

ОПД.Ф.02.02 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания по использованию основных стандартов
и справочных данных для студентов машиностроительных и строительных специальностей

Методические указания по использованию основных стандартов и справочных данных. В них изложены требования к оформлению расчётно-проектировочных заданий, приводятся основные сведения по физико-механическим свойствам материалов и другие справочные данные. Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения.

Содержание

Введение	5
1 Правила оформления расчетно-проектировочных заданий	6
2 Механические характеристики и допускаемые напряжения материалов	8
3 Геометрические характеристики	13
4 Значения коэффициентов при продольном изгибе	23
5 Приставки для образования кратных и дольных единиц	25
6 Справочные данные для расчетов при повторно-переменном нагрузении	26
7 Ряд нормальных линейных размеров	27
Перечень основных обозначений	28
Список литературы	30
Приложение А	31

Введение

При выполнении расчётно–проектировочных заданий и контрольных работ по сопротивлению материалов студентам зачастую приходится прибегать к различной справочной литературе в поисках необходимых данных. Как правило, одного лишь справочника по сопротивлению материалов оказывается недостаточно, так как в нём отсутствуют правила оформления чертежей, ряды нормальных размеров и другие, не относящиеся к сопротивлению материалов, сведения. В результате поиск нужной в данный момент величины может превратиться в достаточно трудоёмкую задачу.

Цель настоящих методических указаний – представить в концентрированном виде справочные данные, сведения из государственных стандартов ГОСТов и облегчить, таким образом, работу студентов при решении задач и оформлении расчётно–проектировочных заданий.

Методические указания предназначены для студентов машиностроительных и строительных специальностей, выполняющих расчётно–проектировочные работы по сопротивлению материалов.

1 Правила оформления расчетно-проектировочных заданий

Текстовая часть задания должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к оформлению текстовой конструкторской документации. Размер формата расчётно–пояснительной записки А4 (210х297 мм). Обложка задания обычно оформляется в соответствии с приложением А.

Каждый лист пояснительной записки снабжается рамкой и соответствующим штампом. Первым листом считается лист, на котором изображена заданная схема, есть исходные данные для расчёта и конечные цели задания. На первом листе выполняется штамп в соответствии с рисунком 1.1. На последующих страницах выполняется штамп в соответствии с рисунком 1.2.

Текст расчётно–пояснительной записки выполняется разборчивым почерком, допускаются только общепризнанные сокращения слов. При выполнении расчётов вначале записывается формула, затем подставляются численные значения, и лишь после этого пишется ответ и ставится соответствующая единица измерения.

Графическая часть задания выполняется на стандартных листах формата А4 или А3 (297х420 мм) чертёжной бумаги карандашом. Каждый лист имеет рамку и штамп в соответствии с рисунком 1.3. Указанные графы и штампы должны быть заполнены в следующем порядке:

- графа 1 - наименование задания;
- графа 2 – обозначение задания (например, РПЗ 01.12, где 01 -номер задания; 12 - вариант);
- графа 3 – номер листа с исходными данными ;
- графа 4 – количество листов записки;
- графа 5 – БРУ, номер группы;
- графа 6 – порядковый номер листа;
- графа 7 – фамилия студента;
- графа 8 – фамилия преподавателя.

Если размеры вычерчиваемых схем деталей очень большие или очень маленькие, то следует пользоваться стандартными масштабами уменьшения 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10 и т. д. или увеличения 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1.

					(2)			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		(7)			(1)	Лит.	Лист	Листов
Пров.		(8)					(3)	(4)
						(5)		
Н. контр.								
Утв.								

Рисунок 1.1 - Основная надпись (для листа с исходными данными)

					(2)		Лист
							(6)
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Рисунок 1.2 - Основная надпись (для последующих листов пояснительной записки)

					(2)					
					(1)	Лит			Масса	Масшт
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
Разраб.		(7)								
Пров.		(8)								
Т.контр.						Лист			Листов	
Н.контр.						(5)				
Утв.										

Рисунок 1.3 – Основная надпись (для графического листа)

2 Механические характеристики и допускаемые напряжения материалов

При различных видах деформаций требуется знать числовые значения величин механических характеристик материала и его физико-механические свойства.

В таблице 2.1 приводятся сведения о физико-механических свойствах сталей, чугунов, некоторых сплавов и некоторых неметаллических материалов, которые широко используются в машиностроении и строительстве расчетов деталей машин и элементов инженерных конструкций.

Таблица 2.1 – Физико– механические свойства материалов

Материал	Модуль упругости, МПа		Коэффициент Пуассона, μ	Удельный вес, γ , $\frac{\text{ед}}{\text{м}^3}$
	E, 10^5	G, 10^5		
Сталь углеродистая	1,96-2,06	0,785-0,794	0,24-0,28	78,6
Сталь легированная	2,06-2,16	0,785-0,794	0,25-0,30	78,5
Стальное литье	1,75	-	0,25-0,33	78,5
Чугун серый, белый	1,13-1,57	0,44	0,23-0,27	72
Чугун ковкий	1,52	-	-	72
Латунь	0,9-1,0	0,35-0,37	0,32-0,42	85
Алюминий	0,59-0,69	0,26-0,37	0,32-0,36	27
Сплавы алюминиевые	0,70-0,72	0,27	0,32	-
Дюралюминий	0,71	0,27-0,37	-	28
Гранит	0,49	-	-	25-28
Мрамор	0,56	-	-	25-28
Кирпичная кладка	0,027-0,03	-	-	
Бетон:				
тяжёлый;	0,17-0,40	-	0,16 –0,18	20
на пористых заполнителях;	0,03 –0,23	-	0,16 –0,18	
ячеистый	0,01 –0,10	-	0,16 –0,18	
Древесина (сосна, ель):				
вдоль волокон;	0,01-0,12	0,055	-	5,5
поперёк волокон	0,005 –0,01	-	-	5,5
Стекло	0,56	0,22	0,25	
Каучук	0,00008	-	0,47	9,1
Текстолит	0,06-0,1	-	-	13,5
Оргстекло	0,03-0,04	-	0,35-0,38	11,8
Капрон	0,014-0,02	-	-	11,4
Фторопласт-4	0,0047-0,0085	-	-	21-23
Стеклопласты	0,18-0,35	-	-	14-19

В справочной литературе по сопротивлению материалов в основном приводятся сведения о широко распространенных материалах (низко- и средне-углеродистые стали, реже чугуны и цветные металлы). Но для расчетов очень часто требуются механические характеристики специальных сталей и сплавов, которые подвергались термической обработке и обладают более высокими механическими свойствами. Поэтому в таблицах 2.2 и 2.3 содержатся сведения о механических характеристиках некоторых обычных и упрочненных конструкционных сталей, цветных металлов и неметаллов.

Таблица 2.2 - Механические характеристики углеродистых конструкционных сталей

Марка стали	σ_B	σ_T	τ_T	Относительное удлинение, % при l=10d	Ударная вязкость $\frac{A_k}{2} \cdot 10^5$	σ_{-1}^u	σ_{-1}^0	τ_{-1}^k
	МПа					МПа		
20	420	250	160	25	-	170-200	120-160	100-130
30	500	300	170	21	8	200-270	170-210	110-140
45	610	360	220	16	5	250-340	190-250	150-200
	(900)	(600)	250	(19)	(15)			
50 Г	710	420		11	4	-	-	-
	(960)	(700)		(9)				
20 X	800	650	-	11	6	380	-	170-230
40 X	850	620	-	10	6	350-380	25	225
	(1000)	(800)	-		(17)			
40XH	(1000)	(800)	(390)	11	7	(400)	(290)	(240)
38XMЮА	(1000)	(1000)	-	(9)	(9)	(420-450)	-	-
20XH3A	(950)	(750)	-	(12)	(10)	(430-450)	(300-320)	(245-255)
40XHMA	(1000)	(950)	-	(12)	(10)	(500-700)	-	(270-280)
30XГСА	1100	850	-	10	5	510-540	500-535	220-245
	(1700)	(1070)		(6)		(750)		(430)
Примечание - () механические характеристики стали после термообработки								

Таблица 2.3 - Механические характеристики некоторых цветных металлов и неметаллов

Материал	Предел прочно- сти, МПа	Предел текучести, пропорциональ- ности, МПа	Предел выносливо- сти, МПа
Латуни:			
Л68 мягкая	$\sigma_p = 320$	$\sigma_{0,1} = 91$	$\sigma_{-1} = 120$
Л68 твердая	$\tau_{ср} = 200$		
	$\sigma_p = 600$	$\sigma_{0,1} = 520$	$\sigma_{-1} = 150$
ЛТц 58-2 мягкая	$\sigma_p = 400$	$\sigma_T = 156$	-
ЛТц 58-2 твердая	$\sigma_p = 700$	-	-
Бронзы:			
Бр. 0-10	$\sigma_p = 250$	-	-
Бр. ОЦ 8-4	$\sigma_p = 200$	$\sigma_T = 40-50$	-
Бр. А5	$\sigma_p = 800$	$\sigma_T = 500$	$\sigma_{-1} = 134$
		$\sigma_{пл} = 480$	
Алюминевые сплавы:			
АЛ1	$\sigma_p = 200$ $\tau_{ср} = 170$	$\sigma_T = 170$	$\sigma_{-1} = 56$
Д16, Д 16П	$\sigma_p = 210-300$	$\sigma_T = 380$	$\sigma_{-1} = 140$
Стеклопласты	$\sigma_p = 260-400$ $\sigma_c = 100-300$ $\sigma_H = 130-150$	$\sigma_{пл} = 122-260$	$\sigma_{-1} / \sigma_B = 0,22-0,25$
Капрон	$\sigma_p = 60$ $\sigma_H = 90$	-	-
Гранит	$\sigma_p = 3$ $\sigma_c = 120-260$	-	-
Мрамор	$\sigma_c = 100-180$	-	-
Кладка кирпича	$\sigma_c = 2,5-9$		
Бетон	$\sigma_c = 5-48$		
	$\sigma_p = 9,31 - 11,55$	$\sigma_{пл} = 61$	
	$\sigma_c = 42,7 - 46,6$	$\sigma_{пл} = 31$	
	$\sigma_H = 73,6 - 87,7$		
	$\tau_{ср} = 6,2 - 7,3$		
Примечания: σ_p, σ_c – предел прочности при растяжении и сжатии; σ_H – предел прочности при изгибе; $\sigma_{ср}$ – предел прочности при срезе; $\sigma_{пл}$ – предел пропорциональности при растяжении; σ_T – предел текучести при растяжении.			

При расчетах на прочность можно руководствоваться таблицами 2.4-2.6, в которых приведены допускаемые напряжения и расчетные сопротивления материалов.

Таблица 2.4 - Допускаемые напряжения и расчетные сопротивления материалов при статическом нагружении

Материал	Допускаемые напряжения, МПа				Расчетное сопротивление, R, МПа
	При растяжении, $[\sigma]_p$	При изгибе, $[\sigma]_{из}$	При кручении, $[\sigma]_{кр}$	При срезе $[\sigma]_{ср}$	
Ст.3	125	150	95	75	210
Ст.5	165	200	125	100	
Сталь 45	200	240	150	125	
	(300)	(360)	(230)	(185)	
Сталь 50Г	210	260	160	130	
	(270)	(330)	(250)	(165)	
Сталь 40Х	200	240	150	120	
	(440)	(530)	(330)	(270)	
Сталь 20Х	190	230	140	115	
	(290)	(350)	(220)	(175)	
Сталь 30ГХСА	200	240	150	120	
	(510)	(690)	(390)	(310)	
Чугун серый	28-80 120-150(сжатие)	-	-	-	70 180(сжатие)
Латунь	70-140				140
Бронза	60-120				
Дюралюминий	80-150				170
Текстолит	30-40				
Сосна вдоль волокон	7-10 10-12 (сжатие)				8,5-16
Кирпичная кладка	До 0,2 0,6-2,5 (сжатие)				
Бетон	0,1-0,7 1-9 (сжатие)				2 10 (сжатие)
Примечание – () – допускаемые напряжения после термообработки.					

Таблица 2.5 - Расчётные сопротивления проката для стальных конструкций и отливок из серого чугуна

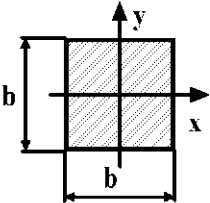
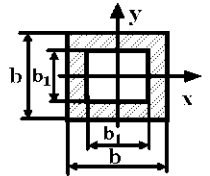
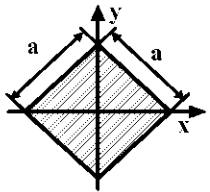
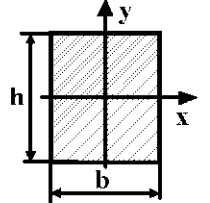
Материал	Расчётное сопротивление, МПа			
	R_y	R_u	R_t	R_c
Сталь листовая, прокат, фасонная				
C245	240	360	-	-
C255	240	360	-	-
C285	280	390	-	-
C375	345	480	-	-
Чугун серый				
СЧ15	-	-	55	160
СЧ20	-	-	65	200
СЧ25	-	-	85	230
СЧ39	-	-	100	250

Таблица 2.6 – Расчётные сопротивления срезу и растяжению стальных болтов

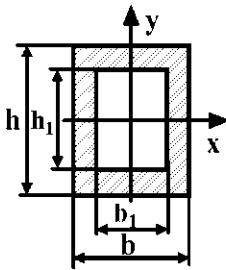
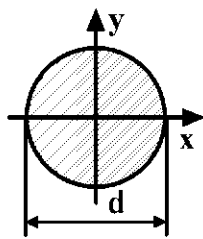
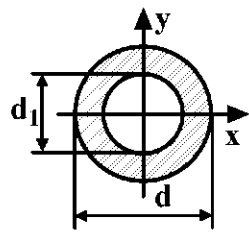
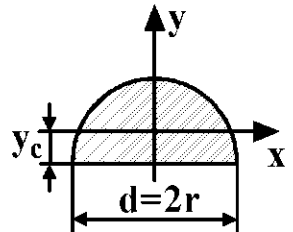
Напряжённое состояние	Расчётное сопротивление, МПа			
	Классы болтов			
	4,6	4,8	5,6	5,8
Срез, R_{bs}	150	160	190	200
Растяжение, R_{bt}	175	160	210	200

3 Геометрические характеристики

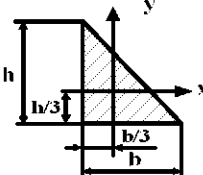
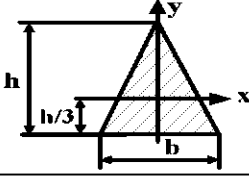
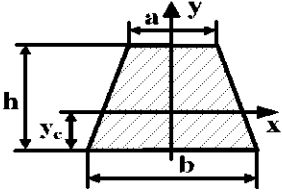
Таблица 3.1 – Геометрические характеристики плоских сечений

Сечение	Площадь сечения	Осевой момент инерции I_x, I_y	Момент сопротивления W_x, W_y	Радиус инерции i_x, i_y
1	2	3	4	5
	b^2	$I_x = I_y = \frac{b^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{b^3}{6} \approx 0,118 b^3$	$i_x = i_y = \frac{b}{\sqrt{12}} \approx 0,289 b$
	$b^2 - b_1^2$	$I_x = I_y = \frac{b^4 - b_1^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{b^4 - b_1^4}{6 \times b}$	$i_x = i_y = \sqrt{\frac{b^2 + b_1^2}{12}}$
	a^2	$I_x = I_y = \frac{a^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{\sqrt{2}a^3}{12} \approx 0,118 a^3$	$i_x = i_y = \frac{a}{\sqrt{12}} \approx 0,289 a$
	bh	$I_x = \frac{bh^3}{12}; I_y = \frac{hb^3}{12}$	$W_x = \frac{bh^2}{6}; W_y = \frac{hb^2}{6}$	$i_x = \frac{h}{\sqrt{12}} \approx 0,289 h$ $i_y = \frac{b}{\sqrt{12}} \approx 0,289 b$

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
	$bh - b_1h_1$	$I_x = \frac{bh^3 - b_1h_1^3}{12};$ $I_y = \frac{b^3h - b_1^3h_1}{12}$	$W_x = \frac{bh^3 - b_1h_1^3}{6h};$ $W_y = \frac{b^3h - b_1^3h_1}{6b}$	$i_x = \sqrt{\frac{bh^3 - b_1h_1^3}{12(bh - b_1h_1)}}$ $i_y = \sqrt{\frac{hb^3 - h_1b_1^3}{12(bh - b_1h_1)}}$
	$\frac{\pi d^2}{4}$	$I_x = I_y = \frac{\pi d^4}{64}; \quad I_\rho = \frac{\pi d^4}{32}$	$W_x = W_y = \frac{\pi d^3}{32}; \quad W_\rho = \frac{\pi d^3}{16}$	$i_x = i_y = \frac{d}{4}$
	$\frac{\pi(d^2 - d_1^2)}{4}$	$I_x = I_y = \frac{\pi(d^4 - d_1^4)}{64};$ $I_\rho = \frac{\pi(d^4 - d_1^4)}{32}$	$W_x = W_y = \frac{\pi(d^4 - d_1^4)}{32d};$ $W_\rho = \frac{\pi(d^4 - d_1^4)}{16d};$	$i_x = i_y = \frac{\sqrt{d^2 + d_1^2}}{4}$
	$\frac{\pi d^2}{8} = \frac{\pi r^2}{2}$	$I_x = 0,11r^4 = 0,007d^4;$ $I_y = 0,4r^4 = 0,025d^4$	$W_{xB} = 0,1912r^3 = 0,0239d^3;$ $W_{xII} = 0,258r^3 = 0,0323d^3;$ $W_y = 0,4r^3 = 0,05d^3$	$i_x = 0,264r = 0,132d;$ $i_y = 0,5r = 0,25d$

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4	5
	$\frac{bh}{2}$	$I_x = \frac{bh^3}{36}; I_y = \frac{hb^3}{36}$	$W_{\text{XB}} = \frac{bh^2}{24}; W_{\text{XH}} = \frac{bh^2}{12};$ $W_{\text{YH}} = \frac{bh^2}{24}; W_{\text{YA}} = \frac{bh^2}{12}$	$i_x = \frac{h}{\sqrt{18}} \approx 0,236h;$ $i_y = \frac{b}{\sqrt{18}} \approx 0,236b$
	$\frac{bh}{2}$	$I_x = \frac{bh^3}{36}; I_y = \frac{hb^3}{48}$	$W_{\text{XB}} = \frac{bh^2}{24}; W_{\text{XH}} = \frac{bh^2}{12};$ $W_y = \frac{bh^2}{24}$	$i_x = \frac{h}{\sqrt{18}} \approx 0,236h;$ $i_y = \frac{b}{\sqrt{24}} \approx 0,204b$
 $y_c = \frac{h(2a+b)}{3(a+b)}$	$\frac{a+b}{2}h$	$I_x = \frac{h^3(a^2 + 4ab + b^2)}{36(a+b)};$ $I_y = \frac{h(b^4 - a^4)}{48(b-a)}$	$W_{\text{XB}} = \frac{h^2(a^2 + 4ab + b^2)}{12(a+b)};$ $W_{\text{YH}} = \frac{h^2(a^2 + 4ab + b^2)}{12(2a+b)}$ $W_y = \frac{h(b^4 - a^4)}{24(b^2 - ba)}$	$i_x = \sqrt{\frac{h^2(a^2 + 4ab + b^2)}{18(a+b)^2}}$ $i_y = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{24}}$
Примечания:- 1 $W_{\text{XB}}, W_{\text{XH}}, W_{\text{YH}}, W_{\text{YA}}$ – осевые моменты сопротивления крайних верхних, нижних, правых и левых волокон соответственно; 2 Единицы измерений величин: площадь сечения $F, \text{ м}^2 = 10^4 \text{ см}^2$; осевые и полярный моменты инерции $I_x, I_y, I_p, \text{ м}^4 = 10^8 \text{ см}^4$; осевые и полярный моменты сопротивления $W_x, W_y, W_p, \text{ м}^3 = 10^6 \text{ см}^3$; радиусы инерции $i_x, i_y, \text{ м} = 10^2 \text{ см}$.				

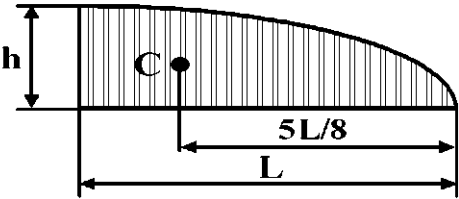
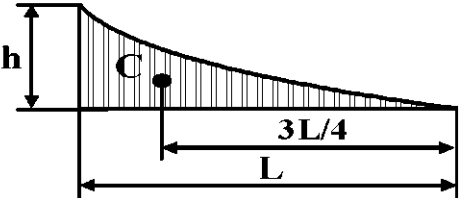
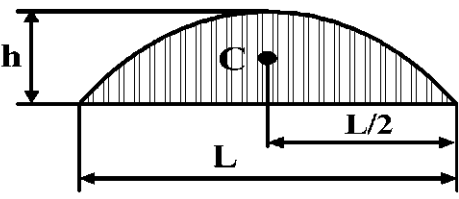
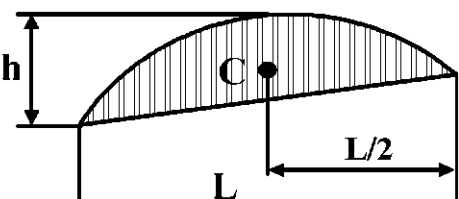
Одним из объектов изучения в сопротивлении материалов является брус. Основным геометрическим элементом бруса является поперечное сечение.

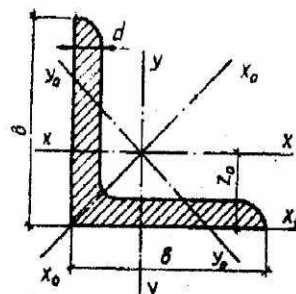
Поперечное сечение образуется секущей плоскостью, перпендикулярной оси бруса. Поперечное сечение может представлять собой как простую геометрическую фигуру (круг, квадрат, прямоугольник и др.), так и прокатный профиль (уголок, швеллер, двутавр).

В расчетах на прочность, жесткость, устойчивость используются различные геометрические характеристики. Определение значений геометрических характеристик зависит от формы поперечного сечения. Для простых фигур значения геометрических характеристик вычисляются по формулам, приведенным в таблице 3.1. В таблицах 3.3-3.6 приведены значения геометрических характеристик стандартных профилей проката.

При перемножении эпюр по способу Верещагина определяются площадь эпюры от заданных нагрузок на каждом участке рамы или балки. В таблице 3.2 приведены площади фигур, очерченных квадратичной параболой и указаны координаты их центров тяжести.

Таблица 3.2 – Площади фигур, очерченных квадратичной параболой

Фигура	Площадь, ω
	$\frac{2Lh}{3}$
	$\frac{Lh}{3}$
	$\frac{Lh}{2} = \frac{ql^3}{12}$
	$\frac{ql^3}{12}$



b, d - ширина и толщина полки; I, i - момент и радиус инерции; Z_0 - расстояние от центра тяжести до наружной грани полки; R – радиус внутреннего закругления; r – радиус закругления полки

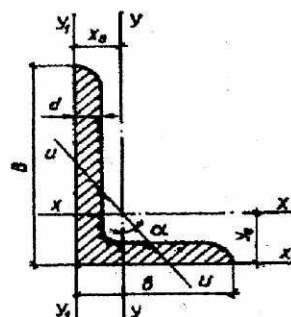
Рисунок 3.1 - Уголок равнополочный

Таблица 3.3 – Сталь прокатная угловая равнополочная [7]

Номер уголка	b	d	R	r	Пло- щадь попе- речно- го се- чения, см ²	Справочная величина для оси									
						x - x			X ₀ - X ₀		Y ₀ - Y ₀			I _{xy} , см ⁴	Z ₀ , см
						I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	I _{x0max} , см ⁴	I _{x0max} , см	I _{y0min} , см ⁴	W _{y0min} , см ³	I _{y0min} , см		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4,0	40	4	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
4,5	45	4	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
5,0	50	4	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
6,0	60	8	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
7,0	70	6	8,0	2,7	8,15	37,58	7,43	2,15	59,64	2,71	15,52	5,66	1,38	22,1	1,94
7,0	70	8	8,0	2,7	10,67	48,16	9,68	2,12	76,35	2,68	19,97	6,99	1,37	28,2	2,02

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8,0	80	6	9,0	3,0	9,38	56,97	9,80	2,47	90,40	3,11	23,54	7,60	1,58	33,4	2,19
8,0	80	8	9,0	3,0	12,30	73,36	12,80	2,44	116,39	3,08	30,32	9,44	1,57	43,0	2,27
9,0	90	6	10,0	3,3	10,61	82,10	12,49	2,78	130,00	3,50	33,97	9,88	1,79	48,1	2,43
9,0	90	8	10,0	3,3	13,93	106,11	16,36	2,76	168,42	3,48	43,80	12,34	1,77	62,3	2,51
10	100	8	12,0	4,0	15,60	147,19	20,30	3,07	233,46	3,87	60,92	15,66	1,98	86,3	2,75
10	100	10	12,0	4,0	19,24	178,95	24,97	3,05	283,83	3,84	74,08	18,51	1,96	110	2,83
10	100	12	12,0	4,0	22,80	208,90	29,47	3,03	330,95	3,81	86,84	21,10	1,95	122	2,91
11	110	7	12,0	4,0	15,15	175,61	21,83	3,40	278,54	4,29	72,68	17,36	2,19	106	2,96
11	110	8	12,0	4,0	17,20	198,17	24,77	3,39	314,51	4,28	81,83	19,29	2,18	116	3,00
12,5	125	8	14,0	4,6	19,69	294,36	32,20	3,87	466,76	4,87	121,98	25,67	2,49	172	3,36
12,5	125	10	14,0	4,6	24,33	359,82	39,74	3,85	571,04	4,84	148,59	30,45	2,47	211	3,45
12,5	125	12	14,0	4,6	28,89	422,23	47,06	3,82	670,02	4,82	174,43	34,94	2,46	248	3,53
14	140	9	14,0	4,6	24,72	465,72	45,55	4,34	739,42	5,47	192,03	35,03	2,79	274	3,78
14	140	10	14,0	4,6	27,33	512,29	50,32	4,33	813,62	5,46	210,96	39,05	2,78	301	3,82
16	160	10	16,0	5,3	31,43	774,24	66,19	4,96	1229,10	6,25	319,38	52,52	3,19	455	4,30
16	160	12	16,0	5,3	37,39	912,89	78,62	4,94	1450,00	6,23	375,78	60,53	3,17	537	4,39
16	160	16	16,0	5,3	49,07	1175,19	102,64	4,89	1865,73	6,17	484,64	75,92	3,14	690	4,55
18	180	11	16,0	5,3	38,80	1216,44	92,47	5,60	1933,10	7,06	499,78	72,86	3,59	716	4,85
18	180	12	16,0	5,3	42,19	1316,62	100,41	5,59	2092,78	7,04	540,45	78,15	3,58	776	4,89
20	200	12	18,0	6,0	47,10	1822,78	124,61	6,22	2896,16	7,84	749,40	98,68	3,99	1073	5,37
20	200	14	18,0	6,0	54,60	2097,00	144,17	6,20	3333,00	7,81	861,00	111,50	3,97	1236	5,46
22	220	14	21,0	7,0	60,38	2814,36	175,18	6,83	4470,15	8,60	1158,56	138,62	4,38	1655	5,91
22	220	16	21,0	7,0	68,58	3175,44	198,71	6,80	5045,37	8,58	1305,52	153,34	4,36	1862	6,02
25	250	16	24,0	8,0	78,40	4717,10	258,43	7,76	7492,10	9,78	1942,09	203,45	4,98	2775	6,75



B, b - ширина большей и меньшей полки; I, i - момент и радиус инерции; x_0, y_0 - расстояние от центра тяжести до наружных граней полки

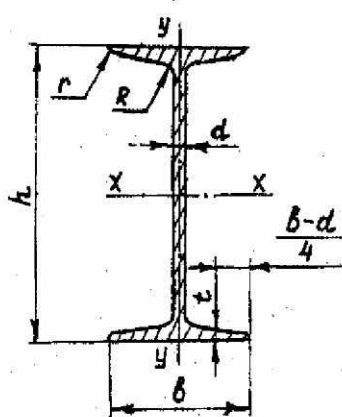
Рисунок 3.2 – Уголок неравнополочный

Таблица 3.4 – Сталь прокатная угловая неравнополочная [8]

Номер уголка	B	b	t	Пло- щадь попе- речного сече- ния, см ²	Справочная величина для оси								x ₀ , см	y ₀ , см	I _{xy} , см ⁴	Угол наклона оси, tg
					x-x			y-y			u-u					
					I _x , см ⁴	W _{x₃} , см ³	i _x , см	I _y , см ⁴	W _{y₃} , см ³	i _y , см	I _{v min} , см ⁴	I _{v min} , см				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4/2,5	40	25	4	2,47	3,93	1,49	1,26	1,18	0,63	0,69	0,71	0,54	0,63	1,37	1,22	0,381
4,5/2,8	45	28	4	2,80	5,68	1,90	1,42	1,69	0,80	0,78	1,02	0,60	0,68	1,51	1,77	0,379
5/3,2	50	32	4	3,17	7,98	2,38	1,59	2,56	1,05	0,90	1,52/	0,69	0,76	1,65	2,59	0,401
5.6/3,6	56	36	5	4,41	13,82	3,70	1,77	4,48	1,65	1,01	2,65	0,78	0,88	1,87	4,50	0,404

Окончание таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6,3/4,0	63	40	6	5,90	23,31	5,58	1,99	7,29	2,42	1,11	4,36	0,86	0,99	2,12	7,44	0,393
7/4,5	70	45	5	5,59	27,76	5,88	2,23	9,05	2,62	1,27	5,34	0,98	1,05	2,28	9,12	0,406
8/5	80	50	6	7,55	48,98	9,15	2,55	14,85	3,88	1,40	8,88	1,08	1,17	2,65	15,50	0,386
9/5,6	90	56	8	11,18	90,87	15,24	2,85	27,08	6,39	1,56	16,29	1,21	1,36	3,04	28,33	0,380
10/6,3	100	63	6	9,58	98,29	14,52	3,20	30,58	6,27	1,79	18,20	1,38	1,42	3,23	31,50	0,393
10/6,3	100	63	8	12,57	126,96	19,01	3,18	39,21	8,17	1,77	23,38	1,36	1,50	3,32	40,50	0,391
10/6,3	100	63	10	15,47	153,95	23,32	3,15	47,18	9,99	1,75	28,34	1,35	1,58	3,40	48,60	0,387
11/7	110	70	8	13,93	171,54	23,22	3,51	54,64	10,20	1,98	32,31	1,52	1,64	3,61	55,90	0,400
12,5/8	125	80	8	15,98	225,62	30,27	4,00	80,95	13,47	2,28	48,82	1,75	1,84	4,05	84,10	0,406
14/9	140	90	8	18,00	363,68	38,25	4,49	119,79	17,19	2,58	70,27	1,98	2,03	4,49	121,00	0,411
14/9	140	90	10	22,24	444,45	47,19	4,47	145,54	21,14	2,56	85,51	1,96	2,12	4,58	147,00	0,409
16/10	160	100	10	25,28	666,59	61,91	5,13	204,09	26,42	2,84	121,16	2,19	2,28	5,23	213,00	0,390
16/10	160	100	14	34,72	897,19	84,65	5,08	271,60	35,89	2,80	162,49	2,16	2,43	5,40	282,00	0,385
18/11	180	110	10	28,33	952,28	78,59	5,80	276,37	32,27	3,12	165,44	2,42	2,44	5,88	295,00	0,376
18/11	180	110	12	33,69	1122,56	93,33	5,77	324,09	38,20	3,10	194,28	2,40	2,52	5,97	348,00	0,374
20/12,5	200	125	12	37,89	1568,19	116,51	6,43	481,93	49,85	3,57	285,04	2,74	2,83	6,54	503,00	0,392
20/12,5	200	125	14	43,87	1800,83	134,64	6,41	550,77	57,43	3,54	326,54	2,73	2,91	6,62	575,00	0,390
20/12,5	200	125	16	49,77	2026,08	152,41	6,38	616,66	64,83	3,52	366,99	2,72	2,99	6,71	643,00	0,388

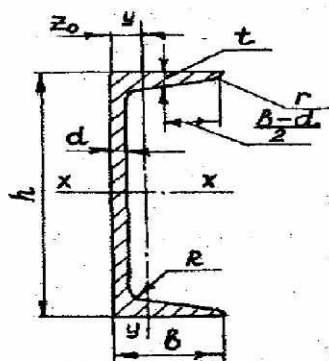


h – высота; d – толщина стенки; t – средняя толщина полки; R – радиус внутреннего закругления; r – радиус закругления полки; W – момент сопротивления; S – статический момент полусечения; i – радиус инерции

Рисунок 3.3 – Двутавр

Таблица 3.5 – Двутавры стальные горячекатаные [9]

Но- мер дву- тав- ра	Размер, мм				Пло- щадь попе- речно- го се- чения, см ²	Справочная величина для оси						
	h	b	d	t		x-x				y-y		
						I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	S _x , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³	i _y , см
10	100	55	4,5	7,2	12,0	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	7,8	20,2	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,50	1,70
18	180	90	5,1	8,1	23,4	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,40	1,88
20	200	100	5,2	8,4	26,8	1840	184,0	8,28	104	115	23,1	2,07
22	220	110	5,4	8,7	30,6	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27
24	240	115	5,6	9,5	34,8	3460	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37
27	270	125	6,0	9,8	40,2	5010	371,0	11,20	210,0	260,0	41,50	2,54
30	300	135	6,5	10,2	46,5	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69
33	330	140	7,0	11,2	53,8	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	12,3	61,9	13380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,89
40	400	155	8,3	13,0	72,6	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03
45	450	160	9,0	14,2	84,7	27696	1231,0	18,10	708,0	808,0	101,00	3,09
50	500	170	10,0	15,2	100,0	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23
55	550	180	11,0	16,5	118,0	55962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39
60	600	190	12,0	17,8	138,0	76806	2560,0	23,60	1491,0	1725,0	182,00	3,54



h - высота; b - ширина полки; d - толщина стенки; R - радиус внутреннего закругления; r - радиус закругления полки; z_0 - расстояние то оси $Y - Y$ до наружной грани стенки; I - момент инерции; W - момент сопротивления; S - статический момент площади полусечения; i - радиус инерции

Рисунок 3.4 - Швеллер

Таблица 3.6 – Швеллеры стальные горячекатаные [10]

Но- мер швел- лера	h, мм	b, мм	d, мм	t, мм	Пло- щадь попе- речно- го се- чения, см ²	Справочная величина для оси							Z ₀ . см
						x-x				y-y			
						I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	S _x , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³	i _y , см	
5	50	32	4,4	7,0	6,16	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,95	1,16
6,5	65	36	4,4	7,2	7,51	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,08	1,24
8	80	40	4,5	7,4	8,98	89,4	22,4	3,16	23,30	12,80	4,75	1,19	1,31
10	100	46	4,5	7,6	10,90	174,0	34,8	3,99	20,40	20,40	6,46	1,37	1,44
12	120	52	4,8	7,8	13,30	304,0	50,6	4,78	29,60	31,20	8,52	1,53	1,54
14	140	58	4,9	8,1	15,60	491,0	70,2	5,60	40,80	45,40	11,00	1,70	1,67
16	160	64	5,0	8,4	18,10	747,0	93,4	6,42	54,10	63,30	13,80	1,87	1,80
16a	160	68	5,0	9,0	19,50	823,0	103,0	6,49	59,40	78,80	16,40	2,01	2,00
18	180	70	5,1	8,7	20,70	1090,0	121,0	7,24	69,80	86,00	17,00	2,04	1,94
18a	180	74	5,1	9,3	22,20	1190,0	132,0	7,32	76,10	105,00	20,00	2,18	2,13
20	200	76	5,2	9,0	23,40	1520,0	152,0	8,07	87,80	113,00	20,50	2,20	2,07
22	220	82	5,4	9,5	26,70	2110,0	192,0	8,89	110,00	151,00	25,10	2,37	2,21
24	240	90	5,6	10,0	30,60	2900,0	242,0	9,73	139,00	208,00	31,60	2,60	2,42
27	270	95	6,0	10,5	35,20	4160,0	308,0	10,90	178,00	262,00	37,30	2,73	2,47
30	300	100	6,5	11,0	40,50	5810,0	387,0	12,00	224,00	327,00	43,60	2,84	2,52
33	330	105	7,0	11,7	46,50	7980,0	484,0	13,10	281,00	410,00	51,80	2,97	2,59
36	360	110	7,5	12,6	53,40	10820,0	601,0	14,20	350,00	513,00	61,70	3,10	2,68
40	400	115	8,0	13,5	61,50	15220,0	761,0	15,70	444,00	642,00	73,40	3,23	2,75

4 Значения коэффициентов при продольном изгибе

Для выполнения расчетов на устойчивость сжатых стержней необходимо определять коэффициент продольного изгиба. В таблице 4.1 приведены величины коэффициентов продольного изгиба в зависимости от гибкости стержня для некоторых конструкционных материалов. В таблице 4.2 приведены значения коэффициентов продольного изгиба для стали в зависимости от величины расчетного сопротивления.

Для определения коэффициентов в формуле Ясинского для расчета критической силы используется таблица 4.3.

Существенное влияние на величину критической силы оказывает способ закрепления стержня. При помощи таблицы 4.4 можно определить коэффициент приведения длины стержня в зависимости от способа его закрепления.

Таблица 4.1 - Значения коэффициента продольного изгиба

Гибкость	Сталь марок		Чугун	Дюралюминий	Дерево
	Ст. 3	14Г2	СЧ24-44		
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	0,99	0,98	0,97	0,999	0,99
20	0,97	0,95	0,91	0,998	0,97
30	0,95	0,92	0,81	0,835	0,93
40	0,92	0,89	0,69	0,700	0,87
50	0,89	0,84	0,57	0,568	0,80
60	0,86	0,78	0,44	0,455	0,71
70	0,81	0,71	0,34	0,353	0,61
80	0,75	0,63	0,26	0,269	0,48
90	0,69	0,54	0,20	0,212	0,38
100	0,60	0,46	0,16	0,172	0,31
110	0,52	0,39	-	0,142	0,25
120	0,45	0,33	-	0,119	0,22
130	0,40	0,29	-	0,101	0,18
140	0,36	0,25	-	0,087	0,16
150	0,32	0,23	-	0,076	0,14
160	0,29	0,21	-	-	0,12
170	0,26	0,19	-	-	0,11
180	0,23	0,17	-	-	0,10
190	0,21	0,15	-	-	0,09
200	0,19	0,13	-	-	0,08
210	0,17	0,12	-	-	-
220	0,16	0,11	-	-	-

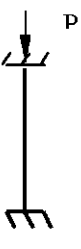
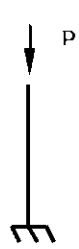
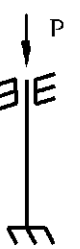
Таблица 4.2 – Коэффициент продольного изгиба (для студентов строительных специальностей)

Гиб- кость λ	Сталь с расчётным сопротивлением R_y , МПа											
	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640
10	0,988	0,987	0,985	0,984	0,983	0,982	0,981	0,980	0,979	0,978	0,977	0,977
20	0,967	0,962	0,959	0,955	0,952	0,949	0,946	0,943	0,941	0,938	0,936	0,934
30	0,939	0,931	0,924	0,917	0,911	0,905	0,900	0,895	0,891	0,887	0,883	0,879
40	0,906	0,894	0,883	0,873	0,863	0,854	0,846	0,839	0,832	0,825	0,820	0,814
50	0,869	0,852	0,836	0,822	0,809	0,796	0,785	0,775	0,764	0,746	0,729	0,712
60	0,827	0,805	0,785	0,766	0,749	0,721	0,696	0,672	0,650	0,628	0,608	0,588
70	0,782	0,754	0,724	0,687	0,654	0,623	0,595	0,568	0,542	0,518	0,494	0,470
80	0,734	0,686	0,641	0,602	0,566	0,532	0,501	0,471	0,442	0,414	0,386	0,359
90	0,665	0,612	0,565	0,522	0,483	0,447	0,413	0,380	0,349	0,326	0,305	0,287
100	0,599	0,542	0,493	0,448	0,408	0,369	0,335	0,309	0,286	0,267	0,250	0,235
110	0,537	0,478	0,427	0,381	0,338	0,306	0,280	0,258	0,239	0,223	0,209	0,197
120	0,479	0,419	0,366	0,321	0,287	0,260	0,237	0,219	0,203	0,190	0,178	0,167
130	0,425	0,364	0,313	0,276	0,247	0,223	0,204	0,189	0,175	0,163	0,153	0,145
140	0,376	0,315	0,272	0,240	0,215	0,195	0,178	0,164	0,153	0,143	0,134	0,126
150	0,328	0,276	0,239	0,211	0,189	0,171	0,157	0,145	0,134	0,126	0,118	0,111
160	0,290	0,244	0,212	0,187	0,167	0,152	0,139	0,129	0,120	0,112	0,105	0,099
170	0,259	0,218	0,189	0,167	0,150	0,136	0,125	0,115	0,107	0,100	0,094	0,089
180	0,233	0,196	0,170	0,150	0,135	0,123	0,112	0,104	0,097	0,091	0,085	0,081
190	0,210	0,177	0,154	0,136	0,122	0,111	0,102	0,094	0,088	0,082	0,077	0,073
200	0,191	0,161	0,140	0,124	0,111	0,101	0,093	0,086	0,080	0,075	0,071	0,067
210	0,174	0,147	0,128	0,113	0,102	0,093	0,085	0,079	0,074	0,069	0,065	0,062
220	0,160	0,135	0,118	0,104	0,094	0,086	0,077	0,073	0,068	0,064	0,060	0,057

Таблица 4.3 - Значения a , b , $\lambda_{\text{ПРЕД}}$

Материал	a , МПа	b , МПа	c , МПа	λ_0	$\lambda_{\text{ПРЕД}}$
Ст. 3	31	1,14	0	40-60	100
Сталь 14Г2	469	2,62	0	52	85
Сталь 30ХМА	1000	5,40	0	50	83
Дюралюминий	400	3,33	0	28	55
Сталь 45	469	2,62	0	30	53
Чугун	761	11,77	0,052	-	80
Дерево	29	0,19	0	-	70

Таблица 4.4 – Значения коэффициента приведения длины

Схема закрепления						
Коэффициент приведения длины	$\mu = 0,5$	$\mu = 1$	$\mu = 2$	$\mu = 0,5$	$\mu = 0,7$	$\mu = 1$

5 Приставки для образования кратных и дольных единиц

Таблица 5.1 - Обозначения и числовые значения кратных и дольных величин

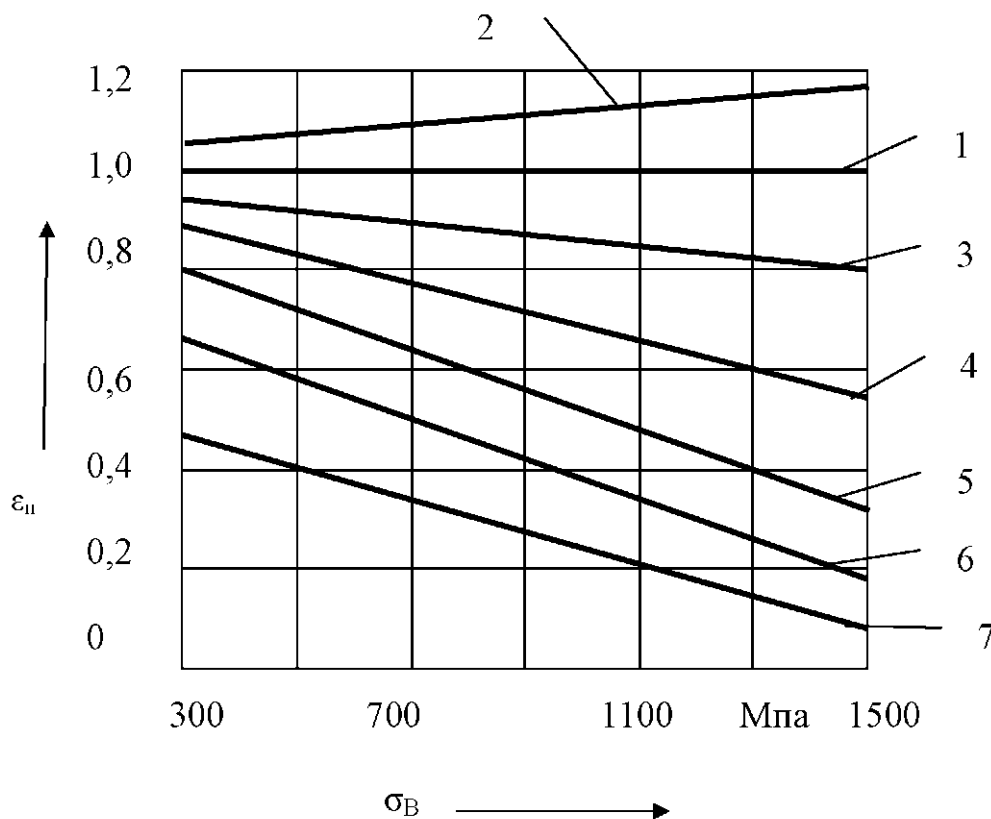
Приставка	Числовое значение	Сокращенное обозначение	Пример кратных и дольных единиц	
			Наименование	Сокращенное обозначение
Мега	10^6	М	Меганьютон	МН
Кило	10^3	к	Киловатт	кВт
Санتي	10^{-2}	с	Сантиметр	см
Милли	10^{-3}	м	Миллиметр	мм
Микро	10^{-6}	мк	Микрометр	мкм

6 Справочные данные для расчетов при повторно-переменном нагружении

Для расчетов на прочность при переменных напряжениях используется коэффициент чувствительности материалов к асимметрии цикла. В таблице 6.1 приведены значения коэффициентов чувствительности материала (стали) : при изгибе φ_σ и при кручении φ_τ .

Таблица 6.1 -Коэффициенты чувствительности материала к асимметрии цикла

Предел прочности σ_B , МПа	φ_σ	φ_τ
300 – 550	0	0
520 – 750	0,05	0
700 – 1000	0,10	0,05
1000 – 1200	0,20	0,10
1200 - 1400	0,25	0,15



1 – прямая для шлифованных образцов; 2 – образцов с полировочной поверхностью; 3 – обработка резцом; 4 – мелкая насечка; 5 –поверхность после проката; 6,7 –для поверхностей, корродированных в пресной и морской воде

Рисунок 6.1 – Значения коэффициентов качества поверхности различных сталей в зависимости от их предела прочности и вида механической обработки

7 Ряд нормальных линейных размеров

Таблица 7.1 –Численные значения нормальных линейных размеров

Ряд				Ряд			
Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40	Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40
10	10	10	10 10,5	100	100	100	100 105
		11	11 1,5			110	110 120
	12	12	12 13		125	125	125 130
		14	14 15			140	140 150
16	16	16	16 17	160	160	160	160 170
		18	18 19			180	180 190
	20	20	20 21		200	200	200 210
		22	22 24			220	220 240
25	25	25	25 26	250	250	250	250 260
		28	28 30			280	280 300
	32	32	32 34		320	320	320 340
		36	36 38			360	360 380
40	40	40	40 42	400	400	400	400 420
		45	45 48			450	450 480
	50	50	50 53		500	500	500 530
		56	56 60			56	560 600
63	63	63	63 67	630	630	630	630 670
		71	71 75			710	710 750
	80	80	80 85		800	800	800 850
		90	90 95			900	900 950
Примечание - При выборе размеров предпочтение должно отдаваться рядам с более крупной градацией (ряд Ra 5 следует предпочитать ряду Ra 10)							

Перечень основных обозначений

$A (F)$	— площадь поперечного сечения;
$N_x (N)$	— продольная сила;
R	— реактивная сила;
Σ	— нормальное напряжение;
Δl	— абсолютная продольная деформация;
l	— длина;
ε	— относительная линейная деформация;
$\nu (\mu)$	— коэффициент Пуассона;
E	— модуль продольной упругости;
U	— потенциальная энергия деформации;
u	— удельная потенциальная энергия деформации;
p	— полное напряжение, давление;
q	— погонная нагрузка;
$F (P)$	— сила
γ	— удельный вес, угол сдвига;
G	— модуль сдвига, собственный вес бруса;
$\sigma_{adm} ([\sigma])$	— допускаемое нормальное напряжение;
$\sigma_{t,adm} \sigma_{c,adm} \sigma_{s,adm} ([\sigma]_p, [\sigma]_{сж}, [\sigma]_y)$	— допускаемые нормальные напряжения соответственно на растяжение, сжатие, устойчивость;
n	— коэффициент запаса;
$\sigma_u (\sigma_B)$	— предел прочности, временное сопротивление;
$\sigma_y (\sigma_T)$	— предел текучести;
$\sigma_{pr} (\sigma_{I\text{III}})$	— предел пропорциональности;
ρ	— плотность материала;
γ_m	— коэффициент надежности по материалу;
γ_c	— коэффициент условий работы;
n	— коэффициент перегрузки;
R_t, R_c, R_s	— расчетное сопротивление материала растяжению, сжатию, сдвигу;
γ_k	— коэффициент надежности;
τ	— касательное напряжение;
Θ	— относительное изменение объема элемента, угол поворота поперечного сечения балки;
Q	— поперечная сила;
$\tau_{s,adm} ([\tau])$	— допускаемое касательное напряжение при сдвиге;
$\sigma_p (\sigma_{cm})$	— напряжение смятия;
$\sigma_{p,adm}$	— допускаемое нормальное напряжение при смятии;
A_{com}	— площадь смятия;
$l_\varphi (l_{св})$	— расчетная длина сварного шва;
$\sigma_{wf,adm}$	— допускаемое напряжение для материала сварного шва
S_x, S_y	— статистические моменты площади;
I_x, I_y	— осевые моменты инерции;
$I_\square$	— полярный момент инерции;
$D_{xy} (I_{xy})$	— центробежный момент инерции;
x_c, y_c	— координаты центра тяжести сечения;
$I_{max}, I_{min} (I_u, I_v)$	— главные моменты инерции сечения;

W_x, W_y	—	моменты сопротивления сечения;
W_p	—	полярный момент сопротивления сечения;
$T_e (m_{кр})$	—	внешний скручивающий момент;
$T (M_{кр})$	—	крутящий момент;
φ	—	угол закручивания, коэффициент уменьшения основного допускаемого напряжения;
ω	—	угловая скорость;
n	—	частота вращения;
$\varphi_{0,adm} ([\varphi])$	—	допускаемый относительный угол закручивания;
c_n	—	индекс пружины, жёсткость пружины;
m	—	внешний изгибающий момент;
M	—	внутренний изгибающий момент;
y	—	прогиб, вертикальное перемещение центра тяжести поперечного сечения балки;
$\sigma_{red} (\sigma_{экв})$	—	эквивалентные напряжения;
$M_{tot} (M_{и})$	—	суммарный изгибающий момент;
$M_{red} (M_{экв})$	—	эквивалентный (расчетный) момент;
$F_{cr} (P_{кр})$	—	критическая сила;
μ	—	коэффициент приведения длины;
λ	—	гибкость стержня, осадка пружины;
$\lambda_u (\lambda_{уп})$	—	предельная гибкость;
$k_d (k_d)$	—	динамический коэффициент;
a	—	ускорение;
σ_a, τ_a	—	амплитуда цикла;
σ_m	—	среднее напряжение цикла;
$\nu (\mu)$	—	коэффициент Пуассона;
σ_r	—	предел выносливости;
$R_{\gamma} r$	—	коэффициент асимметрии цикла;
$k_d (\beta_M)$	—	масштабный коэффициент;
k_σ, k_τ	—	эффективные коэффициенты концентрации напряжений;
$k_L (\beta_n)$	—	коэффициент качества поверхности;
k_{σ}	—	коэффициент влияния поверхностного упрочнения;
$k_{\sigma D} k_{\tau D}$	—	коэффициенты снижения предела выносливости;
ψ_σ, ψ_τ	—	коэффициенты чувствительности материала к асимметрии цикла.

В скобках указаны обозначения величин, применяемые в отдельных учебниках.

Список литературы

- 1 Писаренко Г.С. Сопротивление материалов: Учебник. - 5-е изд., перераб. и доп. - Киев: Вища шк., 1986. - 775 с.
- 2 Подскребко М.Д. Сопротивление материалов.-Мн. Дизайн ПРО, 1998. - 592 с.
- 3 Александров А.В. Сопротивление материалов: Учеб. пособие.- М.: Высш. шк., 2001.-560 с.
- 4 Винокуров Е.Ф. Справочник по сопротивлению материалов. . - Мн: Наука и техника, 1988. – 464 с.
- 5 Копнов В.А. Сопротивление материалов: Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчётно- графических работ. / В.А.Копнов, С.Н. Кривошапко. – М.: Высш. шк., 2003. – 351 с.
- 6 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1979. – 728 с.
- 7 ГОСТ 8509-86. Сталь прокатная угловая равнополочная. Сортамент черных металлов. Сортовой и фасонный прокат. Ч.1. - М.: Изд-во стандартов. 1991. - 245 с.
- 8 ГОСТ 8510-86. Сталь прокатная угловая неравнополочная. Сортамент черных металлов. Сортовой и фасонный прокат. Ч.1. - М.: Изд-во стандартов. 1991. - 245 с.
- 9 ГОСТ 8239-89. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент черных металлов. Сортовой и фасонный прокат. Ч.1. - М.: Изд-во стандартов. 1991. - 245 с.
- 10 ГОСТ 8240-89. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент черных металлов. Сортовой и фасонный прокат. Ч.1. - М.: Изд-во стандартов. 1991. - 245 с.