4	8	73,0
4	34,1	10	98,1	4	32,3	10	96,5
5	43,2	12	129,5	5	40,8	12	127,9

Примечания: 1. Высота рифлений на листах должна быть 0,2—0,3 толщины основания листа, но не менее 0,5 мм.

2. Листы изготовляют шириной от 600 до 2200 мм и длиной от 1400 до 8000 мм с градацией 50 мм.

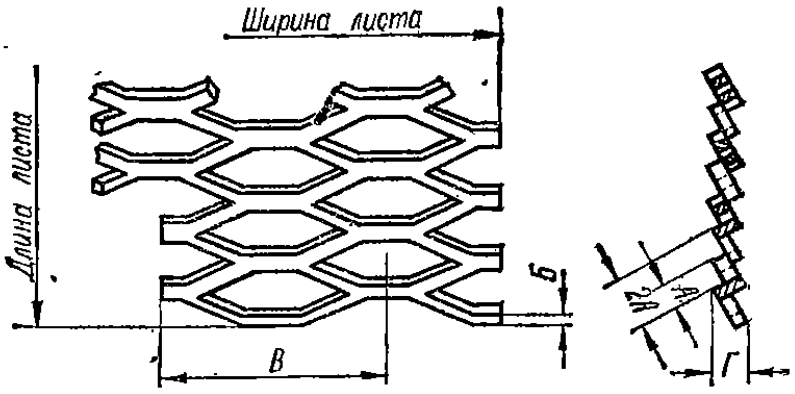


Таблица VII.30. Сталь листовая просечно-вытяжная. Сортамент по ГОСТ 8706-78

Обозначения величин:

Б — подача; В — шаг ячеек; Г — габаритная толщина;

А — размер вытяжки за каждый ход штамповки;

EI — жесткость

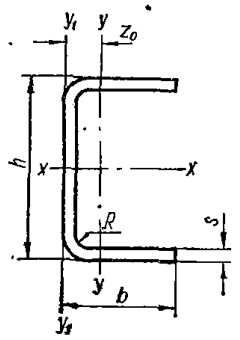
Марка листа	Толщина заготовки, мм	Б	В	Г	А	Масса 1 м², кг	Предельная нагрузка, кг, на 1 пог. м при пролете (ширина листа), мм								
		мм					500	600	710	800	900	1000	1100	1250	1400
406	4	6	90	12,7	10	15,7	470	390	320	290	260	—	—	—	—
505	5	6	110	13,0	12,5	16,4	790	660	560	500	440	400	360	320	280
508	5	8	110	16,8	12,5	20,9	1370	1140	970	860	760	680	620	550	490
510	5	10	110	20,5	12,5	24,7	2160	1800	1520	1350	1200	1080	980	870	770
606	6	6	125	13,4	15	17,3	970	810	680	610	540	490	440	390	350
608	6	8	125	17,1	15	21,9	1910	1590	1340	1190	1060	950	870	760	680
610	6	10	125	20,8	15	26,0	2880	2400	2030	1800	1600	1440	1310	1150	1030

Примечания: 1. Листы стальные просечно-вытяжные поставляются: шириной 500, 600, 710, 800, 900, 1000, 1250, 1400 мм; длиной до 6000 мм.

2. Предельная нагрузка указана для сосредоточенной по центральной линии нагрузки при защемленных концах.

3. При свободном опирании концов предельные нагрузки уменьшают вдвое.

Таблица VII.31. **Швеллеры стальные гнутые равнополочные. Сортамент по ГОСТ 8278-75* для швеллеров из сталн с $\sigma_в \leqslant 47$ кг/мм²**



$$n = \frac{b - s - R}{s};$$

$$n_1 = \frac{h - 2(R + s)}{s}$$

Размеры, мм				n	n_1	Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики сечения относнтельно осей								Масса 1 м, кг
							$x-x$				$y-y$			z_0	
h	b	s	R				I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см		
32	20	1,5	2	11,0	16,7	1,00	1,61	1,01	1,27	0,59	0,40	0,30	0,64	0,63	0,78
		2	3	7,5	11,0	1,29	2,00	1,25	1,24	0,74	0,51	0,38	0,63	0,66	1,03
32	25	1,5	2	14,3	16,7	1,15	1,96	1,23	1,31	0,70	0,75	0,45	0,81	0,84	0,90
		2	3	10,0	11,0	1,49	2,45	1,53	1,28	0,80	0,95	0,58	0,80	0,87	1,17
		3	4	6,0	6,0	2,14	3,26	2,04	1,23	1,23	1,30	0,83	0,78	0,93	1,68
32	32	1,5	2	19,0	16,7	1,36	2,45	1,53	1,34	0,86	1,47	0,72	1,04	1,15	1,07
		2	3	13,5	11,0	1,77	3,08	1,92	1,31	1,10	1,88	0,93	1,03	1,19	1,39
		2,5	3	10,6	8,4	2,18	3,68	2,30	1,30	1,34	2,28	1,15	1,02	1,21	1,71
40	20	2	3	7,5	15	1,45	3,40	1,70	1,53	1,02	0,35	0,40	0,62	0,60	1,14
40	32	1,5	2	19,0	22,0	1,48	4,05	2,03	1,65	1,15	1,60	0,75	1,04	1,06	1,16
		2	3	13,5	15,0	1,93	5,13	2,57	1,63	1,15	2,06	0,98	1,03	1,10	1,52
		2,5	3	10,6	11,6	2,38	6,18	3,09	1,61	1,79	2,50	1,20	1,02	1,12	1,87

40	40	2 2,5 3	3 3 4	17,5 13,8 11,0	15,0 11,6 8,7	2,25 2,78 3,28	6,29 7,58 8,67	3,15 3,79 4,34	1,67 1,65 1,63	1,78 2,17 2,51	3,79 4,63 5,37	1,49 1,83 2,15	1,30 1,29 1,28	1,45 1,47 1,51	1,77 2,18 2,57
45	25	3	4	6,0	10,3	2,53	7,42	3,30	1,71	1,99	1,51	0,89	0,77	0,81	1,98
50	25	4	6	3,75	7,5	3,40	11,43	4,57	1,83	2,85	1,93	1,15	0,75	0,83	2,67
50	32	1,5 2 2,5	2 3 3	18,9 13,5 10,6	28,7 20,0 15,6	1,63 2,13 2,63	6,73 8,58 10,38	2,69 3,43 4,15	2,03 2,01 1,98	1,53 1,98 2,42	1,73 2,24 2,72	0,78 1,02 1,25	1,03 1,02 1,02	0,97 1,00 1,02	1,28 1,67 2,07
50	40	2 2,5 3	3 3 4	17,5 13,8 11,0	20,0 15,6 12,0	2,45 3,03 3,58	10,42 12,64 14,55	4,17 5,06 5,82	2,03 2,04 2,02	2,36 2,90 3,37	4,13 5,05 5,88	1,55 1,92 2,26	1,30 1,29 1,28	1,34 1,36 1,36	1,92 2,38 2,81
50	50	2,5 3 4	3 4 6	17,8 14,3 10,0	15,6 12,0 7,5	3,53 4,18 5,40	15,46 17,87 22,04	6,18 7,15 8,82	2,09 2,07 2,02	3,49 4,08 5,15	9,31 10,89 13,72	2,92 3,44 4,44	1,62 1,61 1,59	1,81 1,84 1,91	2,77 3,28 4,24
60	32	2 2,5 3	3 3 4	13,5 10,6 8,3	25,0 19,6 15,3	2,33 2,89 3,40	13,09 15,90 18,31	4,36 5,30 6,10	2,37 2,34 2,32	2,54 3,11 3,62	2,39 2,91 3,38	1,05 1,29 1,52	1,01 1,00 1,00	0,92 0,95 0,97	1,83 2,26 2,67
60	40	2 2,5 3	3 3 4	17,5 13,8 11,0	25,0 12,6 15,3	2,65 3,28 3,88	15,78 19,21 22,21	5,26 6,40 7,40	2,44 2,42 2,39	3,00 3,69 4,30	4,49 5,40 6,31	1,60 1,98 2,33	1,29 1,28 1,27	1,25 1,27 1,30	2,08 2,58 3,04
60	50	2,5 3 4	3 4 6	17,7 14,3 10,0	19,6 15,3 10,0	3,78 4,48 5,80	23,34 27,90 33,72	7,78 9,03 11,24	2,48 2,46 2,41	4,40 5,16 6,55	9,98 11,68 14,81	3,02 3,57 4,62	1,62 1,61 1,60	1,70 1,73 1,79	2,97 3,51 4,56
60	60	3 4	4 6	17,7 12,5	15,3 10,0	5,08 6,60	31,97 40,00	10,66 13,33	2,51 2,46	6,01 7,67	19,26 24,55	5,03 6,53	1,95 1,93	2,17 2,24	3,99 5,18
65	40 75	4 4	6 6	7,5 16,2	11,2 11,2	5,20 8,00	33,18 52,26	10,21 18,23	2,52 2,72	6,06 10,33	8,20 46,88	3,05 10,12	1,25 2,41	1,31 2,87	4,09 6,28

Размеры, мм				n	n_1	Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики сечения относительно осей								Масса 1 м, кг
							$x-x$				$y-y$			z_0	
h	b	s	R				I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см		
70	40	3	4	11,0	18,7	4,18	31,82	9,09	2,76	5,31	6,68	2,40	1,26	1,22	3,28
	60	4	6	12,5	12,5	7,00	57,02	16,29	2,85	9,37	26,12	6,74	1,93	2,13	5,50
78	46	6	9	5,16	8,0	8,86	77,08	19,76	2,95	12,02	18,85	5,87	1,42	1,56	6,96
80	25	4	6	37,5	15,0	4,61	37,07	9,27	2,84	5,85	2,29	1,25	2,29	0,65	3,61
80	32	2,5	3	10,6	27,6	3,38	31,39	7,85	3,05	4,68	3,20	1,36	0,97	0,82	2,66
		3	4	8,3	22,0	4,00	36,39	9,10	3,02	5,47	3,73	1,59	0,97	0,85	3,14
		4	6	5,5	15,0	5,16	45,16	11,29	2,96	6,91	4,70	2,04	0,95	0,90	4,05
80	40	2,5	3	13,8	27,6	3,78	37,40	9,35	3,14	5,45	5,98	2,07	1,26	1,12	2,97
		3	4	11,0	22,0	4,48	43,51	10,88	3,12	6,39	7,00	2,45	1,25	1,44	3,51
		4	6	7,5	15,0	5,80	54,41	13,6	3,06	8,13	8,88	3,17	1,24	1,20	4,56
80	50	2,5	3	17,8	27,6	4,28	44,90	11,23	3,24	6,42	11,06	3,17	1,61	1,51	3,36
		3	4	14,3	22,0	5,08	52,41	13,10	3,21	7,55	13,00	3,76	1,60	1,54	3,99
		4	6	10,0	15,0	6,60	65,98	16,50	3,16	9,65	16,60	4,88	1,58	1,60	5,18
80	60	3	4	17,7	22,0	5,68	61,30	15,32	3,29	8,70	21,46	5,31	1,94	1,96	4,46
		4	6	12,5	15,0	7,40	77,54	19,38	3,23	11,17	27,53	6,92	1,93	2,02	5,81
		6	9	7,5	8,33	10,66	105,03	26,26	3,14	15,56	38,27	9,91	1,89	2,14	8,37
80	80	3	4	24,3	22,0	6,88	79,10	19,77	3,39	11,01	47,03	9,11	2,61	2,84	5,40
		4	6	17,5	15,0	9,00	100,66	25,17	3,34	14,21	60,69	11,91	2,60	2,90	7,07
80	100	6	9	14,2	8,33	15,46	170,88	42,72	3,32	30,59	158,47	26,22	3,20	3,96	12,14
100	40	2,5	3	13,8	35,6	4,28	63,16	12,63	3,84	7,47	6,41	2,14	1,22	1,00	3,36
		3	4	11,0	28,7	5,08	73,76	14,75	3,81	8,78	7,53	2,53	1,22	1,03	3,99

100	50	3	4	14,3	28,7	5,68	87,88	15,57	3,93	10,24	14,05	3,90	1,57	1,39	4,47
		4	6	10,0	20,0	7,40	111,44	22,29	3,88	13,15	18,01	5,07	1,56	1,45	5,81
		5	7	7,6	15,2	9,09	133,39	26,68	3,83	15,93	21,72	6,20	1,55	1,49	7,14
100	60	3	4	17,7	28,7	6,28	111,99	20,40	4,03	11,69	23,25	5,52	1,92	1,79	4,93
		4	6	12,5	20,0	8,20	129,89	25,98	3,98	15,07	29,93	7,20	1,91	1,84	6,44
100	80	3	4	24,3	28,7	7,48	130,23	26,05	4,17	14,60	51,03	9,49	2,61	2,62	5,87
		4	6	17,5	20,0	9,80	166,77	33,35	4,12	18,91	66,07	12,43	2,59	2,68	7,70
		5	7	13,6	15,2	12,09	201,14	40,23	4,08	23,06	80,47	15,29	2,58	2,74	9,49
100	100	3	4	31,0	28,7	8,68	158,47	31,69	4,27	17,51	93,48	14,39	3,28	3,50	6,81
		6	9	14,2	11,7	16,66	284,56	56,91	4,13	32,49	173,39	27,49	3,22	3,69	13,08
100	160	4	6	37,5	20,0	16,20	314,31	62,86	4,40	13,43	436,25	45,27	5,19	6,36	12,72
106	50	4	6	10,0	21,5	7,64	127,90	24,13	4,09	14,28	18,38	5,12	1,55	1,41	6,00
108	70	6	9	9,2	13,0	13,54	245,48	45,46	4,56	26,69	66,59	14,15	2,22	2,29	10,63
110	50	4	6	10,0	22,5	7,80	139,63	25,39	4,23	15,05	18,61	5,15	1,54	1,38	6,13
		5	7	7,6	17,2	9,59	167,57	30,47	4,18	18,27	22,47	6,29	1,53	1,43	7,53
110	100	4	6	22,5	22,5	11,81	252,05	45,83	4,62	25,66	125,87	19,23	3,27	3,46	9,27
116	50	4	6	10,0	24,0	8,04	158,41	27,31	4,44	16,24	18,94	5,19	1,53	1,35	6,31
120	25	4	6	3,75	25,0	6,20	104,42	17,40	4,10	11,25	2,57	1,31	6,44	0,54	4,87
120	50	3	4	14,3	35,3	6,28	134,70	22,45	4,63	13,23	14,90	4,00	1,54	1,27	4,93
		4	6	10,0	5,0	8,20	171,72	28,62	4,57	11,71	19,15	5,21	1,53	1,33	6,44
120	60	4	6	12,5	25,0	9,00	198,65	33,11	4,70	19,37	31,91	7,42	1,88	1,70	7,07
		5	7	9,6	19,2	11,09	239,63	39,94	4,67	23,60	38,73	9,10	1,87	1,74	8,71
		6	9	7,5	15,0	13,06	275,47	45,91	4,59	27,44	44,95	10,70	1,85	1,80	10,25

Размеры, мм				a	a_1	Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики сечения относительно осей								Масса 1 м, кг
							$x-x$				$y-y$			z_0	
h	b	s	R				I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см		
120	80	4	6	17,5	25,0	10,60	252,49	42,08	4,88	24,01	70,65	12,84	2,58	2,50	8,32
		5	7	13,6	19,2	13,09	305,80	50,97	4,83	29,35	86,20	15,81	2,57	2,55	10,28
140	60	4	6	12,5	30,0	9,80	285,42	40,77	5,39	24,08	33,57	7,59	1,85	1,57	7,70
		5	7	9,6	23,2	12,09	345,47	49,35	5,34	29,40	40,80	9,32	1,84	1,62	9,49
		6	9	7,5	18,3	14,26	398,68	66,95	5,29	34,27	47,46	10,97	1,82	1,67	11,20
140	80	4	6	17,5	30,0	11,40	359,42	51,35	5,61	29,52	74,59	13,17	2,56	2,34	8,95
		5	7	13,6	23,2	14,09	436,63	62,38	5,57	36,15	91,13	16,23	2,54	2,38	11,06
140	100	5	7	17,6	23,2	16,09	527,80	75,40	5,73	42,90	168,45	24,80	3,23	3,21	12,63
		6	9	14,2	18,3	19,06	614,29	87,76	5,68	50,35	197,62	29,35	3,22	3,27	14,96
148	25	4	6	3,75	32,0	7,32	170,34	24,37	4,96	15,99	2,70	1,34	6,07	4,92	5,75
160	40	3	4	11,0	48,7	6,88	230,25	28,78	5,79	17,75	8,56	2,67	1,12	0,80	5,40
		5	7	5,6	27,2	11,09	355,32	44,41	5,66	27,95	13,23	4,25	1,09	0,89	8,71
160	50	2,5	3	17,8	59,6	6,28	226,86	28,36	6,01	16,99	13,70	3,49	1,48	1,07	4,93
		4	6	10,0	35,0	9,81	343,12	42,42	5,91	26,06	20,87	5,41	1,46	1,14	7,70
		5	7	7,60	27,2	12,09	415,41	51,93	5,86	31,82	25,29	6,63	1,45	1,19	9,49
		6	9	5,83	21,7	14,26	479,22	59,90	5,80	37,08	29,35	7,80	1,43	1,24	11,20
160	60	2,5	3	21,8	59,6	6,78	258,87	32,23	6,16	18,96	22,83	4,96	1,83	1,40	5,32
		3	4	17,7	48,7	8,08	304,21	38,03	6,14	22,46	27,01	5,90	1,85	1,42	6,34
		4	6	12,5	35,0	10,60	391,80	48,97	6,08	29,18	34,98	7,72	1,82	1,47	8,32
		5	7	9,6	27,2	13,09	475,49	59,44	6,03	35,70	42,56	7,49	1,80	1,52	10,28
		6	9	7,5	21,7	15,46	550,41	68,80	5,97	41,60	49,68	11,18	1,79	1,57	12,14

160	70	3 4 5	4 6 7	21,0 15,0 11,6	48,7 35,0 27,2	8,68 11,40 14,09	341,19 440,48 535,57	42,45 55,06 66,95	5,27 6,21 6,06	24,82 32,30 39,57	41,46 53,86 65,72	7,93 10,40 12,81	2,19 2,17 2,16	1,77 1,82 1,87	6,81 8,95 11,06
160	80	3 4 5 6	4 6 7 9	24,3 17,5 13,6 10,83	48,7 35,0 27,2 21,67	9,28 12,20 15,09 17,86	378,17 489,16 595,66 692,78	47,27 61,14 74,46 86,60	6,38 6,33 6,28 6,23	27,17 35,42 43,45 51,90	59,91 78,01 95,40 111,72	10,23 13,44 16,57 19,59	2,54 2,53 2,51 2,50	2,14 2,20 2,24 2,30	7,28 9,58 11,85 14,02
160	100	3 4 5	4 6 7	31,0 22,5 17,6	48,7 35,0 27,2	10,48 13,80 17,09	452,12 256,53 715,82	56,51 73,3 89,48	6,57 6,52 6,47	31,88 41,66 51,20	110,27 144,03 176,70	15,59 20,50 20,36	3,24 3,23 3,21	2,93 2,98 3,03	8,22 10,84 13,42
160	120	5	7	21,6	27,2	19,09	836,99	104,50	6,62	58,95	291,01	35,78	3,90	3,87	14,99
160	160	6	9	24,2	21,7	27,46	1262,25	157,78	6,78	87,90	750,85	72,82	5,23	5,69	21,56
170	60 70	4 6	6 9	12,5 9,2	37,5 13,3	11,00 17,26	452,84 718,44	53,27 84,52	6,41 6,45	31,88 50,56	35,61 78,32	7,78 15,25	1,80 2,13	1,42 1,86	8,64 13,55
180	50	3 4	4 6	14,3 10,00	55,3 40,0	8,08 10,60	355,33 457,43	39,48 50,82	6,63 6,57	23,99 31,16	16,68 21,53	4,19 5,48	1,44 1,42	1,02 1,07	6,34 8,32
180	60	4 5	6 7	12,5 9,6	40,0 31,2	11,40 14,09	519,39 631,70	57,71 70,19	6,75 6,69	34,68 42,49	36,19 44,06	7,84 9,63	1,78 1,77	1,38 1,43	8,95 11,06
180	70	5 6	7 9	11,6 9,2	31,2 25,0	15,09 17,85	708,28 823,93	78,70 91,55	6,82 6,79	46,87 54,95	68,19 79,76	13,02 15,38	2,12 2,11	1,76 1,81	11,85 14,02
180	80	4 5 6	6 7 9	17,5 13,6 10,8	40,0 31,2 25,0	13,00 16,09 19,08	643,32 784,86 914,79	71,48 87,21 101,64	7,03 6,98 6,93	41,72 51,24 60,17	61,01 99,15 116,23	13,67 16,86 19,94	2,49 2,48 2,47	2,07 2,12 2,17	10,21 12,63 14,96
180	100	5 6	7 9	17,6 14,2	31,2 25,0	18,09 21,46	938,03 1096,52	104,23 121,84	7,20 7,15	59,99 70,61	184,04 216,45	25,85 30,63	3,19 3,18	2,88 2,93	14,20 16,84
200	50	3 4	4 6	14,3 10,0	62,0 45,0	8,68 11,41	459,59 592,95	45,96 59,30	7,28 7,21	28,18 36,67	17,11 22,11	4,24 5,54	1,40 1,39	0,96 1,01	6,81 8,95

Размеры, мм				n	n_1	Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики сечения относительно осей							z_0	Масса 1 м, кг
							$x-x$				$y-y$				
h	b	s	R				I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см		
200	60	4	6	12,5	45,0	12,21	669,79	66,98	7,41	40,59	37,25	7,93	1,75	1,30	9,58
		5	7	9,6	35,2	15,09	816,09	81,61	7,35	49,79	45,38	9,75	1,73	1,35	11,80
200	80	4	6	17,5	45,0	13,81	823,48	82,35	7,72	48,43	83,67	13,86	2,46	1,96	10,83
		5	7	13,6	35,2	17,09	1006,26	100,63	7,67	59,54	102,45	17,10	2,45	2,01	13,42
		6	9	10,8	28,3	20,26	1174,93	117,49	6,61	70,00	120,22	20,24	2,44	2,06	15,91
200	100	3	4	31,0	62,0	11,68	750,68	75,07	8,02	42,96	118,59	16,12	3,19	2,64	9,17
		5	7	17,6	35,2	19,09	1196,42	119,64	7,92	69,29	190,62	26,26	3,16	2,74	14,99
		6	9	14,2	28,3	22,66	1400,82	140,08	7,86	81,64	224,37	31,14	3,15	2,79	17,79
206	75	6	9	10,0	29,3	20,02	1200,75	116,58	7,74	70,07	101,09	17,92	2,25	1,86	15,72
250	25	3	4	6,0	78,7	8,68	570,0	45,60	8,10	30,71	2,33	1,08	0,52	0,34	6,81
250	35	3	4	9,3	78,7	9,28	661,51	52,92	8,44	34,41	6,35	2,13	0,83	0,51	7,28
250	60	3	4	17,7	78,7	10,78	890,30	71,22	9,09	43,67	30,30	6,19	1,68	1,10	8,46
		4	6	12,5	57,5	14,21	1156,10	92,49	9,02	57,09	39,37	8,12	1,66	1,15	11,15
		5	7	9,6	45,2	17,59	1413,50	113,08	8,96	70,22	48,01	9,99	1,65	1,19	13,81
250	80	4	6	17,5	57,5	15,81	1398,18	111,85	9,41	66,93	89,13	14,24	2,37	1,74	12,41
		5	7	13,6	45,2	19,59	1713,67	137,09	9,35	97,96	109,26	17,58	2,36	1,79	15,38
250	100	5	7	17,6	45,2	21,59	2013,83	161,11	9,66	94,72	204,39	27,08	3,08	2,45	16,95
		6	9	14,2	36,7	25,66	2365,11	189,21	9,60	111,84	240,95	32,14	3,06	2,50	20,14
250	125	6	9	18,3	36,7	28,66	2811,72	224,94	9,90	130,14	448,01	49,33	3,95	3,42	22,50
300	80	6	9	10,83	45,0	26,26	3131,48	208,77	10,92	128,15	134,74	21,25	2,27	1,66	20,62
380	65	6	9	8,3	58,3	29,26	4998,26	126,31	13,07	166,64	77,71	14,37	1,63	1,09	22,97

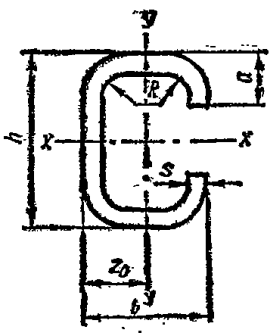


Таблица VII.32. Профили стальные гнутые С-образные равнополочные. Сортамент по ГОСТ 8282-76

Размеры, мм					Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей							Масса 1 м, кг
						x — x			y — y				
h	b	a	s	R, не более		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см	z_0, см	
120	55	18	5	7	11,66	245,74	40,96	4,59	42,52	11,65	1,91	1,85	9,15
300	60	50	5	7	24,36	2861,55	190,77	10,84	125,61	30,42	2,27	1,87	19,12
400	160	50	3	4	24,01	6073,68	303,68	15,91	884,54	80,83	6,07	5,06	18,85
400	160	50	5	7	39,36	9805,18	490,25	15,79	1299,94	127,80	5,96	5,05	30,90
400	160	60	4	10	32,27	8028,19	401,41	15,77	1219,71	113,92	6,15	5,29	25,33
410	65	30	4	6	22,95	4872,87	237,70	14,57	103,88	20,33	2,13	1,39	18,01
550	65	30	4	6	28,55	10258,72	373,04	18,96	110,32	20,64	1,97	1,16	22,41

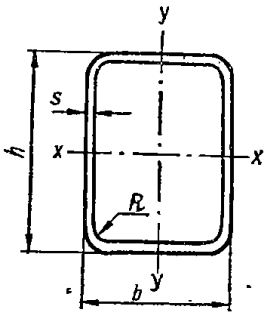


Таблица VII.33. Профили холодногнутые сварные прямоугольного сечения. Сортамент по ГОСТ 12336-66

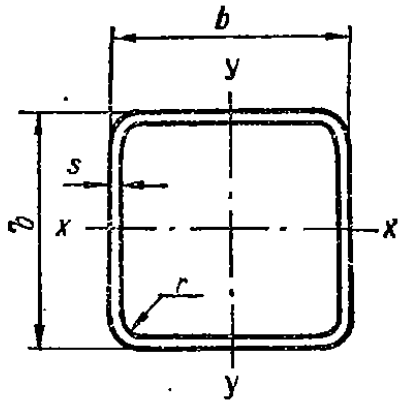
Размеры, мм				Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей								Масса 1 м, кг
					x — x				y — y				
h	b	S	R, не более		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см	S_y, см³	
63	32	2,0	4	3,47	17,1	5,42	2,22	3,42	5,98	3,74	1,31	2,15	2,72
		2,5	5	4,23	20,1	6,39	2,18	4,10	7,02	4,39	1,30	2,57	3,32
63	45	2,5	5	4,88	26,1	8,28	2,31	5,08	15,57	6,92	1,79	4,05	3,83
		3,0	6	5,73	29,8	9,46	2,28	5,88	17,70	7,89	1,76	4,68	4,50
70	36	2,0	4	3,91	24,1	6,90	2,49	4,33	8,65	4,80	1,49	2,74	3,07
		2,5	5	4,78	28,7	8,20	2,45	5,21	10,20	5,68	1,46	3,29	3,75
70	50	2,5	5	5,48	36,7	10,50	2,59	6,39	21,90	8,76	2,00	5,09	4,30
		3,0	6	6,45	42,1	12,00	2,55	7,42	25,10	10,00	1,97	5,90	5,07
80	40	2,5	5	5,48	43,4	10,80	2,81	6,85	14,80	7,41	1,64	4,25	4,30
		3,0	6	6,45	49,7	12,40	2,78	7,96	16,90	8,45	1,62	4,92	5,07
80	56	3,0	6	7,41	64,0	16,00	2,94	9,81	37,00	13,20	2,23	7,70	5,82
		4,0	8	9,55	78,8	19,70	2,87	12,30	45,50	16,20	2,18	9,67	7,50

90	45	2,5 3,0	5 6	6,23 7,35	63,3 73,0	14,10 16,20	3,19 3,15	8,84 10,30	21,70 24,90	9,63 11,06	1,87 1,84	5,48 6,38	4,89 5,77
90	63	3,0 4,0	6 8	8,43 10,90	93,0 116,0	20,80 25,80	3,33 3,26	12,60 16,00	54,10 67,20	17,20 21,30	2,53 2,48	9,93 12,60	6,62 8,57
100	50	3 4	6 8	8,25 10,70	103,0 127,0	20,50 25,40	3,52 3,45	12,90 16,40	35,10 43,20	14,00 17,30	2,06 2,01	8,02 10,10	6,48 8,38
100	70	3 4 5	6 8 10	9,45 12,30 14,90	131,0 164,0 192,0	26,20 32,80 38,50	3,72 3,66 3,59	15,80 20,20 24,10	73,0 94,80 111,00	19,83 27,10 31,70	2,70 2,78 2,73	12,40 15,80 18,90	7,42 9,63 11,70
110	56	3 4	6 8	9,21 12,00	141,0 176,0	25,60 32,00	3,91 3,84	16,04 20,40	49,70 61,70	17,70 22,00	2,32 2,27	10,10 12,80	7,23 9,38
110	80	3 4 5	6 3 10	10,70 13,90 16,90	182,0 230,0 272,0	33,10 41,80 49,40	4,13 4,07 4,01	19,9 25,5 30,6	112,00 141,00 166,00	28,00 35,30 41,70	3,24 3,19 3,14	16,00 20,50 24,60	8,36 10,90 13,30
125	63	3 4	6 8	10,50 13,71	210,0 265,0	33,60 42,40	4,47 4,39	20,9 26,8	73,00 91,60	23,20 29,10	2,63 2,58	13,10 16,70	8,27 10,80
125	90	3 4 5 6	6 8 10 12	12,15 15,87 19,43 22,80	270,0 344,0 409,0 467,0	43,20 55,00 65,50 74,80	4,72 4,65 4,59 4,53	25,9 33,3 40,2 46,5	164,00 208,00 247,00 282,00	36,40 46,20 54,90 62,60	3,67 3,62 3,57 3,51	20,70 26,70 32,20 37,20	9,54 12,50 15,30 17,90
140	70	3 4 5	6 8 10	11,90 15,50 18,90	298,0 379,0 450,0	42,60 54,10 64,30	5,02 4,95 4,88	26,5 34,1 41,0	103,00 130,00 153,00	29,40 37,10 43,80	2,94 2,90 2,85	16,50 21,10 25,40	9,31 12,10 14,90

Размеры, мм				Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики отиосительно осей								Масса 1 м, кг
					$x-x$				$y-y$				
h	b	S	R, не более		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	I_y, см⁴	W_y, см³	i_y, см	S_y, см³	
140	100	3	6	13,70	383,0	54,70	5,30	32,70	230,00	45,90	4,10	26,00	10,70
		4	8	17,90	490,0	69,99	5,24	42,20	293,00	58,62	4,05	33,60	14,00
		5	10	21,90	587,0	83,80	5,17	51,10	350,00	70,00	4,00	40,70	17,20
		6	12	25,80	674,0	96,30	5,11	59,40	402,00	80,40	3,95	47,30	20,30
		7	14	29,50	751,0	107,00	5,04	67,01	447,00	89,50	3,89	53,30	23,20
160	80	3	6	13,70	454	56,70	5,76	35,10	156,0	39,10	3,39	21,80	10,70
		4	8	17,90	580	72,50	5,70	45,30	199,0	49,80	3,34	28,10	14,00
		5	10	21,90	694	86,70	5,62	54,80	237,0	59,30	3,29	34,00	17,20
160	110	3	6	15,50	565	70,60	6,05	42,20	319,0	58,10	4,55	32,70	12,10
		4	8	20,30	726	90,70	5,98	54,70	410,0	74,50	4,50	42,40	15,90
		5	10	24,90	874	109,00	5,92	66,50	493,0	89,60	4,45	51,60	19,60
		6	12	29,40	1009	126,00	5,86	77,50	568,0	103,00	4,39	60,10	23,10
		7	14	33,70	1132	141,00	5,79	87,80	636,0	116,00	4,34	68,10	26,50
180	90	4	8	20,30	842	93,50	6,44	58,20	289,0	64,30	3,78	36,10	15,90
		5	10	24,90	1012	112,00	6,37	70,70	346,0	77,10	3,73	43,80	19,60
		6	12	29,40	1168	130,00	6,30	82,40	398,0	88,50	3,68	51,03	23,10
180	125	4	8	23,10	1058	118,00	6,77	70,50	607,0	97,20	5,13	55,11	18,10
		5	10	28,40	1280	142,00	6,71	86,00	734,0	117,00	5,08	67,20	22,30
		6	12	33,60	1486	165,00	6,65	100,00	850,0	136,00	5,03	78,60	26,40
		7	14	38,60	1675	186,00	6,58	114,00	957,0	153,00	4,98	89,40	30,30
		8	16	43,50	1849	205,00	6,52	127,00	1055,0	169,00	4,92	99,50	34,10

		4	8	22,70	1172	117,20	7,19	72,60	404,0	88,80	4,22	45,10	17,80
		5	10	27,90	1416	142,00	7,12	88,50	486,0	97,20	4,17	55,00	21,90
200	100	6	12	33,00	1641	164,00	7,05	104,00	561,0	112,00	4,12	64,20	25,90
		7	14	37,90	1847	185,00	6,98	118,00	629,0	126,00	4,07	72,80	29,80
		4	8	25,90	1479	148,00	7,56	88,30	860,0	123,00	5,77	69,40	20,30
		5	10	31,90	1796	180,00	7,50	108,00	1043,0	149,00	5,71	84,90	25,10
200	140	6	12	37,80	2092	209,00	7,44	127,00	1213,0	173,00	5,66	99,60	29,70
		7	14	43,50	2368	237,00	7,38	145,00	1371,0	196,00	5,61	114,00	34,20
		8	16	49,10	2624	262,00	7,31	162,00	1518,0	217,00	5,56	127,00	38,50
		4	8	25,10	1577	144	7,94	88,7	544	99,1	4,66	55,0	19,68
220	110	5	10	30,90	1914	174	7,87	108,0	658	120,0	4,61	67,0	24,30
		6	12	36,60	2226	202	7,80	127,0	763	139,0	4,56	78,8	28,70
		7	14	42,10	2515	229	7,73	145,0	859	156,0	4,51	89,7	33,10
		4	8	29,10	2046	186	8,39	110,0	1261	158,0	6,59	89,0	22,80
		5	10	35,93	2492	227	8,33	135,0	1535	192,0	6,54	109,0	28,20
220	160	6	12	42,60	2913	264	8,27	159,0	1792	226,0	6,49	128,0	33,40
		7	14	49,10	3309	301	8,21	182,0	2034	254,0	6,43	147,0	38,60
		8	16	55,50	3681	335	8,14	204,0	2260	282,0	6,38	164,0	43,60
		4	8	28,70	2351	188	9,05	116,0	812	130,0	5,32	72,0	22,50
		5	10	35,40	2861	230	8,99	142,0	986	158,0	5,27	88,0	27,80
250	125	6	12	42,00	3341	267	8,92	167,0	1148	183,0	5,23	104,0	33,00
		7	14	48,40	3791	303	8,84	191,0	1298	208,0	5,18	118,0	38,00
		8	16	54,70	4212	337	8,77	213,0	1438	230,0	5,13	132,0	42,90
		4	8	33,10	3017	241	9,55	143,0	1833	204,0	7,44	114,0	26,00
		5	10	40,10	3687	295	9,49	176,0	2238	249,0	7,39	141,0	32,10
250	180	6	12	48,60	4324	346	9,43	207,0	2622	291,0	7,34	166,0	38,20
		7	14	56,10	4928	394	9,37	237,0	2985	332,0	7,29	190,0	44,10
		8	16	63,50	5501	440	9,31	267,0	3329	370,0	7,24	213,0	49,80

Таблица VII.34. **Профили холодногнутые сварные квадратного сечения. Сортамент по ГОСТ 12336-66**

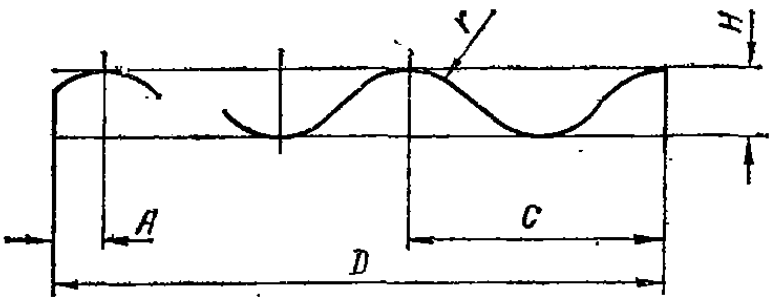


Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей				Масса 1 м, кг
				$x - x$				
b	s	r, не более		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	
63	3	6	6,81	39,5	12,55	2,41	7,50	5,35
	4	8	8,75	48,3	15,34	2,35	9,38	6,87
	5	10	10,50	55,1	17,50	2,29	11,00	8,26
70	3	6	7,65	55,6	15,90	2,70	9,43	6,01
	4	8	9,87	68,7	19,60	2,64	11,90	7,75
	5	10	11,90	79,2	22,60	2,58	14,00	9,36
80	3	6	8,85	85,3	21,30	3,10	12,60	6,95
	4	8	11,50	100,7	26,60	3,05	16,00	9,01
	5	10	13,90	124,0	31,10	2,99	19,00	10,90
	6	12	16,20	139,0	34,80	2,93	21,60	12,70
90	3	6	10,10	124,0	27,60	3,51	16,20	7,89
	4	8	13,10	156,0	34,70	3,46	20,70	10,30
	5	10	15,90	184,0	40,90	3,40	24,70	12,50
	6	12	18,60	208,0	46,10	3,34	28,40	14,60
100	3	6	11,30	173,0	34,60	3,92	20,20	8,83
	4	8	14,70	219,0	43,90	3,87	26,00	11,50
	5	10	17,90	260,0	52,00	3,81	31,20	14,10
	6	12	21,00	296,0	59,10	3,75	36,00	16,50
	7	14	23,90	326,0	65,20	3,69	40,30	18,80
110	3	6	12,50	234,0	42,50	4,33	24,70	9,78
	4	8	16,30	297,0	54,10	4,28	31,80	12,80
	5	10	19,90	355,0	64,50	4,22	38,40	15,60
	6	12	23,40	405,0	73,70	4,16	44,50	18,40
	7	14	26,70	450,0	81,80	4,10	50,00	21,00
125	3	6	14,30	348,0	55,70	4,94	32,30	11,20
	4	8	18,70	446,0	71,40	4,89	41,80	14,70
	5	10	22,90	536,70	85,70	4,83	50,70	18,00
	6	12	27,00	616,0	98,60	4,78	59,00	21,20
	7	14	30,90	689,0	110,00	4,72	66,60	24,30
	8	16	34,70	753,0	120,00	4,66	73,70	27,20

Продолжение табл. VII.34

Размеры, мм			Площадь сечения, см²	Геометрические характеристики относительно осей				Масса 1 м, кг
				$x - x$				
b	s	r, не более		I_x, см⁴	W_x, см³	i_x, см	S_x, см³	
140	3	6	16,1	496	70,80	5,56	40,9	12,60
	4	8	21,1	638	91,10	5,50	53,1	16,50
	5	10	25,9	769	110,00	5,45	64,6	20,40
	6	12	30,6	890	127,00	5,39	75,5	24,00
	7	14	35,1	999	143,00	5,33	85,6	27,60
	8	16	39,6	1099	157,00	5,27	95,1	31,00
160	3	6	18,5	750	93,70	6,37	53,9	14,50
	4	8	24,3	969	121,00	6,32	70,3	19,10
	5	10	29,9	1174	147,00	6,26	85,8	23,50
	6	12	35,4	1365	171,00	6,21	101,0	27,80
	7	14	40,7	1542	193,00	6,15	115,0	32,00
	8	16	45,9	1705	213,00	6,09	128,0	36,00
180	4	8	27,5	1399	155,00	7,14	89,9	21,60
	5	10	33,9	1702	189,00	7,08	110,0	26,60
	6	12	40,2	1986	221,00	7,03	129,0	31,60
	7	14	46,3	2252	250,00	6,97	148,0	36,40
	8	16	52,3	2500	278,00	6,91	165,0	41,10
200	4	8	30,7	1940	194,00	7,95	112,0	24,10
	5	10	37,9	2367	237,00	7,90	137,0	29,80
	6	12	45,0	2770	277,00	7,84	162,0	35,30
	7	14	51,9	3150	315,00	7,79	185,0	40,80
	8	16	58,7	3510	351,00	7,73	208,0	46,10

Таблица VII.35. Сталь листовая волнистая. Сортамент по ГОСТ 3685-71 *.



Ширина листа D, мм		Размеры, мм			Масса 1 м² проекции толщиной 1 мм, кг
до волнования	после волнования	C	H	r	
1000	835	130	35	$1,1H$	9,35
800	670	130	35	$1,1H$	9,35
710	590	130	35	$1,1H$	9,35
1000	835	100	30	$0,9H$	9,35
750	625	100	30	$0,9H$	9,35

Список литературы

1. СНиП II-В. 3-72. Стальные конструкции. Нормы проектирования.— М. : Стройиздат, 1974.— 69 с.
2. СНиП III-18-75. Металлические конструкции. Правила производства и приемки работ.— М. : Стройиздат, 1976.— 161 с.
3. *Временная* инструкция о составе и оформлении рабочих чертежей зданий и сооружений. Разд. 1. Общие положения. СН 460-74.— М. : Стройиздат, 1975.
4. *Инструкция* по разработке проектов и смет промышленного строительства. СН 202-76.
5. *Справочник* конструктора по стальным конструкциям / Под ред. д-ра техн. наук Н. П. Мельникова.— М. : Стройиздат, 1976.— 328 с.
6. *Беленя Е. П.* и др. Металлические конструкции.— М. : Стройиздат, 1976.— с. 600.
7. *Васильченко В. Т.* Справочник конструктора стальных конструкций. Днепропетровск :, Изд. Днепропетровского завода металлоконструкций, 1971.— 204 с.
8. *Васильченко В. Т., Рутман А. Н., Лукьяненко Е. П.* Конструирование и изготовление рабочих чертежей строительных металлоконструкций. Справочное пособие.— Киев : Будівельник, 1977.— 36 с.
9. *Муханов К. К.* Металлические конструкции.— М. : Стройиздат, 1976.—504 с.
10. *Сахновский М. М.* Справочник конструктора стальных сварных конструкций.— Днепропетровск: Промінь, 1975.— 237 с.
11. *Тахтамышев А. Г.* Примеры расчета стальных конструкций.— М.: Стройиздат, 1969.— 263 с.
12. *Лихтарников Я. М., Клыков В. М., Ладыженский Д. В.* Расчет стальных конструкций : Справочное пособие.— Киев : Будівельник, 1976.— 352 с.

Васильченко В. Т. и др.

В19 Справочник конструктора металлических конструкций / В. Т. Васильченко, А. Н. Рутман, Е. П. Лукьяненко.— К. : Будівельник, 1980.— 288 с., ил.— Библиогр.: с. 286.

В справочнике систематизированы данные, необходимые для разработки чертежей строительных металлоконструкций на стадии КМ и КМД: сортамент прокатных и гнутых профилей стали, указания по конструированию основных конструкций элементов промышленных зданий и сооружений, расчету соединений и др. Особое внимание уделено вопросам упрощения конструирования. Нормативные материалы приведены по состоянию на 01.08.80 г. Рассчитан на инженерно-технических работников, а также может быть полезным студентам вузов и техникумов.

В $\frac{30213-160}{M203(04)-80}$ 68.80. 3203000000

ББК 38.54—02я2
6С4.05(083)

Владимир Трофимович Васильченко
Александр Наумович Рутман
Евгений Петрович Лукьяненко

СПРАВОЧНИК КОНСТРУКТОРА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Спецредактор *В. Г. Гординский*
Редактор *В. А. Кочан*
Художественный редактор *Н. С. Величко*
Технические редакторы *С. Г. Яблонская, З. П. Золотарева*
Корректоры *Р. Н. Повар, В. Б. Кацман*

Информ. бланк 1055

Сдано в набор 24.03.80, Подписано в печать 24.10.80. БФ 07694. Формат 60×90 1/16. Бумага типографская № 3. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 18. Уч.-изд. л. 20,71. Тираж 80 000 экз. Изд. № 158-78. Зак. № 853. Цена 1 р. 20 к.

Издательство «Будівельник». 252053 Киев-53, Обсерваторная, 25.

Головное предприятие республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, 252057, Киев-57, ул. Довженко, 3.