

**ОПД.Ф.02.02 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**  
**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ К РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВОЧНЫМ**  
**И КУРСОВЫМ РАБОТАМ**  
**ЧАСТЬ 1**

Третье издание методических указаний, переработанное и дополненное для удобства пользователей, разделено на две части. В первой части изложены основные сведения, необходимые для выполнения работ по первой части курса. Сюда вошли данные о механических характеристиках основных материалов, применяемых в машиностроении и авиастроении. Даны определения основных механических характеристик материалов. Приведены геометрические характеристики плоских сечений, применяемых в сопротивлении материалов, формулы для определения геометрических характеристик некоторых простых плоских сечений и данные по характеристикам прокатных и прессованных профилей.

Предназначена студентам дневной, очно-заочной и заочной форм обучения, изучающих курс «Сопротивление материалов».

# 1. ОБОЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВЕЛИЧИН

Величина		
Обозначения		Наименование
В рекомендованных учебниках	По стандарту СТ СЭВ 1565-79	
F	A	Площадь
$\mu$	N	Коэффициент Пуассона
$S_{\xi}$	$S_{\xi}$	Статический момент сечения относительно оси $\xi$
$J_{\xi}$	$J_{\xi}$	Момент инерции относительно оси $\xi$
$J_{xy}$	$J_{xy}$	Центробежный момент инерции
$J_p$	$J_p$	Полярный момент инерции
$W_{\xi}$	$W_{\xi}$	Момент сопротивления сечения изгибу относительно оси $\xi$
$W_p$	$W_t$	Момент сопротивления сечения кручению
P	F	Сосредоточенная сила
q	$p_c$	Интенсивность распределенной нагрузки
M, m	M	Момент внешней пары сил
N	$N_{cal}$	Нормальная сила
Q	Q	Поперечная сила
$M_k$	T	Крутящий момент
$\varepsilon$	$\varepsilon$	Относительная линейная деформация
$\varepsilon_{уп}$	$\varepsilon_{el}$	Упругая деформация
$\varepsilon_{ост}$	$\varepsilon_l$	Остаточная деформация
$\Theta$	$\nu_{rel}$	Относительный угол закручивания
$\sigma_{шт}$	$\sigma_{pr}$	Предел пропорциональности
$\sigma_y$	$\sigma_c$	Предел упругости
$\sigma_T$	$\sigma_y$	Предел текучести
$\sigma_{0,2}$	-	Условный предел текучести
$\sigma_{вр}$	$\sigma_{ut}$	Временное сопротивление растяжению
$\sigma_{вс}$	$\sigma_{uc}$	Временное сопротивление сжатию
$\sigma_{кр}$	$\sigma_{cr}$	Критическое напряжение
[ $\sigma$ ]	$\sigma_{adm}$	Допускаемое напряжение

## 2. ОБЩИЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

*Таблица 2.1. Основные физические характеристики материалов*

Материал	Плотность $\rho$ , кг / м <sup>3</sup>	Коэффициент линейного расширения $\alpha$ , / К	Модуль упругости E, МПа	Коэффициент Пуассона
Сталь	7800	$1,25 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^5$	0,26 ... 0,33
Чугун	7300	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^5$	0,23 ... 0,27
Алюминий и его сплавы	2800	$2,40 \cdot 10^{-5}$	$0,7 \cdot 10^5$	0,33 ... 0,36
Титан и его сплавы	4500	$8,50 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^5$	0,30 ... 0,32
Медь и его сплавы	8500	$1,65 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^5$	0,31 ... 0,33

*Соотношения между единицами измерения величин,  
применяемых в сопротивлении материалов*

Сила: 1 кГ = 9,81 Н  $\approx$  10 Н

Напряжение: 1 кГ / мм<sup>2</sup> =  $9,81 \cdot 10^6$  Па = 9,81 МПа  $\approx$  10 МПа

Энергия: 1 кГ·м = 9,81 Дж  $\approx$  10 Дж

Мощность: 1 кГ·м / с = 9,81 Вт  $\approx$  10 Вт

*Таблица 2.2*

*Кратные и дольные единицы системы СИ*

Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель
экса	Э	$10^{18}$	деци	д	$10^{-1}$
пета	П	$10^{15}$	санتي	с	$10^{-2}$
тера	Т	$10^{12}$	милли	м	$10^{-3}$
гига	Г	$10^9$	микро	мк	$10^{-6}$
мега	М	$10^6$	нано	н	$10^{-9}$
кило	к	$10^3$	пико	п	$10^{-12}$
гекто	г	$10^2$	фемто	ф	$10^{-15}$
дека	да	$10^1$	атто	а	$10^{-18}$

### 3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ

Таблица 3.1. Определения механических характеристик материалов

Определение по ГОСТ 1497 -84	Краткое определение в курсе
<p>Предел пропорциональности <math>\sigma_{\text{III}}</math> –напряжение при котором отступление от линейной зависимости между нагрузкой и удлинением достигает такой величины, что тангенс угла наклона, образованного касательной к кривой «нагрузка – удлинение» в точке <math>F_{\text{III}}</math> с осью нагрузок увеличивается на 50% от своего значения на упругом (линейном) участке</p> <p>Предел упругости <math>\sigma_{0,05}</math> – напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,05% длины участка рабочей части образца, равного базе тензометра</p> <p>Предел текучести физический (нижний предел текучести) <math>\sigma_{\text{T}}</math> – наименьшее напряжение, при котором образец деформируется без заметного увеличения растягивающей нагрузки</p> <p>Предел текучести условный с допуском на величину пластической деформации при нагружении <math>\sigma_{0,2}</math> – напряжение, при котором пластическая деформация образца достигает 0,2% от рабочей длины образца или начальной расчетной длины по тензометру</p> <p>Временное сопротивление (предел прочности) <math>\sigma_{\text{в}}</math> – напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке <math>F_{\text{max}}</math>, предшествующей разрыву образца</p> <p>Относительное удлинение после разрыва <math>\delta</math> – отношение приращения расчетной длины образца <math>(l_k - l_0)</math> после разрыва к начальной длине <math>l_0</math>, выраженное в процентах</p> <p>Относительное сужение после разрыва <math>\psi</math> – отношение разности начальной <math>A_0</math> и минимальной <math>A_k</math> к площади поперечного сечения <math>A_0</math>, выраженное в процентах</p> <p>Модуль упругости <math>E</math> – отношение приращения напряжения к соответствующему приращению удлинения в пределах упругой деформации</p>	<p>Предел пропорциональности <math>\sigma_{\text{III}}</math> – наибольшее напряжение, до которого выполняется закон Гука</p> <p>Предел упругости <math>\sigma_{\text{y}}</math> – наибольшее напряжение, до которого практически (<math>\leq 0,05\%</math>) отсутствуют остаточные деформации</p> <p>Предел текучести физический <math>\sigma_{\text{T}}</math> – напряжение, при котором деформации растут без увеличения нагрузки</p> <p>Предел текучести условный <math>\sigma_{0,2}</math> – напряжение, при котором относительная остаточная деформация составляет 0,2%</p> <p>Предел прочности <math>\sigma_{\text{в}}</math> – условное напряжение, равное отношению наибольшей силы, которую выдерживает образец, к первоначальной площади его поперечного сечения</p> <p>Относительное удлинение после разрыва <math>\delta</math> – отношение остаточного удлинения образца к начальной длине <math>l_0</math>, выраженное в процентах</p> <p>Относительное сужение после разрыва <math>\psi</math> – отношение уменьшения площади поперечного сечения образца в месте разрыва к начальной площади его поперечного сечения, выраженное в процентах</p>

Предел выносливости  $\sigma_{\text{R}}$  ( $\tau_{\text{R}}$ ) – максимальное по абсолютному значению напряжение цикла, при котором еще не происходит усталостное разрушение до базы испытания (ГОСТ 23207 - 78)

Таблица 3.2. Физико - механические свойства некоторых материалов

Материал	$\sigma_e$	$\tau_e$	$\sigma_T$	$\tau_T$	$\sigma_{-ip}$	$\sigma_{-1}$	$\tau_{-1}$	$E \times 10^{-5}$	$\mu$	$\rho \times 10^{-3}$	$\alpha \times 10^5$
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
МПа											
Углеродистые стали: Обыкновенного качества											
Ст1	320 - 400	-	190	140	120 - 150	160 - 220	80 - 120	-	-	-	-
Ст2	320 - 420	-	220	140	120 - 160	170 - 220	80 - 130	-	-	-	-
Ст3	380 - 470	-	240	160	120 - 160	170 - 220	100 - 130	-	-	-	-
Ст4	430 - 550	-	240	-	-	190 - 250	-	-	-	-	-
Ст5	520 - 650	-	280	260	170	170 - 210	200 - 270	-	-	-	-
Ст6	600 - 750	-	320	220	190 - 250	250 - 240	150 - 200	-	-	-	-
Специального назначения											
15К	380	-	210 - 230	-	-	-	-	-	-	-	-
20К	410	-	230 - 250	-	-	-	-	-	-	-	-
М16С	380	-	230	-	-	-	-	-	-	-	-
А12	420 - 570	-	-	-	-	-	-	2,02	-	-	1,19 - 1,42
А40Г	600 - 750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45Г2	700 - 900	-	400	-	-	310 - 400	-	-	-	-	-
60Г	670 - 870	-	340	-	250 - 320	-	-	-	-	-	-
Качественные											
10	320 - 440	-	210	140	120 - 150	160 - 220	80 - 120	1,90	-	7,83	1,16 - 1,46
15	350 - 450	-	230	140	120 - 160	170 - 220	85 - 130	-	-	-	-
20	420 - 500	-	250	160	120 - 160	170 - 220	100 - 130	2,02	-	7,82	1,11 - 1,44
25	410 - 450	-	250	-	-	190 - 250	-	-	-	-	-
30	500 - 600	-	300	170	170 - 210	200 - 270	110 - 140	-	-	7,82	1,26 - 1,56
35	520 - 650	-	300	190	170 - 210	220 - 300	130 - 180	-	-	-	-
40	580	-	340	-	-	230	140	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45	610 - 750	-	360	220	190 - 250	250 - 340	150 - 200	2,04	-	7,81	1,16 - 1,47
50	630 - 800	-	360	-	-	270 - 250	160 - 200	-	-	-	-
60	690	-	410	-	-310	180	-	-	-	-	-
<b>Легированные стали</b>											
20X	720 - 850	-	400 - 550	-	-	310 - 380	170 - 230	2,07	-	7,74	1,13
40X	100	-	800	-	250	350 - 380	225	-	-	-	-
45X	850 - 1500	-	700 - 950	-	-	400 - 500	-	2,109	-	7,82	1,28
40XH	1000 - 1450	-	800 - 1300	-	310 - 420	460 - 600	-	2,04	-	7,82	1,18
50XH	1100	-	850	-	-	550	-	-	-	-	-
12XH3A	950	-	700	400	270 - 320	390 - 470	220 - 260	-	-	-	-
18XH3A	1150	-	850	-	360 - 400	540 - 590	330 - 365	-	-	-	-
20XH3A	950 - 1450	-	850 - 1100	-	-	430 - 650	240 - 310	2,040	-	7,85	1,10 - 1,45
25XH3A	1100	-	950	600	310 - 360	450 - 540	280 - 310	-	-	-	-
12X2M- B8ФБ	1100	-	940	-	-	500	270	-	-	-	-
18X2H4- MA	1600	-	720	-	-	600	360	-	-	-	-
30XГСА	1100 - 1700	0,63 $\sigma_6$	850 - 1500	-	500 - 525	480 - 700	280 - 400	1,980	-	7,85	1,10
30ХМА	950	-	750	-	-	470	-	-	-	-	-
40XHMA	1100 - 1700	0,63 $\sigma_6$	850 - 1600	-	-	500 - 700	270 - 380	2,070	-	7,85	1,17
<b>Тугоплавкие металлы</b>											
Вольфрам	107	-	-	-	-	-	-	4,2	0,3	19,5	0,445
Молибден	780	-	760	-	-	-	-	3,3	0,31	10,2	0,56
Ниобий	770	-	600	-	-	-	-	1,06	0,39	8,57	0,71

Продолжение таблицы 3.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Серый чугун</b>											
СЧ12-28	120(р); 500(с)	-	-	-	-	-	-	0,8 - 1,5	0,23 - 0,27	6,8 - 7,1	1,0 - 1,2
<b>Жаропрочный чугун</b>											
X28	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ковкий чугун</b>											
КЧ30-6	300	340	190; 300(с)	-	70	120	110	1055	0,23	7,2	1,05
КЧ50-4	500	520	270; 300(с)	-	110	180	160	1,74	0,28	7,3	1,0
<b>Алюминиевые сплавы</b>											
АМцМ	130	80	50	-	-	50	-	0,71	0,3	2,73	2,4
Д1(О)	210	-	110	-	-	75	-	0,71	0,31	2,8	2,29
Д16	440	-	290	-	-	-	-	0,71	0,31	2,78	2,27
Д18	300	-	170	-	-	95	-	-	-	-	-
АЛ1	150 - 310	-	120 - 250	-	-	55 - 110	-	-	-	-	-
АС1	160 - 200	-	60 - 140	-	-	45 - 60	-	-	-	-	-
Д3П	340	-	210	-	-	100	-	-	-	-	-
АК2	420	-	280	-	-	100	-	-	-	-	-
АК4	400	-	200	-	-	130	80	-	-	-	-
АК8	490	-	380	-	-	115 - 130	-	-	-	-	-
АМ2	185 - 285	-	98 - 253	-	-	120 - 145	-	-	-	-	-
В95	650	-	550	-	-	260	160	-	-	-	-
<b>Магниеые сплавы</b>											
Мл3	170 - 180	-	55	-	-	55	-	-	-	-	-
Мл4	190 - 260	-	90 - 120	-	-	60 - 80	-	-	-	-	-
Мл5	150 - 270	-	80 - 120	-	-	40 - 100	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
МА1	210 - 300	-	120 - 200	-	-	75	-	-	-	-	-
МА2	260 - 270	-	160 - 180	-	-	110	-	-	-	-	-
МА3	300 - 340	-	220	-	-	130 - 150	-	-	-	-	-
МА5	300 - 340	-	190	-	-	130	-	-	-	-	-
<b>Титановые сплавы</b>											
ОТ4	700 - 850	-	550 - 650	-	-	-	-	1,1-1,2	-	4,55	0,8 - 0,98
ВТ1	610	-	470	-	-	260	-	1,121	0,32	4,5	0,8
ВТ3-1	950	-	850	-	-	480	300	-	-	-	-
ВТ6	1050	-	950	-	-	500	310	-	-	-	-
ВТ8	1050 - 1800	650	950 - 1100	-	-	500	-	1,1	0,3	4,48	0,83 - 0,91
ВТ14	950 - 1200	-	850 - 1100	-	-	-	-	1,15	-	4,52	0,8 - 0,87
<b>Медные сплавы</b>											
ЛА77-2(М)	400	-	140	-	-	-	-	1,05	-	8,6	1,83
ЛА77-2(Т)	650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Бр.О-10	250	270	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<b>Авиационная древесина</b>											
Сосна	93,1 - 115(р)	6,2 -	$\sigma_{\text{пр}} = 61$	-	-	-	-	0,102	0,49	0,48 -	0,37 в доль
	42,7-46,6(с)	7,3	$\sigma_{\text{тс}} = 31$	-	-	-	-	0,145	-	0,54	6,36 попер.
Ель	107 - 122(р)	5,2 -	$\sigma_{\text{пр}} = 56$	-	-	-	-	0,11	0,44	-	0,54 в доль
	38,5-42,3(с)	6,7	$\sigma_{\text{тс}} = 27$	-	-	-	-	0,073	0,43	0,76	3,41 попер.
Дуб	128(р)	8,5 -	$\sigma_{\text{тс}} = 29$	-	-	-	-	0,151	-	-	0,49 в доль
	52(с)	12,5	-	-	-	-	-	0,12	-	-	5,44 попер
Древесные пластики	140-300 (р)	-	-	-	-	-	-	0,34	-	-	-
	120-185 (с)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	165-280 (и)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3.3. Алюминиевые сплавы:  $E = 0,72 \cdot 10^5$  МПа;  $G = 0,27 \cdot 10^5$  МПа

Марка	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta$ , %	Полуфабрикаты	Примечание
Д16	240 - 500	230 - 400	5 - 15	Листы, трубы, профили, прутки, поковки	Заклепки и основные силовые элементы каркаса
Д19	240 - 500	280 - 440	9 - 13	Листы, заклепки	Листовые детали для повышенной температуры
АК6	360 - 420	280 - 300	8 - 12	Прутки, поковки, штамповки	Штампованные и кованные детали средней прочности
АК8	390 - 460	250 - 320	6 - 10	Прутки, поковки, штамповки	Высоконагруженные детали простой формы, штампованные и кованные
В95	480 - 600	400 - 500	5 - 7	Листы, профили, штамповки, поковки	Силовые элементы каркасы, обшивка

Таблица 3.4. Неметаллические материалы

Материал	Предел прочности, МПа	Предел пропорциональности, МПа	Модуль упругости, $\times 10^{-5}$ МПа	Коэффициент Пуассона
Стеклопласты на основе ткани	$\sigma_{вр} = 260 - 400$ $\sigma_{вс} = 100 - 300$ $\sigma_{ви} = 100 - 300$	122 - 260	0,18 - 0,22	0,035 - 0,622
Древесные пластики	$\sigma_{вр} = 140 - 300$ $\sigma_{вс} = 120 - 185$ $\sigma_{ви} = 165 - 280$	-	0,12 - 0,34	-
Каучук натуральный	$\sigma_B = 18 - 38$	-	0,06 - 0,1	0,47
Сосна	$\sigma_{вр} = 9,31 - 11,5$ $\sigma_{вс} = 42,7 - 46,6$ $\sigma_{ви} = 73,6 - 87,7$ $\tau_{ср} = 6,2 - 7,3$	- 31 61 -	0,102 - 0,145	0,49
Дуб	$\sigma_{вр} = 128,8$ $\sigma_{вс} = 52$ $\sigma_{ви} = 93,5$ $= 8,5 - 11,5$	- 29 74 -	0,037 - 0,15	0,43

**Таблица 3.5. Удельная прочность конструкционных материалов**

Материал		Удельный вес $\gamma$	Предел прочности $\sigma_{вр}$	Удельная прочность $\sigma_{вр}/\gamma$
		кН/м <sup>3</sup>	МПа	кМ
Стали	сверхпрочные	78,5	2500 - 3500	45
	легированные		1000 - 1800	23
	нержавеющие		1000 - 1200	15
	углеродистые		350 - 800	10
Чугуны	серые	74	200 - 350	5
	высокопрочные		450 - 800	11
Алюминиевые сплавы	литые	28	180 - 250	9
	деформируемые		400 - 600	21,5
Магние-вые сплавы	литые	18	120 - 200	11
	деформируемые		250 - 300	16,5
Титановые сплавы		45	800 - 1500	33
Латуни		86	400 - 650	7,5
Конструкционные бронзы		88	400 - 600	7
Конструкционные пластики	дельта-древесина	14	150 - 200 (вдоль слоев)	13
	стекловолокниты	16	250 - 300	37
	СВАМ	19	400 - 700 (вдоль волокон)	37
Ситаллы		30	500 - 800	27
Каучук натуральный			16 - 38	
Сосна		4,8 - 5,4	93,1 - 115	21 - 24
Дуб		7,6	128,8	17

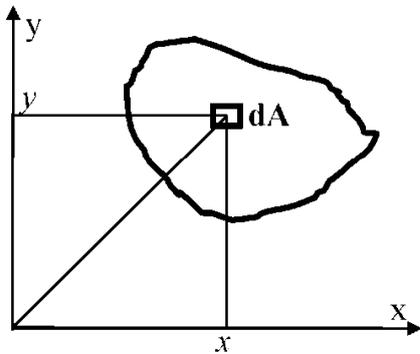
## 4. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

**Таблица 4.1. Простые деформации**

Вид деформации	Напряжения в точках сечения	Условие прочности	Перемещения или деформации
Центральное растяжение или сжатие	$\sigma = \frac{N}{A}$	$\frac{ N _{\text{наиб}}}{A} \leq [\sigma]$	$\Delta l = \sum_{i=1}^n \frac{N_i \cdot l_i}{E \cdot A_i}$
Изгиб	$\sigma = \frac{M}{J_x} y;$ $\tau = \frac{Q \cdot S_x^{\text{омс}}}{J_x \cdot b(y)}$	$\frac{ M _{\text{наиб}}}{W_x} \leq [\sigma];$ $\frac{ Q _{\text{наиб}}}{J_x} \cdot \left( \frac{S_x^{\text{омс}}}{b(y)} \right)_{\text{н.о.}} \leq [\tau]$	$EJy'' = M(z);$ $EJy' = \int M(z) dz + C;$ $EJy = \int dz \int M(z) dz + Cz + D.$
Кручение круглого стержня	$\tau = \frac{M_{\kappa}}{J_p} \rho$	$\frac{ M_{\kappa} _{\text{наиб}}}{W_p} \leq [\tau]$	$\varphi = \sum_{i=1}^n \frac{M_{\kappa_i} \cdot l_i}{G \cdot J_{p_i}}$

## 5. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

### 5.1. Основные понятия и соотношения



$A = \int_A dA; [M^2]$  - площадь поперечного сечения;

$$S_x = \int_A y dA;$$

$S_y = \int_A x dA; [M^3]$  - статические моменты площади сечения;

$$x_c = \frac{S_y}{A}; \quad y_c = \frac{S_x}{A}.$$

$J_x = \int_A y^2 dA; \quad J_y = \int_A x^2 dA [M^4]$  - осевые моменты инерции;

$J_{xy} = \int_A xy dA$  - центробежный момент инерции;

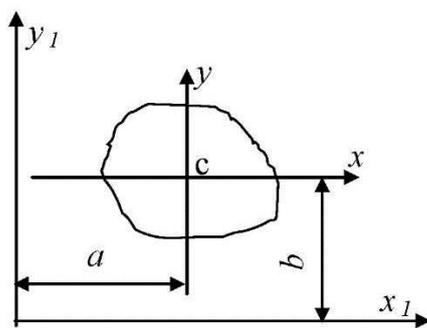
$J_p = \int_A \rho^2 dA$  - полярный момент инерции;

$$W_x = \frac{J_x}{|y|_{\text{наиб}}}; \quad W_y = \frac{J_y}{|x|_{\text{наиб}}}. \quad [M^3] \text{ - моменты сопротивления сечения изгибу};$$

$$W_p = \frac{J_p}{\rho_{\text{наиб}}} \text{ - момент сопротивления кручению.}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}}; \quad i_y = \sqrt{\frac{J_y}{A}} \text{ - радиусы инерции.}$$

### Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей от центральных (x, y)

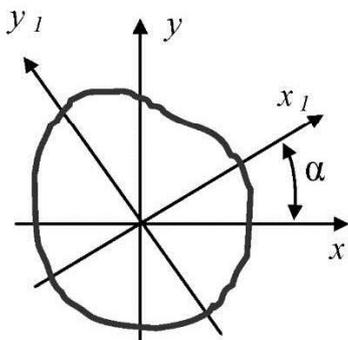


$$J_{x_1} = J_x + b^2 \cdot A;$$

$$J_{y_1} = J_y + a^2 \cdot A;$$

$$J_{x_1 y_1} = J_{xy} + a \cdot b \cdot A.$$

### Зависимость между моментами инерции при повороте осей



$$x_1 = x \cdot \cos \alpha + y \cdot \sin \alpha;$$

$$y_1 = y \cdot \cos \alpha - x \cdot \sin \alpha;$$

$$J_{x_1} = J_x \cdot \cos^2 \alpha + J_y \cdot \sin^2 \alpha - J_{xy} \cdot \sin 2\alpha;$$

$$J_{y_1} = J_y \cdot \cos^2 \alpha + J_x \cdot \sin^2 \alpha + J_{xy} \cdot \sin 2\alpha;$$

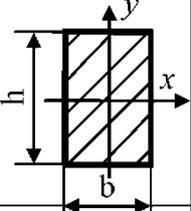
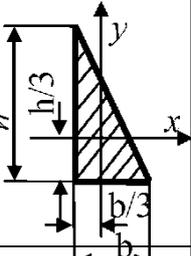
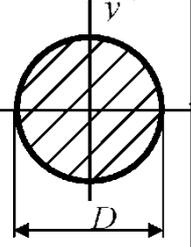
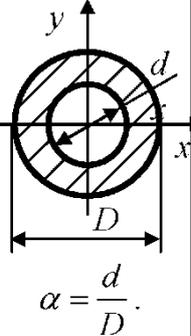
$$J_{x_1 y_1} = \frac{J_x - J_y}{2} \cdot \sin 2\alpha + J_{xy} \cdot \cos 2\alpha.$$

### Главные оси, главные моменты инерции

$$J_{\max}^{\min} = \frac{J_x + J_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(J_x - J_y)^2 + 4 \cdot J_{xy}^2};$$

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = -\frac{J_{xy}}{J_x - J_{\min}}; \quad \alpha_0 = (\hat{x} \hat{x}_0).$$

Таблица 5.1.1. Формулы для геометрических характеристик плоских сечений

Форма сечения	Площадь сечения	Моменты инерции: осевые - $J_x, J_y$ центробежный - $J_{xy}$ полярный - $J_p (J_K)$	Моменты сопротивления $W_x, W_y, W_p,$ $W_K$ (условный)
	$A = b \cdot h$	$J_x = \frac{b \cdot h^3}{12};$ $J_y = \frac{h \cdot b^3}{12};$ $J_K = \beta \cdot h \cdot b^3.$	$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6};$ $W_y = \frac{h \cdot b^2}{6};$ $J_K = \alpha \cdot h \cdot b^3.$ $\alpha, \beta$ в табл. 5.1.2.
	$A = 0.5 \cdot b \cdot h$	$J_x = \frac{b \cdot h^3}{36};$ $J_y = \frac{h \cdot b^3}{36};$ $J_{xy} = -\frac{b^2 \cdot h^2}{72}.$	$W_{xH} = \frac{b \cdot h^2}{12}$ - для нижних волокон $W_{xO} = \frac{b \cdot h^2}{24}$ - для верхних волокон
	$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$	$J_x = J_y = \frac{\pi \cdot D^4}{64};$ $J_p = \frac{\pi \cdot D^4}{32}.$	$W_x = W_y = \frac{\pi \cdot D^3}{32};$ $W_p = \frac{\pi \cdot D^3}{16}.$
	$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times (1 - \alpha^2),$ $\alpha = \frac{d}{D}.$	$J_x = J_y = \frac{\pi \cdot D^4}{64} \cdot (1 - \alpha^4);$ $J_p = \frac{\pi \cdot D^4}{32} \cdot (1 - \alpha^4).$	$W_x = W_y = \frac{\pi \cdot D^3}{32} \cdot (1 - \alpha^4);$ $W_p = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \times (1 - \alpha^4).$

	$\alpha = \frac{\pi \cdot \alpha^\circ}{180^\circ};$ $S = 2 \cdot r \cdot \alpha;$ $A = \frac{S \cdot r}{2} = \alpha \cdot r^2.$	$J_x = \frac{r^4}{8} \cdot \left( 2 \cdot \alpha + \sin 2\alpha - \frac{32 \cdot \sin^3 \alpha}{9 \cdot \alpha} \right);$ $J_y = \frac{r^4}{8} \cdot (2 \cdot \alpha - \sin 2\alpha).$	$b = 2 \cdot r \cdot \sin \alpha;$ $y_c = \frac{2}{3} \cdot \frac{r \cdot b}{S} = \frac{2 \cdot r \cdot \sin \alpha}{3 \cdot \alpha};$ $W_y = r^3 \times \frac{2 \cdot \alpha - \sin 2\alpha}{\sin \alpha}.$
	$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} - b \cdot t$	$J_x = \frac{\pi \cdot D^4}{64} - \frac{b \cdot t \cdot (D-t)^2}{4};$ $J_k = \frac{\pi \cdot D^4}{32} - \frac{b \cdot t \cdot (D-t)^2}{4}.$	$W_x = \frac{\pi \cdot D^3}{32} - \frac{b \cdot t \cdot (D-t)^2}{2 \cdot D};$ $W_k = \frac{\pi \cdot D^3}{16} - \frac{b \cdot t \cdot (D-t)^2}{2 \cdot D}.$
	$S_i \geq 10 \cdot \delta_i$	$J_k = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n S_i \cdot \delta_i^3$	$W_k = \frac{J_k}{\delta_{\max}}$
	$\tau \cdot \delta = const;$ <p><math>A^*</math> - площадь, ограниченная средней линией</p>	$J_k = \frac{(2 \cdot A^*)^2}{\oint \frac{dS}{\delta}}$	$W_k = 2 \cdot A^* \cdot \delta_{\min}$

**Таблица 5.1.2.**  
**Коэффициенты при кручении бруса с прямоугольным сечением**

$\frac{a}{b}$	1	1,5	1,75	2	2,5	3	4	6	8	10	$\infty$
$\alpha$	0,208	0,213	0,239	0,246	0,285	0,287	0,282	0,299	0,307	0,313	0,333
$\beta$	0,141	0,196	0,214	0,229	0,249	0,263	0,281	0,299	0,307	0,313	0,333
$\eta$	1,000	0,859	0,820	0,795	0,766	0,753	0,745	0,743	0,742	0,742	0,742

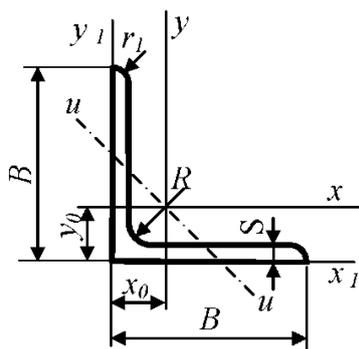
5.2. Стандартные прессованные профили из алюминиевых и магниевых сплавов

Таблица 5.2.1.

Профили прессованные прямоугольные равнополочного углового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов

По ГОСТ 13737 – 90

(Выборка)

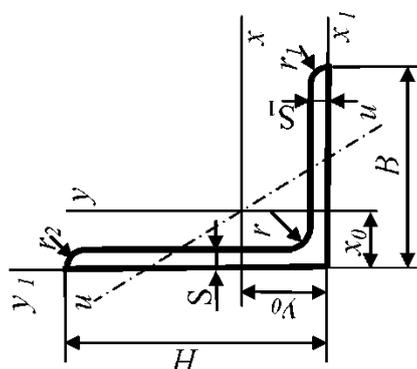


№ профиля	B	s	R	r <sub>l</sub>	Площадь сечения A, см <sup>2</sup>	Моменты инерции, см <sup>4</sup>			Расстояние до центра тяжести, мм	Обозначение по нормали Гр - 100
						$J_x =$ $J_y$	$J_{x_1} =$ $J_{y_1}$	$J_{u_{min}}$		
410003	12	1,0	1,5	0,5	0,234	0,032	0,057	0,013	3,314	Пр 100-1
410011	15	1,0	1,5	0,5	0,294	0,063	0,112	0,025	4,061	Пр 100-2
410013	15	1,5	2,0	0,7	0,434	0,090	0,168	0,037	4,237	Пр 100-3
410018	15	2,0	2,0	1,0	0,564	0,114	0,224	0,047	4,422	Пр 100-4
410026	18	2,0	2,0	1,0	0,684	0,204	0,387	0,083	5,172	Пр 100-5
410038	20	1,5	2,0	0,7	0,583	0,223	0,398	0,089	5,484	Пр 100-6
410040	20	2,0	2,0	1,0	0,764	0,284	0,530	0,115	5,672	Пр 100-7
410049	25	1,5	2,0	0,7	0,734	0,445	0,777	0,178	6,732	Пр 100-8
410053	25	2,0	2,0	1,0	0,964	0,573	1,035	0,231	6,921	Пр 100-9
410078	30	2,0	2,0	1,0	1,164	1,304	1,789	0,405	8,171	Пр 100-10
410081	30	3,0	3,0	1,5	1,719	1,720	2,684	0,584	8,507	Пр 100-11
410117	40	3,0	3,0	1,5	2,319	2,920	6,360	1,429	11,007	Пр 100-12
410121	40	4,0	4,0	2,0	3,057	3,057	8,483	1,815	11,343	Пр 100-13
410128	45	4,0	4,0	2,0	3,457	3,457	12,074	2,664	12,593	Пр 100-14
410133	45	5,0	5,0	2,5	4,276	4,277	15,107	3,240	12,929	Пр 100-15
410137	50	4,0	4,0	2,0	3,857	3,857	16,561	3,696	13,842	Пр 100-16
410144	50	5,0	5,0	2,5	4,776	4,777	20,711	4,505	14,179	Пр 100-17

Таблица 5.2.2.

Профили прессованные прямоугольные неравнополочного углового сечения из  
алюминиевых и магниевых сплавов

По ГОСТ 13738 – 91  
(Выборка)



№ профиля	H	B	s	s <sub>1</sub>	r	Расстояние до центра тяжести, мм		Площадь сечения Δ, см <sup>2</sup>	Моменты инерции*, см <sup>4</sup>			Обозначение уголка по чертежам
						x <sub>0</sub>	y <sub>0</sub>		J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	J <sub>x,y</sub>	
410589	25	15	1,5	1,0	2,0	2,712	9,100	0,517	0,341	0,076	-0,082	Пр101-3
410596	25	18	2,5	2,0	2,5	4,193	8,553	0,943	0,597	0,229	-0,197	Пр101-4
410597	25	18	3,0	2,5	3,0	4,458	8,605	1,136	0,701	0,273	-0,230	Пр101-5
410639	30	18	2,0	1,5	2,0	3,547	10,801	0,845	0,797	0,190	-0,206	Пр101-6
410640	30	18	3,0	2,5	3,0	4,113	10,790	1,286	1,170	0,954	-0,299	Пр101-7
410809	40	25	4,0	3,0	4,0	5,488	14,539	2,251	3,665	0,941	-0,956	Пр101-8
410948	50	30	4,0	3,0	4,0	6,160	18,160	2,801	7,247	1,702	-1,829	Пр101-9
411127	65	40	5,0	4,0	5,0	8,449	23,027	4,682	20,478	5,329	-5,564	Пр101-10
411190	75	30	5,0	5,0	5,0	6,192	28,451	5,027	29,000	2,766	-4,566	Пр101-17
411207	75	50	7,0	7,0	8,0	12,452	24,746	8,345	46,478	16,467	-14,83	Пр101-20

\* Значения вычислены с помощью программного комплекса «КОМПАС»

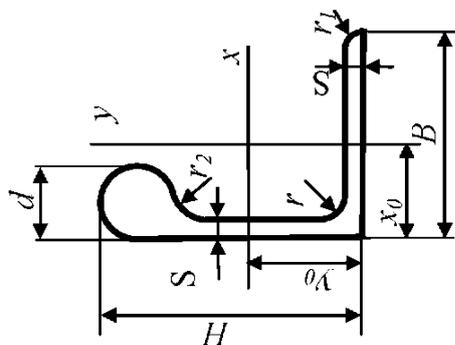


Таблица 5.2.3.

Профили прессованные бульбообразные углового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов

По ГОСТ 13617 – 97  
(Выборка)

№ профиля	H	B	S	d	r	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	Расстояние до центра тяжести, мм		Площадь сечения А, см <sup>2</sup>	Моменты инерции*, см <sup>4</sup>			Обозначение профиля по чертежам
								x <sub>0</sub>	y <sub>0</sub>		J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	J <sub>xy</sub>	
710002	13	12	1,0	3,0	1,5	0,50	1,50	3,00	4,96	0,292	0,063	0,033	-0,025	Пр102-1
710010	20	13	1,0	3,0	1,5	0,50	1,50	2,78	7,90	0,372	0,194	0,046	-0,051	Пр102-2
710012	20	15	1,5	5,0	2,0	0,75	2,50	3,61	8,59	0,651	0,341	0,099	-0,088	Пр102-3
710022	25	18	1,5	5,0	2,0	0,75	2,50	4,08	10,41	0,771	0,647	0,178	-0,172	Пр102-5
710025	25	20	2,0	6,0	2,0	1,00	3,00	4,91	10,19	1,061	0,852	0,307	-0,261	Пр102-7
710033	30	20	1,5	5,0	2,0	0,75	2,50	4,30	12,36	0,876	1,065	0,252	-0,268	Пр102-8
710034	30	20	2,0	6,0	2,0	1,00	3,00	4,57	12,52	1,161	1,360	0,321	-0,329	Пр102-9
710037	35	20	2,0	6,0	2,0	1,00	3,00	4,29	14,88	1,261	2,012	0,333	-0,397	Пр102-10
710039	40	25	2,5	7,0	2,5	1,25	3,50	5,56	16,33	1,825	3,746	0,796	-0,876	Пр102-11
710043	50	30	4,0	10,0	4,0	2,00	5,00	7,05	20,63	3,533	10,858	2,106	-2,303	Пр102-12
710049	90	35	4,5	16,0	4,5	2,25	15,00	7,34	44,65	7,093	73,528	4,398	-5,575	Пр102-23

\* Значения вычислены с помощью программного комплекса «КОМПАС»

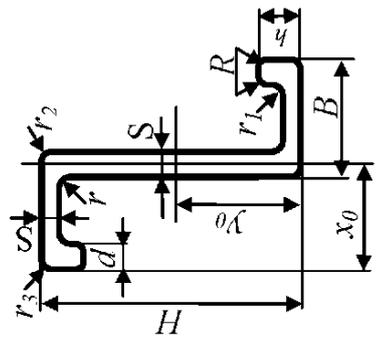


Таблица 5.2.4.

**Профили прессованные прямоугольные фасонного зетового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов**

По ГОСТ 13619 – 97

(Выборка)

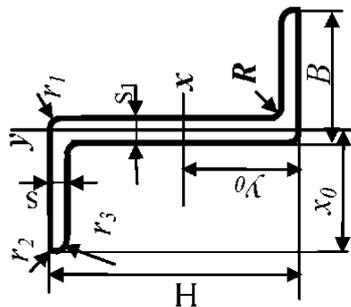
№ профиля	H	B	s	h	d	R	r	Расстояние до центра тяжести, мм		Плотность сечения, $\text{см}^2$	Моменты инерции, * $\text{см}^4$			Обозначение профиля по чертежам
	мм								$x_0$		$y_0$	$J_x$	$J_y$	
450361	16	13	1,0	2	0,8	0,4	1,2	12,500	8,000	0,423	0,179	0,156	-0,132	Пр104-10
450362	16	13	1,3	2	0,8	0,4	1,2	12,350	8,000	0,530	0,216	0,181	-0,155	Пр104-6
450363	20	15	1,5	6	2,5	1,2	2,0	14,250	10,000	0,952	0,559	0,673	-0,474	Пр104-1
450364	25	20	1,5	7	2,5	1,2	2,0	19,250	12,500	1,227	1,191	1,612	-1,079	Пр104-2
450366	25	20	1,8	7	3,0	1,5	2,0	19,100	12,500	1,437	1,366	1,825	-1,231	Пр104-3
450367	25	20	2,0	7	3,0	1,5	2,5	19,000	12,500	1,564	1,473	1,906	-1,302	Пр104-4
450369	30	25	2,0	7	3,0	1,5	2,5	24,000	15,000	1,854	2,663	3,381	-2,336	Пр104-5
450371	35	30	2,0	8	3,0	1,5	2,5	29,000	17,500	2,214	4,442	6,007	-4,065	Пр104-11

\* Значения вычислены с помощью программного комплекса «КОМПАС»

Таблица 5.2.5.

**Профили прессованные прямоугольные фасонного зетового сечения из алюминиевых и магневых сплавов**

По ГОСТ 13620 – 90  
(Выборка)



№ профиля	H	B	s	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	R	r <sub>1</sub>	Расстояние до центра тяжести, мм		Площадь сечения А, см <sup>2</sup>	Моменты инерции, * см <sup>4</sup>			Обозначение профиля по чертежам
								x <sub>0</sub>	y <sub>0</sub>		J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	J <sub>xy</sub>	
450013	25,0	18,0	2,0	1,5	2,0	2,0	-	17,25	12,50	1,052	1,088	0,685	- 0,685	Пр105-1
450014	25,0	18,0	2,5	2,0	2,5	2,5	-	17,00	12,50	1,327	1,301	0,821	- 0,814	Пр105-2
450016	25,0	20,0	3,0	2,0	3,0	3,0	0,5	19,00	12,50	1,618	1,604	1,374	- 1,194	Пр105-8
450017	25,0	23,0	3,5	3,5	2,5	3,5	0,5	21,25	12,50	2,266	2,065	2,248	- 1,693	Пр105-17
450021	30,0	25,0	2,5	2,0	2,5	2,5	-	24,00	15,00	1,777	2,668	2,307	- 1,982	Пр105-9
450026	34,0	25,0	3,5	3,5	4,0	3,5	0,5	23,25	17,00	2,763	4,768	2,948	- 2,892	Пр105-18
450038	40,0	20,0	2,0	1,5	2,0	2,0	-	19,25	20,00	1,357	3,527	0,952	- 1,410	Пр105-3
450040	40,0	25,0	3,0	2,0	3,0	3,0	0,5	24,00	20,00	2,218	5,899	2,768	- 3,202	Пр105-4
450043	40,0	25,0	4,0	3,0	4,0	4,0	0,5	23,50	20,00	3,028	7,479	3,473	- 3,985	Пр105-5
450049	50,0	19,0	2,5	2,5	2,5	2,5	-	17,75	25,00	2,102	7,391	0,939	- 1,872	Пр105-19
450060	50,0	35,0	5,0	4,0	5,0	5,0	0,5	33,00	25,00	5,206	20,302	12,014	- 12,271	Пр105-6
450061	50,0	35,0	6,0	5,0	6,0	6,0	0,5	32,50	25,00	6,253	23,218	13,802	- 13,967	Пр105-7

\* Значения вычислены с помощью программного комплекса «КОМПАС»

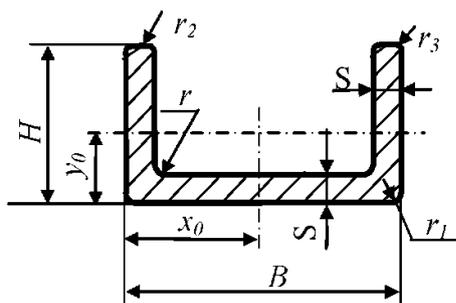


Таблица 5.2.6.  
Профили прессованные прямоугольные  
швеллерного сечения из алюминиевых и  
магниевых сплавов

По ГОСТ 13623 – 90

(Выборка)

Номер профиля	$H$	$B$	$s$	$r$	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Координаты центра тяжести, мм		Моменты инерции,* см <sup>4</sup>		Обозна- чение профиля по чертежам
						$x_0$	$y_0$	$J_x$	$J_y$	
440079	15,0	25,0	1,5	2,0	0,797	12,5	4,600	0,170	0,770	Пр106-1
440081	15,0	30,0	1,5	2,0	0,872	15,0	4,230	0,180	1,185	Пр106-3
440108	18,0	30,0	1,5	2,0	0,962	15,0	5,370	0,302	1,368	Пр106-4
440112	18,0	40,0	2,0	2,0	1,457	20,0	4,930	0,421	3,418	Пр106-5
440113	18,0	40,0	2,5	2,5	1,803	20,0	5,100	0,505	4,117	Пр106-6
440114	18,0	40,0	3,0	3,0	2,138	20,0	5,270	0,581	4,761	Пр106-7
440126	20,0	25,0	2,5	2,5	1,527	12,5	6,960	0,584	1,454	Пр106-2
440134	20,0	50,0	4,0	4,0	3,348	25,0	5,810	1,049	11,153	Пр106-9
440178	25,0	25,0	5,0	0,5	3,250	12,5	10,180	1,892	2,093	Пр106-30
440181	25,0	32,0	2,5	2,5	1,952	16,0	8,260	1,148	3,128	Пр106-9
440185	25,0	40,0	3,0	3,0	2,559	20,0	7,920	1,504	6,201	Пр106-8
440201	25,0	60,0	4,0	4,0	4,149	30,0	7,040	2,145	20,706	Пр106-12
440206	25,0	70,0	3,0	3,0	3,459	35,0	6,240	1,785	23,677	Пр106-14
440251	30,0	50,0	4,0	4,0	4,080	25,0	9,480	3,439	15,396	Пр106-10
440253	30,0	55,0	3,0	3,0	3,309	27,5	8,810	2,804	15,283	Пр106-11
440261	30,0	70,0	4,0	4,0	4,948	35,0	8,270	3,825	34,565	Пр106-15
440300	35,0	80,0	4,5	5,0	6,437	40,0	9,600	6,742	59,126	Пр106-38
440327	40,0	45,0	3,0	4,0	3,635	22,5	13,740	5,961	12,319	Пр106-35
440332	40,0	70,0	5,0	5,0	7,069	35,0	12,300	10493	51,978	Пр106-16
440335	40,0	80,0	4,0	4,0	6,148	40,0	11,320	9,109	59,310	Пр106-17
440359	45,0	75,0	5,0	5,0	7,857	37,5	13,900	15,029	67,425	Пр106-37

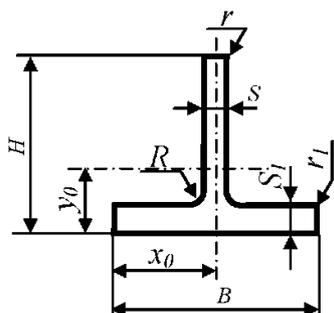


Таблица 5.2.7.

Профили прессованные прямоугольные таврового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов

По ГОСТ 13622 – 91

(Выборка)

Номер профиля	H	B	s	s <sub>l</sub>	R	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Координаты центра тяжести, мм		Моменты инерции,* см <sup>4</sup>		Обозначение профиля по чертежам
							x <sub>0</sub>	y <sub>0</sub>	J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	
420069	20	30	2	1,5	2	0,833	15,00	5,14	0,301	0,325	Пр109-1
420074	20	37	2	2	2	1,117	18,50	4,24	0,342	0,846	Пр109-7
420112	24	38	5	3,5	5	2,462	19,00	6,87	1,212	1,636	Пр109-9
420126	25	35	2,5	2	2,5	1,302	17,50	6,48	0,732	0,707	Пр109-2
420182	28	70	5	2,5	6	3,180	35,00	6,99	2,164	7,197	Пр109-11
420187	29	38	1,6	1,6	1,6	1,054	19,00	6,76	0,800	0,732	Пр109-6
420204	30	40	3	2	3	1,669	20,00	8,43	1,441	1,057	Пр109-3
420268	35	40	4	2,5	4	2,352	20,00	11,89	2,633	0,382	Пр109-4
420407	50	56	3,5	3	4	3,394	28,00	13,66	8,302	4,412	Пр109-12

\* Значения вычислены с помощью программного комплекса «КОМПАС»

Таблица 5.3.

Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные по ГОСТ 8734 – 75

Наружный диаметр, мм
5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 60, 63, 65, 68, 70, 73, 75, 76, 80, 83, 85, 89, 90, 95, 100, 102, 108, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 240, 250

Таблица 5.4.

Трубы стальные бесшовные горячедеформированные по ГОСТ 8732 – 78

Наружный диаметр, мм
20, 25, 28, 32, 38, 42, 45, 50, 54, 57, 63,5, 68, 70, 73, 76, 83, 89, 92, 102, 108, 114, 121, 127, 133, 140, 146, 152, 159, 168, 180, 194, 203, 219, 245, 273, 299, 325, 351, 377, 402, 426, 450, 465, 480, 500, 530, 550

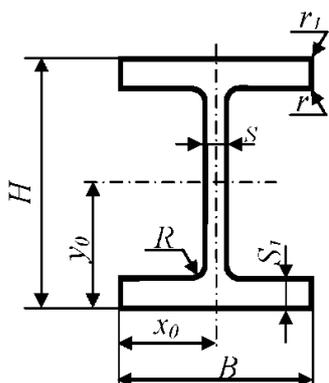


Таблица 5.2.10.

**Профили пресованные прямоугольные  
двутаврового сечения из алюминиевых и  
магниевых сплавов**

**По ГОСТ 13621 – 90  
(Выборка)**

Номер профиля	H	B	s	s <sub>l</sub>	R	Площадь сечения*, см <sup>2</sup>	Координаты центра тяжести, мм		Моменты инерции*, см <sup>4</sup>		Обозначение профиля по чертежам
							x <sub>0</sub>	y <sub>0</sub>	J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	
430013	23	38	1,2	1,2	1,5	1,179	19,0	11,5	1,191	1,097	Пр125-10
430016	26	34,5	3,5	3,5	3	3,157	17,2	13,0	3,342	2,393	Пр125-11
430022	30	30	1,5	2	2	1,616	15,0	15,0	2,615	0,882	Пр125-1
430025	25	30	2	2,5	2,5	2,140	15,0	17,5	4,499	1,099	Пр125-2
430041	40	50	2	3,5	3,5	4,239	25,0	20,0	12,478	7,143	Пр125-3
430053	50	50	2,5	4	4	5,153	25,0	25,0	23,148	8,129	Пр125-4
430058	57	93	7	8	3	17,808	46,5	28,5	92,349	106,733	Пр125-12
430062	60	70	3	5	5	8,660	35,0	30,0	57,068	27,952	Пр125-5
430063	68	38	2,5	2,5	2	3,509	19,0	34,0	25,929	2,279	Пр125-13
430081	86	95	9	8	3	21,558	30,0	43,0	172,918	28,226	Пр125-14

\* Значения вычислены с помощью программного комплекса «КОМПАС»

### 5.5. Нормальные линейные размеры

в диапазоне от 1 до 250 мм (по ГОСТ 6636 – 86)

**Ra5:** 1; 1,16; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 60; 100; 160; 250.

**Ra10:** 1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80; 100; 120; 160; 200; 250.

**Ra20:** 1; 1,1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,2; 2,5; 2,8; 3; 3,6; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 55; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 120; 140; 160; 180; 200; 220; 250.

**Ra40:** 1; 1,05; 1,1; 1,15; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; 2,2; 2,4; 2,5; 2,6; 2,8; 3; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4; 4,2; 4,5; 4,8; 5; 5,2; 5,5; 6; 6,3; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10; 10,5; 11; 11,5; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 52; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 115; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 210; 220; 230; 240; 250.

### 5.6. Стальные прокатные профили

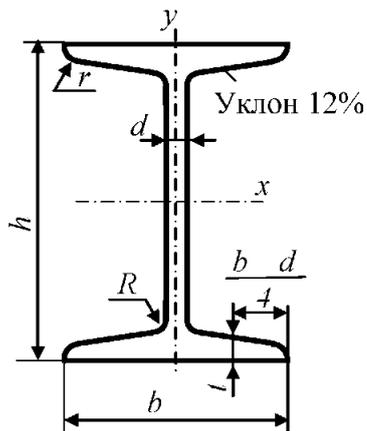


Таблица 5.6.1  
Сталь горячекатаная  
Балки двутавровые  
по ГОСТ 8239-89

Номер балки	h	b	d	t	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 м длины профиля, кг	Справочные данные для осей				
							x - x			y - y	
							$J_x$ , см <sup>4</sup>	$W_x$ , см <sup>3</sup>	$S_x^*$ , см <sup>3</sup>	$J_y$ , см <sup>4</sup>	$W_y$ , см <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	100	55	4,5	7,2	12,0	9,46	198	39,7	23,0	17,9	6,49
12	120	64	4,8	7,3	14,7	11,50	350	58,4	33,7	27,9	8,72
14	140	73	4,9	7,5	17,4	13,70	572	81,7	46,8	41,9	11,50
16	160	81	5,0	7,8	20,2	15,90	873	109,0	62,3	58,6	14,50
18	180	90	5,1	8,1	23,4	18,40	1290	143,0	81,4	82,6	18,40
18a	180	100	5,1	8,3	25,4	19,90	1430	159,0	89,8	114,0	22,80
20	200	100	5,2	8,4	26,8	21,00	1840	184,0	104,0	115,0	23,10
20a	200	110	5,2	8,6	28,9	22,70	2030	203,0	114,0	155,0	28,20
22	220	110	5,4	8,7	30,6	24,00	2550	232,0	131,0	157,0	28,60
22a	220	120	5,4	8,9	32,8	25,80	2790	254,0	143,0	206,0	34,30
24	240	115	5,6	9,5	34,8	27,30	3460	289,0	163,0	198,0	34,50
24a	240	125	5,6	9,8	37,5	29,40	3800	317,0	178,0	260,0	41,60
27	270	125	6,0	9,8	40,2	31,50	5010	371,0	210,0	260,0	41,50
27a	270	135	6,0	10,2	43,2	33,90	5500	407,0	229,0	337,0	50,00
30	300	135	6,5	10,2	46,5	36,50	7080	472,0	268,0	337,0	49,90
30a	300	145	6,5	10,7	49,9	39,20	7780	518,0	292,0	436,0	60,10

Продолжение таблицы 5.6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
33	330	140	7,0	11,2	53,8	42,20	9840	597,0	339,0	419,0	59,90
36	360	145	7,5	12,3	61,9	48,60	13380	743,0	423,0	516,0	71,10
40	400	155	8,3	13,0	72,6	57,00	19062	953,0	545,0	667,0	86,10
45	450	160	9,0	14,2	84,7	66,50	27696	1231,0	708,0	808,0	101,00
50	500	170	10,0	15,2	100,0	78,50	39727	1589,0	919,0	1043,0	123,00
55	550	180	11,0	16,5	118,0	92,60	55962	2035,0	1181,0	1356,0	151,00
60	600	190	12,0	17,8	138,0	108,0	76806	2560,0	1491,0	1491,0	182,00

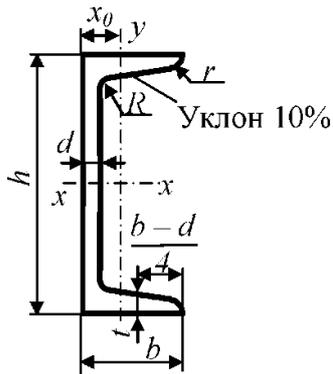


Таблица 5.6.2

Сталь горячекатаная

Швеллеры с уклоном внутренних граней полков

по ГОСТ 8240-97

Номер балки	h	b	d	t	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 м длины профиля, кг	Справочные данные для осей					x <sub>0</sub> , см
							x - x			y - y		
							J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>x</sub> <sup>*</sup> , см <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	50	32	4,4	7,0	6,16	4,84	22,8	9,1	5,59	5,61	2,75	1,16
6,5	65	36	4,4	7,2	7,51	5,90	48,6	15,0	9,00	8,70	3,68	1,24
8	80	40	4,5	7,4	8,98	7,05	89,4	22,4	13,30	12,80	4,75	1,31
10	100	46	4,5	7,6	10,9	8,59	174,0	34,8	20,40	20,40	6,46	1,44
12	120	52	4,8	7,8	13,3	10,40	304,0	50,6	29,60	31,20	8,52	1,54
14	140	58	4,9	8,1	15,6	12,30	491,1	70,2	40,80	45,40	11,00	1,67
14a	140	62	4,9	8,7	17,0	13,30	545,0	77,8	45,10	57,50	13,30	1,87
16	160	64	5,0	8,4	18,1	14,20	747,0	93,4	54,10	63,30	13,80	1,80
16a	160	68	5,0	9,0	19,5	15,30	823,0	103,0	59,40	78,80	16,40	2,00

Продолжение таблицы 5.6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
18	180	70	5,1	8,7	20,7	16,30	1090	121,0	69,80	86,00	17,00	1,94
18a	180	74	5,1	9,3	22,2	17,40	1190	132,0	76,10	105,0	20,00	2,13
20	200	76	5,2	9,0	23,4	18,40	1520	152,0	87,80	113,0	20,50	2,07
20a	200	80	5,2	9,7	25,2	19,80	1670	167,0	95,90	139,0	24,20	2,28
22	220	82	5,4	9,5	26,7	21,00	2110	192,0	110,0	151,0	25,10	2,21
22a	220	87	5,4	10,2	28,8	22,60	2330	212,0	121,0	187,0	30,00	2,46
24	240	90	5,6	10,0	30,6	24,00	2900	242,0	139,0	208,0	31,60	2,42
24a	240	95	5,6	10,7	32,9	25,80	3180	265,0	151,0	254,0	37,20	2,67
27	270	95	6,0	10,5	35,2	27,70	4160	308,0	178,0	262,0	37,30	2,47
30	300	100	6,5	11,0	40,5	31,80	5810	387,0	224,0	327,0	43,60	2,52
33	330	105	7,0	11,7	46,5	36,50	7980	484,0	281,0	410,0	51,80	2,59
36	360	110	7,5	12,6	53,4	41,90	10840	601,0	350,0	513,0	61,70	2,68
40	400	115	8,0	13,5	61,5	48,3	15220	761,0	444,0	642,0	73,40	2,75

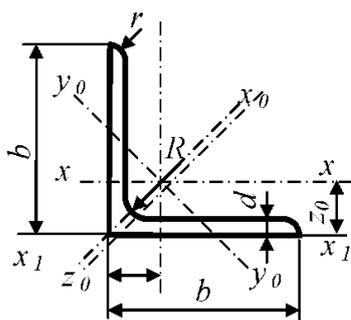


Таблица 5.6.3  
Сталь горячекатаная  
Уголки равнополочные  
по ГОСТ 8509 – 93

Номер профиля	$b$	$d$	$R$	$r$	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей								Масса 1 м длины профиля, кг
						$x-x$		$x_0-x_0$		$y_0-y_0$		$x_1-x_1$	$z_0$ , см	
						$J_x$ , см <sup>4</sup>	$i_x$ , см	$J_{x_0}$ , см <sup>4</sup>	$i_{x_0}$ , см	$J_{y_0}$ , см <sup>4</sup>	$i_{y_0}$ , см	$J_{x_1}$ , см <sup>4</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	20	3	3,5	1,2	1,13	0,40	0,59	0,63	0,75	0,17	0,39	0,81	0,60	0,89
		1,46			0,50	0,58	0,78	0,73	0,22	0,38	1,09	0,64	1,15	
2,5	25	3	3,5	1,2	1,43	0,81	0,75	1,29	0,95	0,34	0,49	1,57	0,73	1,12
		1,86			1,03	0,74	1,62	0,93	0,44	0,48	2,11	0,76	1,46	

Продолжение таблицы 5.6.3

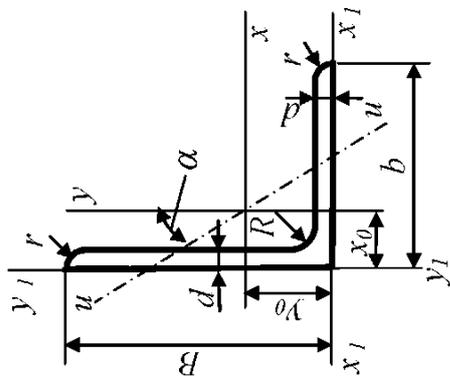
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2,8	28	3	4,0	1,3	1,62	1,16	0,85	1,84	1,07	0,48	0,55	2,20	0,80	1,27
3,2	32	3	4,5	1,5	1,86	1,77	0,97	2,80	1,23	0,74	0,63	3,26	0,89	1,46
		4			2,43	2,26	0,96	3,58	1,21	0,94	0,62	4,39	0,94	1,91
3,6	36	3	4,5	1,5	2,10	2,56	1,10	4,06	1,39	1,06	0,71	4,64	0,99	1,65
		4			2,75	3,29	1,09	5,21	1,38	1,36	0,70	6,24	1,04	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	1,20	8,75	1,54	2,30	0,78	10,73	1,17	2,97
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
		4			3,48	6,63	1,38	10,50	1,74	2,74	0,89	12,10	1,26	2,73
		5			4,20	8,03	1,37	12,70	1,72	3,33	0,88	15,30	1,30	3,37
5	50	3	5,5	1,8	2,96	7,11	1,55	11,30	1,95	2,95	1,00	12,40	1,33	2,32
		4			3,89	9,21	1,54	14,60	1,94	3,80	0,99	16,60	1,38	3,05
		5			4,80	11,2	1,53	17,80	1,92	4,63	0,98	20,90	1,42	3,77
5,6	56	4	6,0	2,0	4,38	13,1	1,73	20,80	2,18	5,41	1,11	23,30	1,52	3,44
		5			5,41	16,0	1,72	25,40	2,16	6,59	1,10	29,20	1,57	4,25
6,3	63	4	7,0	2,3	4,96	18,9	1,95	29,90	2,45	7,81	1,25	33,10	1,69	3,90
		5			6,13	23,1	1,94	36,60	2,44	9,52	1,25	41,50	1,74	4,81
		6			7,28	27,1	1,93	42,90	2,43	11,20	1,24	50,00	1,78	5,72
7	70	4,5	8	2,7	6,20	29,0	2,16	46,0	2,72	12,0	1,39	51,0	1,88	4,87
		5			6,86	31,9	2,16	50,7	2,72	13,2	1,39	56,7	1,90	5,38
		6			8,15	37,6	2,15	59,6	2,71	15,5	1,38	68,4	1,94	6,39
		7			9,42	43,0	2,14	68,2	2,69	17,8	1,37	80,1	1,99	7,39
					10,70	48,2	2,13	76,4	2,68	20,0	1,37	91,9	2,02	8,37
7,5	75	5	9	3,0	7,39	39,5	2,31	62,6	2,91	16,4	1,49	69,6	2,02	5,80
		6			8,78	46,6	2,30	73,9	2,90	19,3	1,48	83,9	2,06	6,89
		7			10,10	53,3	2,29	84,6	2,89	22,1	1,48	98,3	2,10	7,96
		8			11,50	59,8	2,28	94,6	2,87	24,8	1,47	113,0	2,15	9,02
		9			12,80	66,1	2,27	105,0	2,86	27,5	1,46	127,0	2,18	10,10
8	80	5,5	9	3,0	8,63	52,7	2,74	83,6	3,11	21,8	1,59	93,2	2,17	6,78
		6			9,38	57,0	2,47	90,4	3,11	23,5	1,58	102,0	2,19	7,36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	80	7	9	3,0	10,80	65,3	2,45	104,0	3,09	27,0	1,58	119,0	2,23	8,51
8	80	8	9	3,0	12,30	73,4	2,44	116,0	3,08	30,3	1,57	137,0	2,27	9,65
9	90	6	10	3,3	10,60	82,1	2,78	130,0	3,50	34,0	1,79	145,0	2,43	8,33
		7			12,30	94,3	2,77	150,0	3,49	38,9	1,78	169,0	2,47	9,64
		8			13,90	106,0	2,76	168,0	3,48	43,8	1,77	194,0	2,51	10,90
		9			15,60	118,0	2,75	186,0	3,46	48,6	1,77	219,0	2,55	12,20
10	100	6,5	12	4,0	12,80	122,0	3,09	193,0	3,88	50,7	1,99	214,0	2,68	10,10
		7			13,80	131,0	3,08	207,0	3,88	54,2	1,98	231,0	2,71	10,80
		8			15,60	147,0	3,07	233,0	3,87	60,9	1,98	265,0	2,75	12,20
		10			19,20	179,0	3,05	284,0	3,84	74,1	1,96	333,0	2,83	15,10
		12			22,80	209,0	3,03	331,0	3,81	86,9	1,95	402,0	2,91	17,90
		14			26,30	237,0	3,00	375,0	3,78	99,3	1,94	472,0	2,99	20,60
		16			29,70	264,0	2,98	416,0	3,74	112,0	1,94	542,0	3,06	23,30
11	110	7	12	4,0	15,20	176,0	3,40	279,0	4,29	72,7	2,19	308,0	2,96	11,90
		8			17,30	198,0	3,39	315,0	4,28	81,8	2,18	353,0	3,00	13,50
12,5	125	8	14	4,6	19,7	294,0	3,87	467,0	4,87	122,0	2,49	516,0	3,36	15,5
		9			22,0	327,0	3,86	520,0	4,86	135,0	2,48	582,0	3,40	17,3
		10			24,3	360,0	3,85	571,0	4,84	149,0	2,47	649,0	3,45	19,1
		12			28,9	422,0	3,82	670,0	4,82	174,0	2,46	782,0	3,53	22,7
		14			33,4	482,0	3,80	764,0	4,78	200,0	2,45	916,0	3,61	26,2
		16			37,8	539,0	3,78	853,0	4,75	224,0	2,44	1051,0	3,68	29,6
14	140	9	14	4,6	24,7	466,0	4,34	739,0	5,47	192,0	2,79	818,0	3,78	19,4
		10			27,3	512,0	4,33	814,0	5,46	211,0	2,78	911,0	3,82	21,5
		12			32,5	602,0	4,31	957,0	5,43	248,0	2,76	1097,0	3,90	25,5
16	160	10	16	5,3	31,4	774	4,96	1229	6,25	319	3,19	1356	4,30	24,7
		11			34,4	844	4,95	1341	6,24	348	3,18	1494	4,35	27,0
		12			37,4	913	4,94	1450	6,23	376	3,17	1633	4,39	29,4
		14			43,3	1046	4,92	1662	6,20	431	3,16	1911	4,47	34,0
		16			49,1	1175	4,89	1866	6,17	485	3,14	2191	4,55	38,5
		18			54,8	1299	4,87	2061	6,13	537	3,13	2472	4,63	43,0

Продолжение таблицы 5.6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	160	20	16	5,3	60,4	1419	4,85	2248	6,10	589	3,12	2756	4,70	47,4
18	180	11	16	5,3	38,8	1216	5,60	1933	7,06	500	3,59	2118	4,85	30,5
		12			42,2	1317	5,59	2093	7,04	540	3,58	2324	4,89	33,1
20	200	12	18	6,0	47,1	1823	6,22	2896	7,84	749	3,99	3182	5,37	37,0
		13			50,9	1961	6,21	3116	7,83	805	3,98	3452	5,42	39,9
		14			54,6	2097	6,20	3333	7,81	861	3,97	3722	5,46	42,8
		16			62,0	2363	6,17	3755	7,78	970	3,96	4264	5,54	48,7
		20			76,5	2871	6,12	4560	7,72	1182	3,93	5355	5,70	60,1
		25			94,3	3466	6,06	5494	7,63	1438	3,91	6733	5,89	74,0
		30			111,5	4020	6,00	6351	7,55	1688	3,89	8130	6,07	87,6
22	220	14	21	7,0	60,4	2814	6,83	4470	8,60	1159	4,38	4941	5,93	47,4
		16			68,6	3175	6,81	5045	8,58	1306	4,36	5661	6,02	53,8
25	250	16	24	8,0	78,4	4717	7,76	7492	9,78	1942	4,98	8286	6,75	61,5
		18			87,7	5247	7,73	8337	9,75	2158	4,96	9342	6,83	68,9
		20			97,0	5765	7,71	9160	9,72	2370	4,94	10401	6,91	76,1
		22			106,1	6270	7,69	9961	9,69	2579	4,93	11464	7,00	83,3
		25			119,7	7006	7,65	11125	9,64	2887	4,91	13064	7,11	94,0
		28			133,1	7717	7,61	12244	9,59	3190	4,89	14674	7,23	104,5
		30			142,0	8177	7,59	12965	9,56	3389	4,89	15753	7,31	111,4

Таблица 5.6.4  
**Сталь горячекатаная**  
**Уголки неравнополочные**  
**по ГОСТ 8510 – 86**



Номер профиля	B	b	d	R	r	Площадь сечения А	Справочные величины для осей												Угол наклона оси $lg \alpha$	Масса 1 м длины
							x-x		y-y		$x_1-x_1$		$y_1-y_1$		u-u					
							$J_{x^4}$ см <sup>4</sup>	$i_{x1}$ см	$J_{y^4}$ см <sup>4</sup>	$i_{y1}$ см	$J_{x_1^4}$ см <sup>4</sup>	$y_0$ см	$J_{y_1^4}$ см <sup>4</sup>	$x_0$ см	$J_{u^4}$ см <sup>4</sup>	$i_{u min}$ см				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
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	0,43	0,42	0,13	0,34	0,392	0,91		
3,2 / 2	32	20	3	3,5	1,2	1,49	1,52	1,01	0,46	0,55	3,26	1,08	0,82	0,49	0,28	0,43	0,382	1,17		
		4	1,94			1,93	1,00	0,57	0,54	4,38	1,12	1,12	0,53	0,35	0,43	0,374	1,52			
4 / 2,5	40	25	3	4,0	1,3	1,89	3,06	1,27	0,93	0,70	6,37	1,32	1,58	0,59	0,56	0,54	0,385	1,48		
		4	2,47			3,93	1,26	1,18	0,69	8,53	1,37	2,15	0,63	0,71	0,54	0,381	1,94			
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	2,20	0,64	0,79	0,61	0,382	1,68		
		4	2,80			5,68	1,42	1,69	0,78	12,10	1,51	2,98	0,68	1,02	0,60	0,379	2,20			
5 / 3,2	50	32	3	5,5	1,8	2,42	6,17	1,60	1,99	0,91	12,40	1,60	3,26	0,72	1,18	0,70	0,403	1,90		
		4	3,17			7,98	1,59	2,56	0,90	46,60	1,85	4,42	0,76	1,52	0,69	0,401	2,49			

Продолжение таблицы 5.6.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
5,6 / 3,6	56	36	4	6,0	2,0	3,58	11,40	1,78	3,70	1,02	23,20	1,82	6,25	0,84	2,19	0,78	0,406	2,81	
			5			4,41	13,80	1,77	4,48	1,01	29,20	1,86	7,91	0,88	2,66	0,78	0,404	3,46	
6,3 / 4,0	63	40	4			4,04	16,30	2,01	5,16	1,13	33,00	2,03	8,51	0,91	3,07	0,87	0,397	3,17	
			5	7,0	2,3	4,98	19,90	2,00	6,26	1,12	41,40	2,08	10,80	0,95	3,72	0,86	0,396	3,91	
			6			5,90	23,30	1,99	7,28	1,11	49,90	2,12	13,10	0,99	4,36	0,86	0,393	4,63	
			8			7,68	29,60	1,96	9,15	1,09	66,90	2,20	17,90	1,07	5,58	0,85	0,386	6,03	
7 / 4,5	70	45	5	7,5	2,5	5,59	27,80	2,23	9,05	1,27	56,70	2,28	15,20	1,05	5,34	0,98	0,406	4,39	
			5			6,11	34,80	2,39	12,50	1,43	69,70	2,39	20,80	1,17	7,24	1,09	0,436	4,79	
7,5 / 5	75	50	6	8,0	2,7	7,25	40,90	2,38	14,60	1,42	83,90	2,44	25,20	1,21	8,48	1,08	0,435	5,69	
			8			9,47	52,40	2,35	18,50	1,40	91,12	2,52	34,20	1,29	10,90	1,07	0,430	7,43	
8 / 5	80	50	5	8,0	2,7	6,36	41,60	2,56	12,70	1,41	84,60	2,60	20,80	1,13	7,58	1,09	0,387	4,99	
			6			7,55	49,00	2,55	14,80	1,40	102,00	2,65	25,20	1,17	8,88	1,08	0,386	5,92	
9 / 5,6	90	56	5,5			7,86	65,3	2,88	19,7	1,58	132	2,92	32,2	1,26	11,8	1,22	0,384	6,17	
			6,0	9,0	3,0	8,54	70,6	2,88	21,2	1,58	145	145	2,95	35,2	1,28	12,7	1,22	0,384	6,70
			8,0			11,18	90,9	2,85	27,1	1,56	194	194	3,04	47,8	1,36	16,3	1,21	0,380	8,77
10 / 6,3	100	63	6			9,59	98,3	3,20	30,6	1,79	198	3,23	49,9	1,42	18,2	1,38	0,393	7,53	
			7	10	3,3	11,10	113,0	3,19	35,0	1,78	232	3,28	58,7	1,46	20,8	1,37	0,392	8,70	
			8			12,60	127,0	3,18	39,2	1,77	266	3,32	67,6	1,50	23,4	1,36	0,391	9,87	
			10			15,50	154,0	3,15	47,1	1,55	333	3,40	85,8	1,58	28,3	1,35	0,387	12,10	
11 / 7	110	70	6,5	10	3,3	11,40	142,0	3,53	45,6	2,00	286	3,55	74,3	1,58	26,9	1,53	0,402	8,98	
			8,0			13,90	172,0	3,51	54,6	1,98	353	3,61	92,2	1,64	32,3	1,52	0,400	10,90	
12,5 / 8	125	80	7			14,10	227,0	4,01	73,7	2,29	452	4,01	119,0	1,80	43,4	1,76	0,407	11,00	
			8	11	3,7	16,00	256,0	4,00	83,0	2,28	518	4,05	137,0	1,84	48,8	1,75	0,406	12,50	
			10			19,70	312,0	3,98	100,0	2,26	649	4,14	173,0	1,92	59,3	1,74	0,404	15,50	
			12			23,40	365,0	3,95	117,0	2,24	781	4,22	210,0	2,00	69,5	1,72	0,400	18,30	
14 / 9	140	90	8	12	4,0	18,00	364,0	4,49	120,0	2,58	727	4,49	194,0	2,03	70,3	1,98	0,411	14,10	



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность/ С.В. Серенсен, В.П. Кагаев, Р.М. Шнайдерович. – М.: Машиностроение, 1975. – 480 с.

2. Беляев Н.М. Сопротивление материалов: Учебник для вузов. – М.: Гл. ред. физ.- мат. лит., 1976. – 608 с.

3. Сборник задач по сопротивлению материала с теорией и примерами/ Под ред. А.Г. Горшкова и Д.В. Тарлаковского. – М.: Физматлит, 2003. – 632 с.

4. Гафаров Р.Х., Жернаков В.С. Что нужно знать о сопротивлении материалов: Учебное пособие / Под ред. В.С. Жернакова. – М.: Машиностроение, 2001. – 276 с.

5. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др. – М.: Машиностроение, 1989. - 640 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Обозначение основных величин	3
2. Общие данные для решения задач	4
3. Основные технические характеристики материалов	
3.1. Определения механических характеристик материалов	5
3.2. Физико-механические свойства некоторых материалов	6
3.3. Алюминиевые сплавы	10
3.4. Неметаллические материалы	10
3.5. Удельная прочность конструкционных материалов	11
4. Основные расчетные формулы	12
5. Геометрические характеристики плоских сечений	
5.1. Основные понятия и соотношения	12
5.1.1. Формулы для геометрических характеристик плоских сечений	14
5.1.2. Коэффициенты при кручении бруса с прямоугольным сечением	15
5.2. Стандартные прессованные профили из алюминиевых и магниевых сплавов	16
5.3. Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные по ГОСТ 8734 – 75	22
5.4. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные по ГОСТ 8732 – 78	22
5.5. Нормальные линейные размеры в диапазоне от 1 до 250 мм по ГОСТ 6636 – 86	23
5.6. Стальные прокатные профили	24
Библиографический список	33