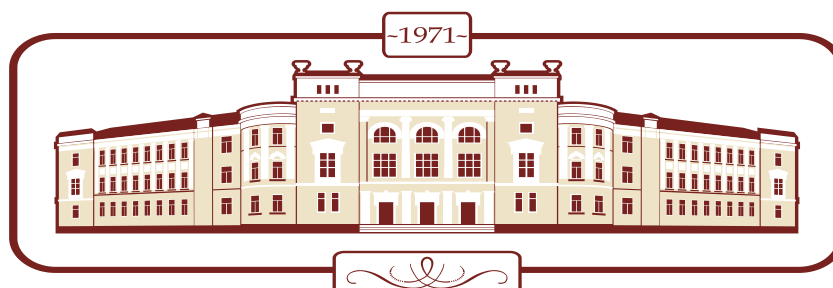


Кафедра строительной механики

Куриленко Е.Ю., Огороднова Ю.В.



# СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

## КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК

для студентов специальности 270102

«Промышленное и гражданское строительство»

всех форм обучения

УДК 620.1  
К-93

Куриленко Е.Ю., Огороднова Ю.В. Сопротивление материалов. Краткий справочник для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» всех форм обучения. – Тюмень: РИО ГОУ ВПО ТюмГАСУ, 2010. 31 с.

*Справочник разработан на основании рабочей программы ГОУ ВПО ТюмГАСУ дисциплины «Сопротивление материалов» для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» всех форм обучения.*

*Справочник содержит информацию, необходимую для решения практических задач по сопротивлению материалов.*

Рецензент: Белова О.Ю.

Тираж 100 экз.

©ГОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет  
©Куриленко Е.Ю., Огороднова Ю.В.

Редакционно-издательский отдел ГОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет»

## Содержание

1 Основные единицы измерения .....	4
2 Ориентировочные значения расчетных сопротивлений некоторых материалов .....	5
3 Физико-механические характеристики некоторых материалов .....	6
4 Геометрические характеристики плоских сечений .....	8
5 Сортамент прокатных профилей .....	10
5.1 Сталь прокатная угловая равнополочная .....	10
5.2 Сталь прокатная угловая неравнополочная .....	18
5.3 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок .....	21
5.4 Швеллеры стальные горячекатаные с уклоном внутренних граней полок .....	24
6 Значения коэффициента приведенной длины для центрально сжатых стержней .....	26
7 Значения коэффициентов формулы Ясинского и предельной гибкости .....	26
8 Значения коэффициента продольного изгиба для центрально сжатых элементов .....	27
9 Формулы для определения геометрических характеристик плоских сечений .....	28
9.1 Моменты инерции относительно параллельных осей .....	28
9.2 Зависимость между моментами инерции при повороте координатных осей .....	28
9.3 Главные моменты инерции .....	28
9.4 Определение положения главных осей .....	28
10 Формулы метода начальных параметров .....	29
11 Формулы численного интегрирования .....	30
Библиографический список .....	31

## 1 ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Наименование величины	Единица		Соотношения единиц
	наименование	обозначение	
Сила, нагрузка, вес	Ньютон	$H$	$1MH = 10^3 кН$
	Килоньютон	$кН$	$1кН = 10^3 H$
	Меганьютон	$MH$	$1мс = 10кН$ $1кН = 100кгс$ $1кгс = 10H$
Линейная нагрузка	Ньютон делить на метр	$\frac{H}{м}$	$1\frac{кН}{м} = 0,1\frac{мс}{м}$
	Килоньютон делить на метр	$\frac{кН}{м}$	$0,1\frac{мс}{м} = 1\frac{кгс}{см}$
Поверхностная нагрузка, напряжение, модуль упругости	Паскаль (ньютон делить на квадратный метр)	$Па$	$1Па = 1\frac{H}{м^2}$ $1МПа = 10^6 Па$ $1кПа = 10^3 Па$ $1МПа = 10\frac{кгс}{см^2}$ $1\frac{кН}{см^2} = 10МПа$
Момент силы	Ньютон умножить на метр	$H \cdot м$	$1кН \cdot м = 100кгс \cdot м$
Удельный вес	Ньютон делить на кубический метр	$\frac{H}{м^3}$	$1\frac{кН}{м^3} = 10^3\frac{H}{м^3}$ $1\frac{кгс}{м^3} = 10^{-2}\frac{кН}{м^3}$ $1\frac{г}{см^3} = 10\frac{кН}{м^3}$
Работа (энергия)	Джоуль	$Дж$	$1Дж = 0,1кгс \cdot м$ $1\frac{г}{см^3} = 10\frac{кН}{м^3}$
Мощность	Ватт (джоуль в секунду)	$Вт$	$1Вт = 0,1\frac{кгс \cdot м}{с}$

## 2 ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НЕКОТОРЫХ МАТЕРИАЛОВ

$R_{расст}$  - расчетное сопротивление на растяжение;

$R_{сжс}$  - расчетное сопротивление на сжатие.

Материал	$R_{расст}, МПа$	$R_{сжс}, МПа$
Сталь прокатная марки:		
С 235	235,0	235,0
С 245	245,0	245,0
С 255	255,0	255,0
Чугун серый	55,0÷100,0	160,0÷250,0
Медь	160,0÷180,0	160,0÷180,0
Алюминиевые сплавы	120,0÷140,0	120,0÷140,0
Древесина	13,0÷16,0	13,0÷16,0
Бетон марки:		
В12,5	1,0	9,5
В20	1,4	15,0
В40	2,1	29,0
Кладка из		
Кирпича (марка 300)	0,25÷0,4	1,8÷3,9
Природных камней	0,01÷0,08	0,35÷0,6

### 3 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ МАТЕРИАЛОВ

$E$  - модуль упругости (модуль Юнга);

$G$  - модуль сдвига;

$\nu$  - коэффициент Пуассона;

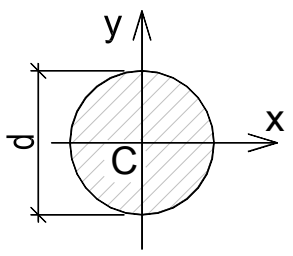
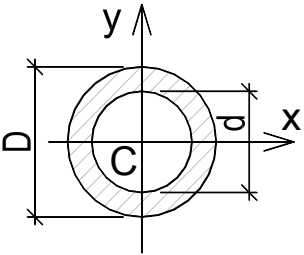
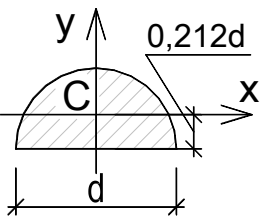
$\alpha$  - коэффициент теплопроводности (коэффициент линейного расширения);

$\gamma$  - объемный (удельный) вес

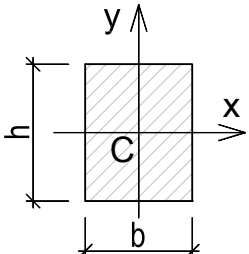
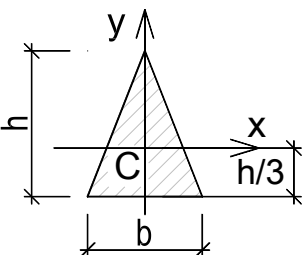
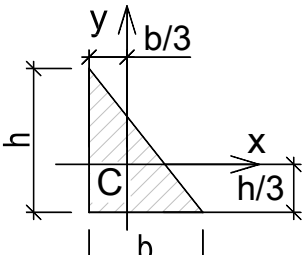
Материал	$E \cdot 10^{-5}$ , МПа	$G \cdot 10^{-5}$ , МПа	$\nu$	$\alpha \cdot 10^5$ , $^{\circ}\text{C}^{-1}$	$\gamma$ , $\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$
Чугун серый СЧ12-28	0,8÷1,5	0,44	0,23÷0,27	1,1	70,0
Чугун белый	1,6÷1,8	0,44	0,23÷0,27	0,8	75,0
Чугун ковкий КЧ30-6	1,52	-	-	1,05	72,0
Сталь прокатная марки: С 235	2,06	0,79	0,3	1,25	78,5
С 245	2,06	0,79	0,3	1,25	78,5
С 255	2,06	0,79	0,3	1,25	78,5
Сталь арматурная стержневая класса: А-I, А-II	2,1	0,79	0,3	1,25	78,5
А-III	2,0	0,79	0,3	1,25	78,5
А-IV	1,9	0,79	0,3	1,25	78,5
проволочная класса: Вр-I, В-II	1,7÷2,0	0,79	0,3	1,25	78,5
Вольфрам	4,12	1,63	0,26	0,445	193,0
Молибден	3,28	1,22	0,35	0,56	102,0
Медь	1,08	0,39	0,31÷0,34	1,65	85,0
Бронза	1,08÷1,13	0,39÷0,41	0,32÷0,35	1,56	85,8
Латунь	0,89÷0,97	0,34÷0,36	0,32÷0,42	1,83	86,0
Алюминий	0,72	0,25÷0,26	0,32÷0,36	2,23	27,5

Материал	$E \cdot 10^{-5}$ , МПа	$G \cdot 10^{-5}$ , МПа	$\nu$	$\alpha \cdot 10^5$ , $^{\circ}C^{-1}$	$\gamma$ , $\frac{кН}{м^3}$
Стекло листовое	0,55	0,22	0,25	0,9	25,0
Свинец	0,17	0,07	0,42	2,8	113,4
Гранит	0,48	-	-	0,47	28,0
Известняк	0,41	-	-	0,47	20,0
Мрамор	0,55	-	-	-	28,0
Кладка из гранита	0,09÷0,1	-	-	0,47	28,0
известняка	0,06	-	-	0,47	20,0
кирпича	0,026÷0,029	-	-	0,47	20,0
Бетон марки В 12,5	0,21	-	0,18	1,0	22,0
В 20	0,27	-	0,18	1,0	22,0
В 40	0,36	-	0,18	1,0	22,0
Древесина вдоль волокон	0,1÷0,12	0,005	-	0,37	4,5
Древесина поперек волокон	0,005÷0,01	-	-	6,36	4,5
Каучук	0,00008	-	0,47	20,0	9,1

#### 4 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

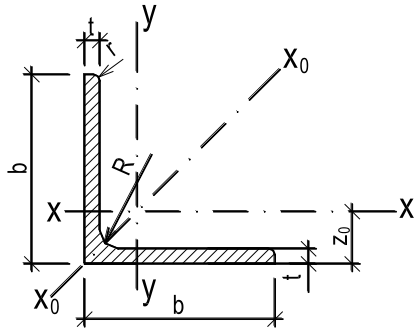
Форма сечения	Площадь сечения, $A$	Осевые моменты инерции		Осевые моменты сопротивления		Осевые радиусы инерции	
		$J_x$	$J_y$	$W_x$	$W_y$	$i_x$	$i_y$
Круг 	$\frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3$	$\frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3$	$\frac{d}{4}$	$\frac{d}{4}$
Кольцо 	$\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}$	$\frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$	$\frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$
Полуокруг 	$\frac{\pi d^2}{8}$	$0,00686d^4$	$\frac{\pi d^4}{128} \approx 0,0245d^4$	$0,0239d^3$	$\frac{\pi d^3}{64} \approx 0,05d^3$	$0,132d$	$\frac{d}{4}$



Форма сечения	Площадь сечения, $A$	Осевые моменты инерции		Осевые моменты сопротивления		Осевые радиусы инерции	
		$J_x$	$J_y$	$W_x$	$W_y$	$i_x$	$i_y$
Прямоугольник 	$bh$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{hb^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{hb^2}{6}$	$0,289h$	$0,289b$
Равнобедренный треугольник 	$\frac{1}{2}bh$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{hb^3}{48}$	$\frac{bh^2}{24}$	$\frac{hb^2}{24}$	$0,236h$	$0,204b$
Прямоугольный треугольник 	$\frac{1}{2}bh$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{hb^3}{36}$	$\frac{bh^2}{24}$	$\frac{hb^2}{24}$	$0,236h$	$0,236b$

## 5 СОРТАМЕНТ ПРОКАТНЫХ ПРОФИЛЕЙ

### 5.1 Сталь прокатная угловая равнополочная (ГОСТ 8509-86)



$b$  - ширина полки;  
 $t$  - толщина полки;  
 $R$  - радиус внутреннего закругления;  
 $r$  - радиус закругления полки;  
 $z_0$  - расстояние от центра тяжести  
 наружной грани полки;  
 $G$  - масса одного метра уголка;

$A$  - площадь сечения;  
 $J$  - момент инерции;  
 $W$  - момент сопротивления;  
 $i$  - радиус инерции;  
 $J_{xy}$  - центробежный момент до  
 инерции;

Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей										$G,$ $кг/м$
				X-X			X <sub>0</sub> -X <sub>0</sub>		Y <sub>0</sub> -Y <sub>0</sub>			$J_{xy}, см^4$	$z_0,$ $см$	
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_{x0max},$ $см^4$	$i_{x0max},$ $см$	$J_{y0min},$ $см^4$	$W_{y0min},$ $см^3$	$i_{y0min},$ $см$			
20x20x3	3,5	1,2	1,13	0,40	0,28	0,59	0,63	0,75	0,17	0,20	0,39	0,23	0,60	0,89
20x20x4	3,5	1,2	1,46	0,50	0,37	0,58	0,78	0,73	0,22	0,24	0,38	0,28	0,64	1,15
25x25x3	3,5	1,2	1,43	0,81	0,46	0,75	1,29	0,95	0,34	0,33	0,49	0,47	0,73	1,12
25x25x4	3,5	1,2	1,86	1,03	0,59	0,74	1,62	0,93	0,44	0,41	0,48	0,59	0,76	1,46
25x25x5	3,5	1,2	2,27	1,22	0,72	0,73	1,91	0,92	0,53	0,47	0,48	0,69	0,80	1,78
28x28x3	4,0	1,3	1,62	1,16	0,58	0,85	1,84	1,07	0,48	0,42	0,55	0,68	0,80	1,27
30x30x3	4,0	1,3	1,74	1,45	0,67	0,91	2,30	1,15	0,60	0,53	0,59	0,85	0,85	1,36
30x30x4	4,0	1,3	2,27	1,84	0,87	0,90	2,92	1,13	0,77	0,61	0,58	1,08	0,89	1,78
30x30x5	4,0	1,3	2,78	2,20	1,08	0,89	3,47	1,12	0,94	0,71	0,58	1,27	0,93	2,18



Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей										$G,$ $кг/м$
				X-X			X <sub>0</sub> -X <sub>0</sub>		Y <sub>0</sub> -Y <sub>0</sub>			$J_{xy}, см^4$	$z_0,$ $см$	
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_{x0max},$ $см^4$	$i_{x0max},$ $см$	$J_{y0min},$ $см^4$	$W_{y0min},$ $см^3$	$i_{y0min},$ $см$			
32x32x3	4,5	1,5	1,86	1,77	0,77	0,97	2,80	1,23	0,74	0,59	0,63	1,03	0,89	1,46
32x32x4	4,5	1,5	2,43	2,26	1,00	0,96	3,58	1,21	0,94	0,71	0,62	1,32	0,94	1,91
35x35x3	4,5	1,5	2,04	2,35	0,93	1,07	3,72	1,35	0,97	0,71	0,69	1,37	0,97	1,60
35x35x4	4,5	1,5	2,67	3,01	1,21	1,06	4,76	1,33	1,25	0,88	0,68	1,75	1,01	2,10
35x35x5	4,5	1,5	3,28	3,61	1,47	1,05	5,71	1,32	1,52	1,02	0,68	2,10	1,05	2,58
40x40x3	5,0	1,7	2,35	3,55	1,22	1,23	5,63	1,55	1,47	0,95	0,79	2,08	1,09	1,85
40x40x4	5,0	1,7	3,08	4,58	1,60	1,22	7,26	1,53	1,90	1,19	0,78	2,68	1,13	2,42
40x40x5	5,0	1,7	3,79	5,53	1,95	2,21	8,75	1,52	2,30	1,39	0,78	3,22	1,17	2,98
40x40x6	5,0	1,7	4,48	6,41	2,30	1,20	10,13	1,50	2,70	1,58	0,78	3,72	1,21	3,52
45x45x3	5,0	1,7	2,65	5,13	1,56	1,39	8,13	1,75	2,12	1,24	0,89	3,00	1,21	2,08
45x45x4	5,0	1,7	3,48	6,63	2,04	1,38	10,52	1,74	2,74	1,54	0,89	3,89	1,26	2,73
45x45x5	5,0	1,7	4,29	8,03	2,51	1,37	12,74	1,72	3,33	1,81	0,88	4,71	1,30	3,37
45x45x6	5,0	1,7	5,08	9,35	2,95	1,36	14,80	1,71	3,90	2,06	0,88	5,45	1,34	3,99
50x50x3	5,5	1,8	2,96	7,11	1,94	1,55	11,27	1,95	2,95	1,57	1,00	4,16	1,33	2,32
50x50x4	5,5	1,8	3,89	9,21	2,54	1,54	14,63	1,94	3,80	1,95	0,99	5,42	1,38	3,05
50x50x5	5,5	1,8	4,8	11,2	3,13	1,53	17,77	1,92	4,63	2,3	0,98	6,57	1,42	3,77
50x50x6	5,5	1,8	5,69	13,07	3,69	1,52	20,72	1,91	5,43	2,63	0,98	7,65	1,46	4,47



Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей										$G,$ $кг/м$
				X-X			X <sub>0</sub> -X <sub>0</sub>		Y <sub>0</sub> -Y <sub>0</sub>			$J_{xy}, см^4$	$z_0,$ $см$	
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_{x0max},$ $см^4$	$i_{x0max},$ $см$	$J_{y0min},$ $см^4$	$W_{y0min},$ $см^3$	$i_{y0min},$ $см$			
50x50x7	5,5	1,8	6,56	14,84	4,23	1,50	23,47	1,89	6,21	2,93	0,97	8,63	1,50	5,15
50x50x8	5,5	1,8	7,41	16,51	4,76	1,49	26,03	1,87	6,98	3,22	0,97	9,52	1,53	5,82
56x56x4	6,0	2,0	4,38	13,10	3,21	1,73	20,79	2,18	5,41	2,52	1,11	7,69	1,52	3,44
56x56x5	6,0	2,0	5,41	15,97	3,96	1,72	25,36	2,16	6,59	2,97	1,10	9,41	1,57	4,25
60x60x4	7,0	2,3	4,72	16,21	3,70	1,85	25,69	2,33	6,72	2,93	1,19	9,48	1,62	3,71
60x60x5	7,0	2,3	5,83	19,79	4,56	1,84	31,40	2,32	8,18	3,49	1,18	11,61	1,66	4,58
60x60x6	7,0	2,3	6,92	23,21	5,40	1,83	36,81	2,31	9,60	3,99	1,18	13,60	1,70	5,43
60x60x8	7,0	2,3	9,04	29,55	7,00	1,81	46,77	2,27	12,34	4,90	1,17	17,22	1,78	7,10
60x60x10	7,0	2,3	11,08	35,32	8,52	1,79	55,64	2,24	15,00	5,70	1,16	20,32	1,85	8,70
63x63x4	7,0	2,3	4,96	18,86	4,09	1,95	29,90	2,45	7,81	3,26	1,25	11,00	1,69	3,90
63x63x5	7,0	2,3	6,13	23,1	5,05	1,94	36,80	2,44	9,52	3,87	1,25	13,7	1,74	4,81
63x63x6	7,0	2,3	7,28	27,06	5,98	1,93	42,91	2,43	11,18	4,44	1,24	15,90	1,78	5,72
70x70x4,5	8,0	2,7	6,20	29,04	5,67	2,16	46,03	2,72	12,04	4,53	1,39	17,00	1,88	4,87
70x70x5	8,0	2,7	6,86	31,94	6,27	2,16	50,67	2,72	13,22	4,92	1,39	18,7	1,90	5,38
70x70x6	8,0	2,7	8,15	37,58	7,43	2,15	59,64	2,71	15,52	5,66	1,38	22,10	1,94	6,39
70x70x7	8,0	2,7	9,42	42,98	8,57	2,14	68,19	2,69	17,77	6,31	1,37	25,20	1,99	7,39
70x70x8	8,0	2,7	10,67	48,16	9,68	2,12	76,35	2,68	19,97	6,99	1,37	28,20	2,02	8,37



Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей										$G,$ $кг/м$
				X-X			X <sub>0</sub> -X <sub>0</sub>		Y <sub>0</sub> -Y <sub>0</sub>			$J_{xy}, см^4$	$z_0,$ $см$	
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_{x0max},$ $см^4$	$i_{x0max},$ $см$	$J_{y0min},$ $см^4$	$W_{y0min},$ $см^3$	$i_{y0min},$ $см$			
70x70x10	8,0	2,7	13,11	57,90	11,82	2,10	91,52	2,64	24,27	8,17	1,36	33,60	2,10	10,29
75x75x5	9,0	3,0	7,39	39,53	7,21	2,31	62,65	2,91	16,41	5,74	1,49	23,10	2,02	5,80
75x75x6	9,0	3,0	8,78	46,57	8,57	2,3	73,87	2,9	19,28	6,62	1,48	27,30	2,06	6,89
75x75x7	9,0	3,0	10,15	53,34	9,89	2,29	84,61	2,89	22,07	7,43	1,47	31,20	2,10	7,96
75x75x8	9,0	3,0	11,50	59,84	11,18	2,28	94,89	2,87	24,80	8,16	1,47	35,00	2,15	9,02
75x75x9	9,0	3,0	12,83	66,10	12,43	2,27	104,72	2,86	27,48	8,91	1,46	38,60	2,18	10,07
80x80x5,5	9,0	3,0	8,63	52,68	9,03	2,47	83,56	3,11	21,80	7,10	1,59	30,90	2,17	6,78
80x80x6	9,0	3,0	9,38	56,97	9,80	2,47	90,40	3,11	23,54	7,60	1,58	33,40	2,19	7,36
80x80x7	9,0	3,0	10,85	65,31	11,32	2,45	103,66	3,09	26,97	8,55	1,58	38,30	2,23	8,51
80x80x8	9,0	3,0	12,30	73,36	12,80	2,44	116,39	3,08	30,32	9,44	1,57	43,00	2,27	9,65
80x80x10	9,0	3,0	15,14	88,58	15,67	2,42	140,31	3,04	36,85	11,09	1,56	56,70	2,35	11,88
80x80x12	9,0	3,0	17,90	102,74	18,42	2,40	162,27	3,01	43,21	12,62	1,55	59,50	2,42	14,05
90x90x6	10,0	3,3	10,61	82,10	12,49	2,78	130,00	3,50	33,97	9,88	1,79	48,10	2,43	8,33
90x90x7	10,0	3,3	12,28	94,30	14,45	2,77	149,67	3,49	38,94	11,15	1,78	55,40	2,47	9,64
90x90x8	10,0	3,3	13,93	106,11	16,36	2,76	168,42	3,48	43,80	12,34	1,77	62,30	2,51	10,93
90x90x9	10,0	3,3	15,60	118,00	18,29	2,75	186,00	3,46	48,60	13,48	1,77	68,00	2,55	12,20
90x90x10	10,0	3,3	17,17	128,60	20,07	2,74	203,93	3,45	53,27	14,54	1,76	75,30	2,59	13,48



Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей										$G,$ $кг/м$
				X-X			X <sub>0</sub> -X <sub>0</sub>		Y <sub>0</sub> -Y <sub>0</sub>			$J_{xy}, см^4$	$z_0,$ $см$	
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_{x0max},$ $см^4$	$i_{x0max},$ $см$	$J_{y0min},$ $см^4$	$W_{y0min},$ $см^3$	$i_{y0min},$ $см$			
90x90x12	10,0	3,3	20,33	149,67	23,85	2,71	235,88	3,41	62,40	16,53	1,75	86,20	2,67	15,96
100x100x6,5	12,0	4,0	12,82	122,10	16,69	3,09	193,46	3,89	50,73	13,38	1,99	71,40	2,68	10,06
100x100x7	12,0	4,0	13,75	130,59	17,90	3,08	207,01	3,88	54,16	14,13	1,98	76,40	2,71	10,79
100x100x8	12,0	4,0	15,60	147,19	20,30	3,07	233,46	3,87	60,92	15,66	1,98	86,30	2,75	12,25
100x100x10	12,0	4,0	19,24	178,95	24,97	3,05	283,83	3,84	74,08	18,51	1,96	110,00	2,83	15,10
100x100x12	12,0	4,0	22,80	208,90	29,47	3,03	330,95	3,81	86,84	21,10	1,95	122,00	2,91	17,90
100x100x14	12,0	4,0	26,28	237,15	33,83	3,00	374,98	3,78	99,32	23,49	1,94	138,00	2,99	20,63
100x100x15	12,0	4,0	27,99	250,68	35,95	2,99	395,87	3,76	105,48	24,62	1,94	145,00	3,03	21,97
100x100x16	12,0	4,0	29,68	263,82	38,04	2,98	416,04	3,74	111,61	25,79	1,94	152,00	3,06	23,30
110x110x7	12,0	4,0	15,15	175,61	21,83	3,40	278,54	4,29	72,68	17,36	2,19	106,00	2,96	11,89
110x110x8	12,0	4,0	17,20	198,17	24,77	3,39	314,51	4,28	81,83	19,29	2,18	116,00	3,00	13,5
120x120x8	12,0	4,0	18,80	259,75	29,68	3,72	412,45	4,68	107,04	23,29	2,39	153,00	3,25	14,76
120x120x10	12,0	4,0	23,24	317,16	36,59	3,69	503,79	4,66	130,54	27,72	2,37	187,00	3,33	18,24
120x120x12	12,0	4,0	27,60	371,80	43,30	3,67	590,28	4,62	153,33	31,79	2,36	218,00	3,41	21,67
120x120x15	12,0	4,0	33,99	448,90	52,96	3,63	711,32	4,57	186,48	37,35	2,34	262,00	3,53	26,68
125x125x8	14,0	4,6	19,69	294,36	32,2	3,87	466,76	4,87	121,98	25,67	2,49	172,00	3,36	15,46



Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей										$G,$ $кг/м$
				X-X			X <sub>0</sub> -X <sub>0</sub>		Y <sub>0</sub> -Y <sub>0</sub>			$J_{xy}, см^4$	$z_0,$ $см$	
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_{x0max},$ $см^4$	$i_{x0max},$ $см$	$J_{y0min},$ $см^4$	$W_{y0min},$ $см^3$	$i_{y0min},$ $см$			
125x125x9	14,0	4,6	22,00	327,48	36,0	3,86	520,00	4,86	135,88	28,26	2,48	192,00	3,40	17,3
125x125x10	14,0	4,6	24,33	359,82	39,74	3,85	571,04	4,84	148,59	30,45	2,47	211,00	3,45	19,10
125x125x12	14,0	4,6	28,89	422,23	47,06	3,82	670,02	4,82	174,43	34,94	2,46	248,00	3,53	22,68
125x125x14	14,0	4,6	33,37	481,76	54,17	3,80	763,90	4,78	199,62	39,10	2,45	282,00	3,61	26,20
125x125x16	14,0	4,6	37,77	538,56	61,09	3,78	852,84	4,75	224,29	43,10	2,44	315,00	3,68	29,65
140x140x9	14,0	4,6	24,72	465,72	45,55	4,34	739,42	5,47	192,03	35,92	2,79	274,00	3,78	19,41
140x140x10	14,0	4,6	27,33	512,29	50,32	4,33	813,62	5,46	210,96	39,05	2,78	301,00	3,82	21,45
140x140x12	14,0	4,6	32,49	602,49	59,66	4,31	956,98	5,43	248,01	44,97	2,76	354,00	3,90	25,50
150x150x10	14,0	4,6	29,33	634,76	58,07	4,65	1008,56	5,86	260,97	45,34	2,98	374,00	4,07	23,02
150x150x12	14,0	4,6	34,89	747,48	68,90	4,63	1187,86	5,83	307,09	52,32	2,97	440,00	4,15	27,39
150x150x15	14,0	4,6	43,08	908,38	84,66	4,59	1442,60	5,79	374,17	61,96	2,95	534,00	4,27	33,82
150x150x18	14,0	4,6	51,09	1060,08	99,86	4,56	1680,92	5,74	439,24	70,91	2,93	621,00	4,38	40,11
160x160x10	16,0	5,3	31,43	774,24	66,19	4,9	1229,1	6,25	319,38	52,52	3,19	455,00	4,3	24,67
160x160x11	16,0	5,3	34,42	844,21	72,44	4,95	1340,06	6,27	347,77	56,53	3,18	496,00	4,35	27,02
160x160x12	16,0	5,3	37,39	912,89	78,62	4,94	1450,00	6,23	375,78	60,53	3,17	537,00	4,39	29,35
160x160x14	16,0	5,3	43,57	1046,47	90,77	4,92	1662,13	6,20	430,81	68,15	3,16	615,00	4,47	33,97



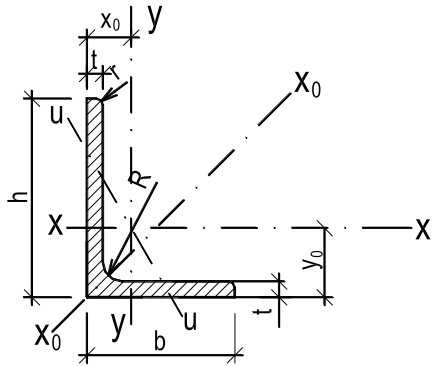
Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей										$G,$ $кг/м$
				X-X			X <sub>0</sub> -X <sub>0</sub>		Y <sub>0</sub> -Y <sub>0</sub>			$J_{xy}, см^4$	$z_0,$ $см$	
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_{x0max},$ $см^4$	$i_{x0max},$ $см$	$J_{y0min},$ $см^4$	$W_{y0min},$ $см^3$	$i_{y0min},$ $см$			
160x160x16	16,0	5,3	49,07	1175,19	102,64	4,89	1865,73	6,17	484,64	75,92	3,14	690,00	4,55	38,52
160x160x18	16,0	5,3	54,79	1290,24	114,24	4,87	2061,03	6,13	537,46	82,08	3,13	771,00	4,63	43,01
160x160x20	16,0	5,3	60,40	1418,85	125,60	4,85	2248,26	6,10	589,43	90,02	3,12	830,00	4,70	47,44
180x180x11	16,0	5,3	38,80	1216,44	92,47	5,60	1933,1	7,06	499,78	72,86	3,59	716,00	4,85	30,47
180x180x12	16,0	5,3	42,19	1316,62	100,41	5,59	2092,78	7,04	540,45	78,15	3,58	776,00	4,89	33,12
180x180x15	16,0	5,3	52,18	1607,36	123,74	5,55	2554,99	7,00	659,73	93,11	3,56	948,00	5,01	40,96
180x180x18	16,0	5,3	61,99	1884,07	146,36	5,51	2992,69	6,95	775,44	106,88	3,54	1108,00	5,13	48,66
180x180x20	16,0	5,3	68,43	2061,11	161,07	5,49	3271,31	6,91	850,92	115,71	3,53	1210,00	5,20	53,72
200x200x12	18,0	6,0	47,10	1822,78	124,61	6,22	2896,16	7,84	749,40	98,68	3,99	1073,00	5,37	36,97
200x200x13	18,0	6,0	50,85	1960,77	134,44	6,21	3116,18	7,83	805,35	105,07	3,98	1156,00	5,42	39,92
200x200x14	18,0	6,0	54,60	2097,0	144,17	6,20	3333,0	7,81	861,00	111,5	3,97	1236,00	5,46	42,8
200x200x16	18,0	6,0	61,98	2362,57	163,37	6,17	3755,39	7,78	969,74	123,77	3,96	1393,00	5,54	48,65
200x200x18	18,0	6,0	69,30	2620,64	182,22	6,15	4164,54	7,75	1076,74	135,48	3,94	1544,00	5,62	54,40
200x200x20	18,0	6,0	76,54	2871,47	200,73	6,12	4560,42	7,72	1181,92	146,62	3,93	1689,00	5,70	60,08
200x200x24	18,0	6,0	90,78	3350,66	236,77	6,08	5313,59	7,65	1387,73	167,74	3,91	1963,00	5,85	71,26
200x200x25	18,0	6,0	94,29	3466,21	245,59	6,06	5494,04	7,63	1438,38	172,68	3,91	2028,00	5,89	74,02





Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей										$G,$ $кг/м$
				X-X			X <sub>0</sub> -X <sub>0</sub>		Y <sub>0</sub> -Y <sub>0</sub>			$J_{xy}, см^4$	$z_0,$ $см$	
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_{x0max},$ $см^4$	$i_{x0max},$ $см$	$J_{y0min},$ $см^4$	$W_{y0min},$ $см^3$	$i_{y0min},$ $см$			
200x200x30	18,0	6,0	111,54	4019,6	288,57	6,0	6351,06	7,55	1698,16	193,05	3,89	2332,00	6,07	87,56
220x220x14	21,0	7,0	60,8	2814,36	175,18	6,83	4470,15	8,60	1158,56	138,62	4,38	1655,00	5,91	47,40
220x220x16	21,0	7,0	68,58	3175,44	198,71	6,8	5045,37	8,58	1305,52	153,34	4,36	1869,00	6,02	53,83
250x250x16	24,0	8,0	78,4	4717,10	258,43	7,76	7492,1	9,78	1942,09	203,45	4,98	2775,00	6,75	61,55
250x250x18	24,0	8,0	87,72	5247,24	288,82	7,73	8336,69	9,75	2157,78	223,39	4,96	3089,00	6,83	68,86
250x250x20	24,0	8,0	96,96	5764,87	318,76	7,71	9159,73	9,72	2370,01	242,52	4,94	3395,00	6,91	76,11
250x250x22	24,0	8,0	106,12	6270,32	348,26	7,69	9961,60	9,69	2579,04	260,52	4,93	3691,00	7,00	83,31
250x250x25	24,0	8,0	119,71	7006,39	391,72	7,65	11125,52	9,64	2887,26	287,14	4,91	4119,00	7,11	93,97
250x250x28	24,0	8,0	133,12	7716,86	434,86	7,61	12243,84	9,59	3189,89	311,98	4,90	4527,00	7,23	104,50
250x250x30	24,0	8,0	141,96	8176,51	462,11	7,59	12964,66	9,56	3388,98	327,82	4,89	4788,00	7,31	111,44

## 5.2 Сталь прокатная угловая неравнополочная (ГОСТ 8510-86)



$b$  - ширина меньшей полки;  
 $h$  - ширина большей полки;  
 $t$  - толщина полки;  
 $R$  - радиус внутреннего закругления;  
 $r$  - радиус закругления полок;  
 $x_0, y_0$  - расстояние от центра тяжести до наружных граней полок;

$A$  - площадь сечения;  
 $J$  - момент инерции;  
 $W$  - момент сопротивления;  
 $i$  - радиус инерции;  
 $J_{xy}$  - центробежный момент инерции;  
 $G$  - масса одного метра уголка;

Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей									$x_0, см$	$y_0, см$	$J_{xy}, см^4$	$G, кг/м$
				x-x			y-y			u-u						
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_y, см^4$	$W_y, см^3$	$i_y, см$	$J_{u,min}, см^4$	$W_u, см^3$	$i_{u,min}, см$				
25x16x3	3,5	1,2	1,16	0,70	0,43	0,78	0,22	0,19	0,44	0,13	0,16	0,34	0,42	0,86	0,22	0,91
30x20x3	3,5	1,2	1,43	1,27	0,62	0,94	0,45	0,30	0,56	0,26	0,25	0,43	0,51	1,00	0,43	1,12
30x20x4	3,5	1,2	1,86	1,61	0,82	0,93	0,56	0,39	0,55	0,34	0,32	0,43	0,54	1,04	0,54	1,46
32x20x3	3,5	1,2	1,49	1,52	0,72	1,01	0,46	0,30	0,55	0,28	0,25	0,43	0,49	1,08	0,47	1,17
32x20x4	3,5	1,2	1,94	1,93	0,93	1,00	0,57	0,39	0,54	0,35	0,33	0,43	0,53	1,12	0,59	1,52
40x25x3	4,0	1,3	1,89	3,06	1,14	1,27	0,93	0,49	0,70	0,56	0,41	0,54	0,59	1,32	0,96	1,48
40x25x4	4,0	1,3	2,47	3,93	1,49	1,26	1,18	0,63	0,69	0,71	0,52	0,54	0,63	1,37	1,22	1,94
40x25x5	4,0	1,3	3,03	4,73	1,82	1,25	1,41	0,77	0,68	0,86	0,64	0,53	0,66	1,41	1,44	2,38
40x30x4	4,0	1,3	2,67	4,18	1,54	1,25	2,01	0,91	0,87	1,09	0,75	0,64	0,78	1,28	1,68	2,09
40x30x5	4,0	1,3	3,28	5,04	1,88	1,24	2,41	1,11	0,86	1,33	0,91	0,64	0,82	1,32	2,00	2,57
45x28x3	5,0	1,7	2,14	4,41	1,45	1,43	1,32	0,61	0,79	0,79	0,52	0,61	0,64	1,47	1,38	1,68
45x28x4	5,0	1,7	2,80	5,68	1,90	1,42	1,69	0,80	0,78	1,02	0,67	0,60	0,68	1,51	1,77	2,20
50x32x3	5,5	1,8	2,42	6,18	1,82	1,60	1,99	0,81	0,91	1,18	0,68	0,70	0,72	1,60	2,01	1,90
50x32x4	5,5	1,8	3,17	7,98	2,38	1,59	2,56	1,05	0,90	1,52	0,88	0,69	0,76	1,65	2,59	2,49
56x36x4	6,0	2,0	3,58	11,37	3,01	1,78	3,70	1,34	1,02	2,19	1,13	0,78	0,84	1,82	3,74	2,81

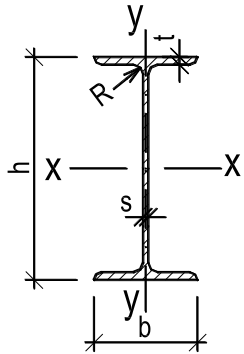


Номер профиля	R, мм	r, мм	A, см <sup>2</sup>	Справочные величины для осей									x <sub>0</sub> , см	y <sub>0</sub> , см	J <sub>xy</sub> , см <sup>4</sup>	G, кг/м
				x-x			y-y			u-u						
				J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	J <sub>u,min</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>u</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>u,min</sub> , см				
56x36x5	6,0	2,0	4,41	13,82	3,70	1,77	4,48	1,65	1,01	2,65	1,37	0,78	0,88	1,87	4,50	3,46
63x40x4	7,0	2,3	4,04	16,33	3,83	2,01	5,16	1,67	1,13	3,07	1,41	0,87	0,91	2,03	5,25	3,17
63x40x5	7,0	2,3	4,98	19,91	4,72	2,00	6,26	2,05	1,12	3,73	1,72	0,86	0,95	2,08	6,41	3,91
63x40x6	7,0	2,3	5,90	23,31	5,58	1,99	7,29	2,42	1,11	4,36	2,02	0,86	0,99	2,12	7,44	4,63
63x40x8	7,0	2,3	7,68	29,60	7,22	1,96	9,15	3,12	1,09	5,58	2,60	0,85	1,07	2,20	9,27	6,03
65x50x5	6,0	2,0	5,56	23,41	5,20	2,05	12,08	3,23	1,47	6,41	2,68	1,07	1,26	2,00	9,77	4,36
65x50x6	6,0	2,0	6,60	27,46	6,16	2,04	14,12	3,82	1,46	7,52	3,15	1,07	1,30	2,04	11,46	5,18
65x50x7	6,0	2,0	7,62	31,32	7,08	2,03	16,05	4,38	1,45	8,60	3,59	1,06	1,34	2,08	12,94	5,98
65x50x8	6,0	2,0	8,62	35,00	7,99	2,02	18,88	4,93	1,44	9,65	4,02	1,06	1,37	2,12	13,61	6,77
70x45x5	7,5	2,5	5,59	27,76	5,88	2,23	9,05	2,62	1,27	5,34	2,20	0,98	1,05	2,28	9,12	4,39
75x50x5	8,0	2,7	6,11	34,81	6,81	2,39	12,47	3,25	1,43	7,24	2,73	1,09	1,17	2,39	12,00	4,79
75x50x6	8,0	2,7	7,25	40,92	8,08	2,38	14,60	3,85	1,42	8,48	3,21	1,08	1,21	2,44	14,10	5,69
75x50x7	8,0	2,7	8,37	46,77	9,31	2,36	16,61	4,43	1,41	9,69	3,69	1,08	1,25	2,48	16,18	6,57
75x50x8	8,0	2,7	9,47	52,38	10,52	2,35	18,52	4,88	1,40	10,87	4,14	1,07	1,29	2,52	17,80	7,43
80x50x5	8,0	2,7	6,36	41,64	7,71	2,56	12,68	3,28	1,41	7,57	2,75	1,09	1,13	2,60	13,20	4,99
80x50x6	8,0	2,7	7,55	48,98	9,15	2,55	14,85	3,88	1,40	8,88	3,24	1,08	1,17	2,65	15,50	5,92
80x60x6	8,0	2,7	8,15	52,06	9,42	2,53	25,18	5,58	1,76	13,61	4,66	1,29	1,49	2,47	20,98	6,39
80x60x7	8,0	2,7	9,42	59,61	10,87	2,52	28,74	6,43	1,75	15,58	5,34	1,29	1,53	2,52	24,01	7,39
80x60x8	8,0	2,7	10,67	66,88	12,38	2,50	32,15	7,26	1,74	17,49	5,99	1,28	1,57	2,56	26,83	8,37
90x56x5,5	9,0	3,0	7,86	65,28	10,74	2,88	19,67	4,53	1,58	11,77	3,81	1,22	1,26	2,92	20,54	6,17
90x56x6	9,0	3,0	8,54	70,58	11,66	2,88	21,22	4,91	1,58	12,70	4,12	1,22	1,28	2,95	22,23	6,70
90x56x8	9,0	3,0	11,18	90,87	15,24	2,85	27,08	6,39	1,56	16,29	5,32	1,21	1,36	3,04	28,33	8,77
100x63x6	10,0	3,3	9,58	98,29	14,52	3,20	30,58	6,27	1,79	18,20	5,27	1,38	1,42	3,23	31,50	7,53
100x63x7	10,0	3,3	11,09	112,86	16,78	3,19	34,99	7,23	1,78	20,83	6,06	1,37	1,46	3,28	36,10	8,70
100x63x8	10,0	3,3	12,57	126,96	19,01	3,18	39,21	8,17	1,77	23,38	6,82	1,36	1,50	3,32	40,50	9,87



Номер профиля	$R, мм$	$r, мм$	$A, см^2$	Справочные величины для осей									$x_0, см$	$y_0, см$	$J_{xy}, см^4$	$G, кг/м$
				x-x			y-y			u-u						
				$J_x, см^4$	$W_x, см^3$	$i_x, см$	$J_y, см^4$	$W_y, см^3$	$i_y, см$	$J_{u,min}, см^4$	$W_u, см^3$	$i_{u,min}, см$				
100x63x10	10,0	3,3	15,47	153,83	23,32	3,15	47,18	9,99	1,75	28,34	8,31	1,35	1,58	3,40	48,60	12,14
100x65x7	10,0	3,3	11,23	114,05	16,87	3,19	38,32	7,70	1,85	22,77	6,43	1,41	1,52	3,24	38,00	8,81
100x65x8	10,0	3,3	12,73	138,31	19,11	3,18	42,96	8,70	1,84	25,24	7,26	1,41	1,56	3,28	42,64	9,99
100x65x10	10,0	3,3	15,67	155,52	23,45	3,15	51,68	10,64	1,82	30,60	8,83	1,40	1,64	3,37	51,18	12,30
110x70x6,5	10,0	3,3	11,45	142,42	19,11	3,53	45,61	8,42	2,00	26,94	7,05	1,53	1,58	3,55	46,80	8,98
110x70x8	10,0	3,3	13,93	171,54	23,22	3,51	54,64	10,20	1,98	32,31	8,50	1,52	1,64	3,61	55,90	10,93
125x80x7	11,00	3,7	14,06	226,53	26,67	4,01	73,73	11,89	2,29	43,40	9,96	1,76	1,80	4,01	74,70	11,04
125x80x8	11,00	3,7	15,98	255,62	30,27	4,00	80,95	13,47	2,28	48,82	11,25	1,75	1,84	4,04	84,10	12,54
125x80x10	11,00	3,7	19,70	311,61	37,27	3,98	100,47	16,52	2,26	59,33	13,74	1,74	1,92	4,14	102,00	15,47
125x80x12	11,00	3,7	23,36	364,79	44,07	3,95	116,84	19,46	2,24	69,47	16,11	1,72	2,00	4,22	118,00	18,34
140x90x8	12,0	4,0	18,00	363,68	38,25	4,49	119,79	17,19	2,58	70,27	14,39	1,98	2,03	4,49	121,00	14,13
140x90x10	12,0	4,0	22,24	444,45	47,19	4,47	145,54	21,14	2,56	85,51	17,58	1,96	2,12	4,58	147,00	17,46
160x100x9	13,0	4,3	22,87	605,97	56,04	5,15	186,03	23,96	2,85	110,40	20,01	2,20	2,24	5,19	194,00	17,96
160x100x10	13,0	4,3	25,28	666,59	61,91	5,13	204,09	26,42	2,84	121,16	22,02	2,19	2,28	5,23	213,00	19,85
160x100x12	13,0	4,3	30,04	784,22	73,42	5,11	238,75	31,23	2,82	142,14	25,93	2,18	2,36	5,32	249,00	23,58
160x100x14	13,0	4,3	34,72	897,19	84,65	5,08	271,60	35,89	2,80	162,49	29,75	2,16	2,43	5,40	282,00	27,26
180x110x10	14,0	4,7	28,33	952,28	78,59	5,80	276,37	32,27	3,12	165,44	26,96	2,42	2,44	5,88	295,00	22,24
180x110x12	14,0	4,7	33,69	1122,56	93,33	5,77	324,09	38,20	3,10	194,28	31,83	2,40	2,52	5,97	348,00	26,45
200x125x11	14,0	4,7	34,87	1449,02	107,31	6,45	446,36	45,98	3,58	263,84	38,27	2,75	2,79	6,50	465,00	27,37
200x125x12	14,0	4,7	37,89	1568,19	116,51	6,43	481,93	49,85	3,57	285,04	41,45	2,74	2,83	6,54	503,00	29,74
200x125x14	14,0	4,7	43,87	1800,83	134,64	6,41	550,77	57,43	3,54	326,54	47,57	2,73	2,91	6,62	575,00	34,43
200x125x16	14,0	4,7	49,77	2026,08	152,41	6,38	616,66	64,83	3,52	366,99	53,56	2,72	2,99	6,71	643,00	39,07

### 5.3 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок (ГОСТ 26020-83)



$h$  - высота двутавра;  
 $b$  - ширина полки;  
 $s$  - толщина стенки;  
 $t$  - толщина полки;  
 $r$  - радиус сопряжения;

$A$  - площадь сечения;  
 $G$  - масса одного метра двутавра;  
 $J$  - момент инерции;  
 $W$  - момент сопротивления;  
 $S$  - статический момент полусечения;  
 $i$  - радиус инерции;

21

Номер профиля	мм					A, см <sup>2</sup>	G, кг/м	Справочные величины для осей						
	h	b	s	t	r			x-x				y-y		
								J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см
<b>Нормальные (балочные) двутавры</b>														
10Б1	100,0	55	4,1	5,7	7	10,32	8,1	171	34,2	19,7	4,07	15,9	5,8	1,24
12Б1	117,6	64	3,8	5,1	7	11,03	8,7	257	43,8	24,9	4,83	22,4	7,0	1,42
12Б2	120,0	64	4,4	6,3		13,21	10,4	318	53,0	30,4	4,90	27,7	8,6	1,45
14Б1	137,4	73	3,8	5,6	7	13,39	10,5	435	63,3	35,8	5,70	36,4	10,0	1,65
14Б2	140,0	73	4,7	6,9		16,43	12,9	541	77,3	44,2	5,74	44,9	12,3	1,65
16Б1	157,0	82	4,0	5,9	9	16,18	12,7	689	87,8	49,5	6,53	54,4	13,3	1,83
16Б2	160,0	82	5,0	7,4		20,09	15,8	869	108,7	61,9	6,58	68,3	16,6	1,84
18Б1	177,0	91	4,3	6,5	9	19,58	15,4	1063	120,1	67,7	7,37	81,9	18,0	2,04
18Б2	180,0	91	5,3	8,0		23,95	18,8	1317	146,3	83,2	7,41	100,8	22,2	2,05
20Б1	200,0	100	5,6	8,5	12	28,49	22,4	1943	194,3	110,3	8,26	142,3	28,5	2,23
23Б1	230,0	110	5,6	9,0	12	32,91	25,8	2996	260,5	147,2	9,54	200,3	36,4	2,47
26Б1	258,0	120	5,8	8,5	12	35,62	28,0	4024	312,0	176,6	10,63	245,6	40,9	2,63
26Б2	261,0	120	6,0	10,0		39,70	31,2	4654	356,6	201,5	10,83	288,8	48,1	2,70

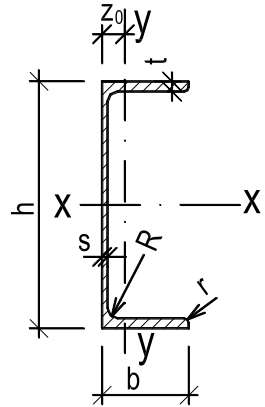


Номер профиля	мм					A, см <sup>2</sup>	G, кг/м	Справочные величины для осей						
	h	b	s	t	r			x-x				y-y		
								J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см
30Б1	296	140	5,8	8,5	15	41,92	32,9	6328	427,0	240,0	12,29	390,0	55,7	3,05
30Б2	299	140	6,0	10,0		46,67	36,6	7293	487,8	273,8	12,50	458,6	65,5	3,13
35Б1	346	155	6,2	8,5	18	49,53	38,9	10060	581,7	328,6	14,25	529,6	68,3	3,27
35Б2	349	155	6,5	10,0		55,17	43,3	11550	662,2	373,0	14,47	622,9	80,4	3,36
40Б1	392	165	7,0	9,5	21	61,25	48,1	15750	803,6	456,0	16,03	714,9	86,7	3,42
40Б2	396	165	7,5	11,5		69,72	54,7	18530	935,7	529,7	16,30	865,0	104,8	3,52
45Б1	443	180	7,8	11,0	21	76,23	59,8	24940	1125,8	639,5	18,09	1073,7	119,3	3,75
45Б2	447	180	8,4	13,0		85,96	67,5	28870	1291,9	732,9	18,32	1269,0	141,0	3,84
50Б1	492	200	8,8	12,0	21	92,98	73,0	37160	1511,0	860,4	19,99	1606,0	160,6	4,16
50Б2	496	200	9,2	14,0		102,80	80,7	42390	1709,0	970,2	20,30	1873,0	187,3	4,27
55Б1	543	220	9,5	13,5	24	113,37	89,0	55680	2051,0	1165,0	22,16	2404,0	218,6	4,61
55Б2	547	220	10,0	15,5		124,75	97,9	62790	2296,0	1302,0	22,43	2760,0	250,9	4,70
60Б1	593	230	10,5	15,5	24	135,26	106,2	78760	2656,0	1512,0	24,13	3154,0	274,3	4,83
60Б2	597	230	11,0	17,5		147,30	115,6	87640	2936,0	1669,0	24,39	3561,0	309,6	4,92
70Б1	691	260	12,0	15,5	24	164,70	129,3	125930	3645,0	2095,0	27,65	4556,0	350,5	5,26
70Б2	697	260	12,5	18,5		183,60	144,2	145912	4187	2393,0	28,19	5437,0	418,2	5,44
80Б1	791	280	13,5	17,0	26	203,20	159,5	199500	5044	2917,0	31,33	6244,0	446,0	5,54
80Б2	798	280	14,0	20,5		226,60	177,9	232200	5820	3343,0	32,01	7527,0	537,6	5,76
90Б1	893	300	15,0	18,5	30	247,10	194,0	304400	6817	3964,0	35,09	8365,0	557,6	5,82
90Б2	900	300	15,5	22,0		272,40	213,8	349200	7760	4480,0	35,80	9943,0	662,8	6,04
100Б1	990	320	16,0	21,0	30	293,82	230,6	446000	9011	5234,0	38,96	11520,0	719,9	6,26
100Б2	998	320	17,0	25,0		328,90	258,2	516400	10350	5980,0	39,62	13710,0	856,9	6,46
100Б3	1006	320	18,0	29,0		364,00	285,7	587700	11680	6736,0	40,18	15900,0	993,9	6,61
100Б4	1013	320	19,5	32,5		400,60	314,5	655400	12940	7470,0	40,45	17830,0	1114,3	6,67
Колонные двутавры														
20К1	195	200	6,5	10,0	13	52,82	41,5	3820	392	216	8,50	1334	133	5,03
20К2	198	200	7,0	11,5		59,70	46,9	4422	447	247	8,61	1534	153	5,07



Номер профиля	мм					A, см <sup>2</sup>	G, кг/м	Справочные величины для осей						
	h	b	s	t	r			x-x				y-y		
								J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см
23K1	227	240	7,0	10,5	14	66,51	52,2	6589	580	318	9,95	2421	202	6,03
23K2	230	240	8,0	12,0		75,77	59,5	7601	661	365	10,02	2766	231	6,04
26K1	255	260	8,0	12,0	16	83,08	65,2	10300	809	445	11,14	3517	271	6,51
26K2	258	260	9,0	13,5		93,19	73,2	11700	907	501	11,21	3957	304	6,52
26K3	262	260	10,0	15,5		105,90	83,1	13560	1035	576	11,32	4544	349	6,55
30K1	296	300	9,0	13,5	18	108,00	84,8	18110	1223	672	12,95	6079	405	7,50
30K2	300	300	10,0	15,5		122,70	96,3	20930	1395	771	13,06	6980	465	7,54
30K3	304	300	11,5	17,5		138,72	108,9	23910	1573	874	13,12	7881	525	7,54
35K1	343	350	10,0	15,0	20	139,70	109,7	31610	1843	1010	15,04	10720	613	8,76
35K2	348	350	11,0	17,5		160,40	125,9	37090	2132	1173	15,21	12510	715	8,83
35K3	353	350	13,0	20,0		184,10	144,5	42970	2435	1351	15,28	14330	817	8,81
40K1	393	400	11,0	16,5	22	175,80	138,0	52400	2664	1457	17,26	17610	880	10,00
40K2	400	400	13,0	20,0		210,96	165,6	64140	3207	1767	17,44	21350	1067	10,06
40K3	409	400	16,0	24,5		257,80	202,3	80040	3914	2180	17,62	26150	1307	10,07
40K4	419	400	19,0	29,5		308,60	242,2	98340	4694	2642	17,85	31500	1575	10,10
40K5	431	400	23,0	35,5		371,00	291,2	121570	5642	3217	18,10	37910	1896	10,11

### 5.4 Швеллеры стальные горячекатаные с уклоном внутренних граней полок (ГОСТ 8240-97)



$h$  - высота швеллера;  
 $b$  - ширина полки;  
 $s$  - толщина стенки;  
 $t$  - толщина полки;  
 $R$  - радиус внутреннего закругления;  
 $r$  - радиус закругления полки

$A$  - площадь сечения;  
 $G$  - масса одного метра швеллера;  
 $J$  - момент инерции;  
 $W$  - момент сопротивления;  
 $i$  - радиус инерции;  
 $S$  - статический момент полусечения;

Номер швеллера	$h$	$b$	$s$	$t$	$R$	$r$	$A, \text{см}^2$	$G, \text{кг/м}$	Справочные значения для осей							$z_0, \text{см}$
									X-X				Y-Y			
									$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$S_x, \text{см}^3$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	
5У	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	0,95	1,16
6,5У	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	1,08	1,24
8У	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	7,05	89,4	22,4	3,16	23,30	12,80	4,75	1,19	1,31
10У	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	1,37	1,44
12У	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	1,53	1,54
14У	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	1,70	1,67
16У	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	1,87	1,80
16аУ	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	2,01	2,00
18У	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	2,04	1,94
18аУ	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5	22,20	17,40	1190,0	132,0	7,32	76,10	105,00	20,00	2,18	2,13
20У	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	2,20	2,07
22У	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	2,37	2,21
24У	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	2,60	2,42
27У	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	2,73	2,47





Номер швеллера	$h$	$b$	$s$	$t$	$R$	$r$	$A, \text{ см}^2$	$G, \text{ кг/м}$	Справочные значения для осей						$z_0, \text{ см}$	
					не более				X-X			y-y				
	мм				$J_x, \text{ см}^4$	$W_x, \text{ см}^3$	$i_x, \text{ см}$	$S_x, \text{ см}^3$	$J_y, \text{ см}^4$	$W_y, \text{ см}^3$	$i_y, \text{ см}$					
30У	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	2,84	2,52
33У	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	2,97	2,59
36У	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	53,40	41,90	10820,0	601,0	14,20	350,00	513,00	61,70	3,10	2,68
40У	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	3,23	2,75

**6 ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРИВЕДЕННОЙ ДЛИНЫ  $\mu$   
ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ**

Схема закрепления концов стержня			
			
$\mu = 1$	$\mu = 0,7$	$\mu = 2$	$\mu = 0,5$

**7 ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФОРМУЛЫ ЯСИНСКОГО**

$\sigma_{кр} = a - b\lambda$  И ПРЕДЕЛЬНОЙ ГИБКОСТИ  $\lambda_{пред}$

Материал	$\lambda_{пред}$	$a, МПа$	$b, МПа$
Сталь	100	310	1,14
Чугун	80	776	12
Древесина (сосна)	110	29,3	0,194

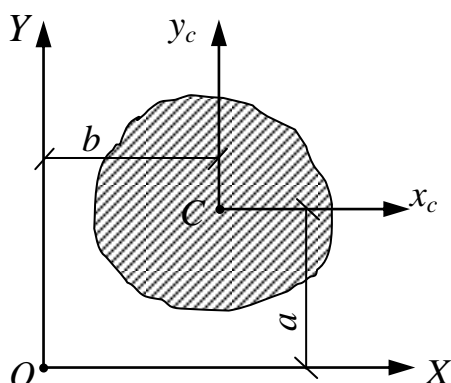
Для чугуна  $\sigma_{кр} = a - b\lambda + c\lambda^2$ , где  $c = 0,053 МПа$

**8 ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $\varphi$  ПРОДОЛЬНОГО ИЗГИБА  
ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Гибкость $\lambda$	Сталь	Чугун	Алюми- ний	Железо- бетон	Бетон В20	Древесина (сосна, ель)
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	0.99	0.97	1.00	1.00	1.00	0.99
20	0.97	0.91	1.00	1.00	0.96	0.97
30	0.95	0.81	0.83	1.00	0.90	0.93
40	0.92	0.69	0.70	1.00	0.84	0.87
50	0.89	0.57	0.57	1.00	0.76	0.80
60	0.86	0.44	0.45	0.83	0.70	0.71
70	0.81	0.34	0.35	0.73	0.63	0.61
80	0.75	0.26	0.27	0.64	0.57	0.49
90	0.69	0.20	0.21	0.57	0.51	0.38
100	0.60	0.16	0.17	0.52	0.45	0.31
110	0.52	-	0.14	-	-	0.25
120	0.45	-	0.12	-	-	0.22
130	0.40	-	0.10	-	-	0.18
140	0.36	-	0.09	-	-	0.16
150	0.32	-	0.08	-	-	0.14
160	0.29	-	-	-	-	0.12
170	0.26	-	-	-	-	0.11
180	0.23	-	-	-	-	0.10
190	0.21	-	-	-	-	0.09
200	0.19	-	-	-	-	0.08
210	0.17	-	-	-	-	0.07
220	0.16	-	-	-	-	0.06

## 9 ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

### 9.1 Моменты инерции относительно параллельных осей

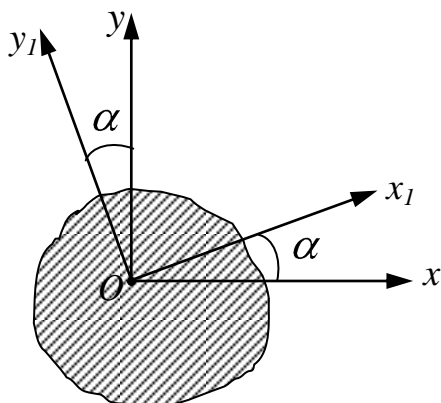


$$J_X = J_{x_c} + a^2 A$$

$$J_Y = J_{y_c} + b^2 A$$

$$J_{XY} = J_{x_c y_c} + abA$$

### 9.2 Зависимость между моментами инерции при повороте координатных осей

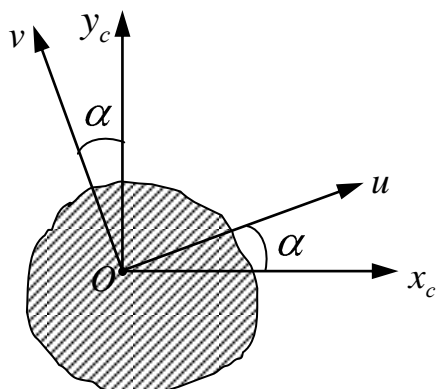


$$J_{x_1} = J_x \cos^2 \alpha + J_y \sin^2 \alpha - J_{xy} \sin 2\alpha$$

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

$$J_{x_1 y_1} = J_{xy} \cos 2\alpha - \frac{1}{2} (J_y - J_x) \sin 2\alpha$$

### 9.3 Главные моменты инерции

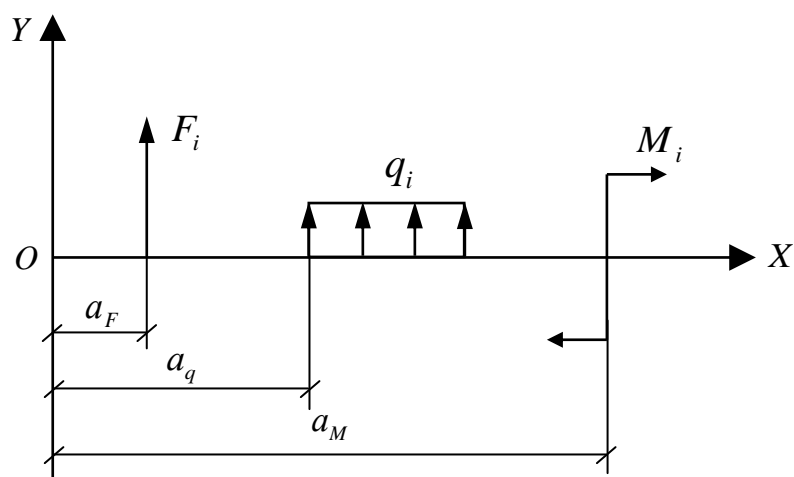


$$J_{uv} = J_{\max, \min} = \frac{J_{x_c} + J_{y_c}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{J_{x_c} - J_{y_c}}{2}\right)^2 + J_{x_c y_c}^2}$$

### 9.4 Определение положения главных осей

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{J_{x_c y_c}}{J_u - J_{y_c}}$$

## 10 ФОРМУЛЫ МЕТОДА НАЧАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ



$$EJv \curvearrowright \equiv EJv_0 + EJ\theta_0 \cdot z + M_0 \frac{z^2}{2} + Q_0 \frac{z^3}{6} + \sum M_i \frac{\curvearrowleft - a_M}{2} + \sum F_i \frac{\curvearrowleft - a_F}{6} + \sum q_i \frac{\curvearrowleft - a_q}{24}$$

$$EJ\theta \curvearrowright \equiv EJ\theta_0 + M_0 \cdot z + Q_0 \frac{z^2}{2} + \sum M_i \curvearrowleft - a_M \curvearrowright + \sum F_i \frac{\curvearrowleft - a_F}{2} + \sum q_i \frac{\curvearrowleft - a_q}{6}$$

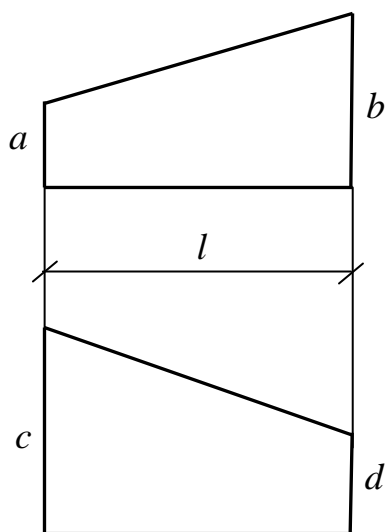
Здесь  $a_M$ ,  $a_F$ ,  $a_q$  - соответственно абсциссы точек приложения сосредоточенного момента  $M$ , силы  $F$ , начала равномерно распределенной нагрузки интенсивностью  $q$ , отсчитываемые от начала координат, помещенного на левом конце балки.

Знаки сумм распространяются на все нагрузки, расположенные слева от сечения балки, для которого находят прогиб  $v$  и угол поворота  $\theta$ .

Начальные параметры  $v_0$ ,  $\theta_0$ ,  $M_0$ ,  $Q_0$  определяются из условий закрепления балки.

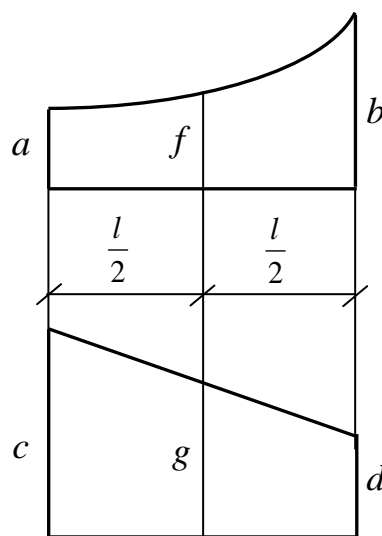
## 11 ФОРМУЛЫ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ

Формула трапеций



$$\Delta = \frac{l}{6EJ} \left( d + bc + 2ac + 2bd \right)$$

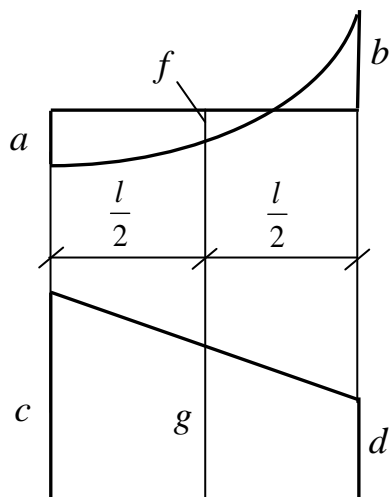
Формула Симпсона



$$\Delta = \frac{l}{6EJ} \left( c + bd + 4fg \right)$$

Произведения ординат, лежащих по одну сторону от оси, подставляются в формулы со знаком «плюс», по разные стороны – со знаком «минус».

Например,



$$\Delta = \frac{l}{6EJ} \left( ac + bd - 4fg \right)$$

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности/ под ред. Варданяна Г.С.– М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 1995. – 572 с.
2. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов/ Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В - Киев: Издательство «Наукова думка», 1988. – 736 с.
3. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения: СНиП 52-01-2003 – Взамен СНиП 2.03.01-84: введ. 01.03.2004 – М., 2004. – 24 с.
4. Деревянные конструкции. Нормы проектирования: СНиП II-25-80. – М., 1982. – 42 с.
5. Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования: СНиП II-22-81. – М., 1995. – 49 с.
6. Стальные конструкции: СНиП II-23-81\*. – М., 1991. – 125 с.
7. Справочник по теории упругости (для инженеров-строителей)/ под ред. Варвака П.М., Рябова А.Ф. – Киев: Будівельник, 1971. – 418 с.
8. Фесик С.П. Справочник по сопротивлению материалов/ Фесик С.П. - Киев: Будівельник, 1982. – 179 с.