

## **Содержание контрольных работ**

### **КР № 1. Осевое растяжение и сжатие стержня.**

Задача № 1.1. Определение усилий, напряжений и деформаций в стержне при растяжении и сжатии.

Задача № 1.2. Подбор сечения статически определимого стержня при растяжении-сжатии.

Задача № 1.3. Расчет статически неопределимого стержня при растяжении и сжатии.

### **КР № 2. Плоское напряженное состояние. Кручение.**

Задача № 2.1. Исследование плоского напряженного состояния.

Задача № 2.2. Подбор круглого сечения стержня (вала) при кручении.

### **КР № 3. Плоский изгиб прямолинейного стержня.**

Задача № 3.1. Подбор сечения стальной двутавровой балки при изгибе из условия прочности.

## **Порядок получения индивидуального задания**

Исходные данные для выполнения каждой работы студент выписывает из приведённых в каждом задании таблиц и схем в соответствии со своим шифром. Шифром являются три последних цифры номера зачётной книжки или студенческого билета. Например, номер зачётной книжки 18549: первая цифра шифра – 5, вторая – 4, третья – 9.

## **Общие требования к оформлению контрольных работ**

Контрольная работа выполняется на стандартных листах писчей бумаги (формат А-4). Заполняется только одна сторона листа (см. приложение 2, стр. 36).

На титульном листе указываются номер и название работы, фамилия, имя и отчество студента, номер группы и специальность, индивидуальный шифр. Работа должна быть сброшюрована.

Расчётная схема изображается в масштабе длин. На ней указываются все необходимые данные в численном виде (размеры, нагрузки и др.), которые выписываются из таблиц. Все расчёты приводятся в краткой форме.

***Небрежно выполненные и выполненные не по шифру работы к проверке не принимаются.***

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

### Плоское напряженное состояние. Кручение

#### Задача № 2.1. Исследование плоского напряженного состояния

**Задание:** По заданным главным напряжениям на гранях элемента при плоском напряженном состоянии определить напряжения по наклонным площадкам и максимальные касательные напряжения.

Исходные данные к задаче определить по таблице № 2.1 и схеме, представленной на рис. 2.1.

#### Последовательность расчёта

1. Обозначить заданные главные напряжения согласно принятым правилам их индексации и показать эти напряжения на чертеже с учетом их величины и направления.

2. Вычислить нормальное и касательное напряжения по наклонным площадкам с внешними нормальными  $x$  и  $y$ . Использовать при этом свойство инвариантности суммы нормальных напряжений и закон парности касательных напряжений. Показать эти напряжения на схеме.

3. Определить максимальные касательные напряжения и нормальные напряжения на площадках, где действуют максимальные касательные напряжения. Показать эти напряжения на схеме.

4. Проверить по вычисленным в пункте 2 напряжениям величины главных напряжений и угол наклона главных площадок по отношению к направлениям  $x$  и  $y$ .

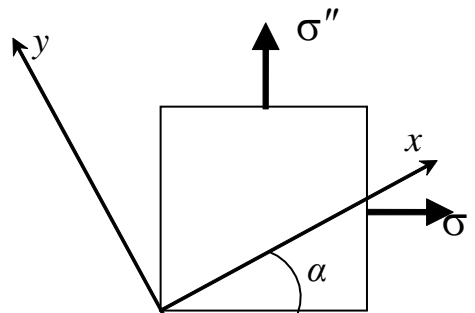


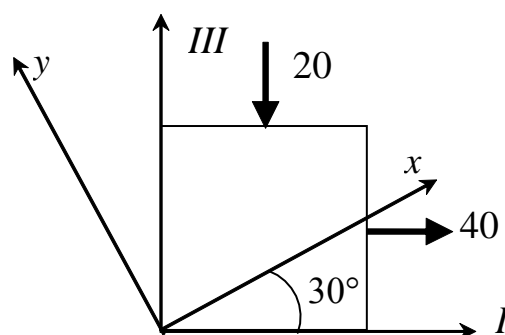
Рис. 2.1.

Таблица 2.1

Первая цифра шифра	$\sigma'$ , МПа	Вторая цифра шифра	$\sigma''$ , МПа	Третья цифра шифра	$\alpha$ , градус
0	5	0	50	0	30
1	10	1	-5	1	60
2	15	2	40	2	45
3	20	3	-25	3	-30
4	30	4	35	4	-60
5	-10	5	-35	5	-45
6	-15	6	25	6	15
7	-20	7	-50	7	-75
8	-30	8	45	8	-15
9	-40	9	-45	9	75

### Пример решения задачи № 2.1.

Исходные данные для решения задачи:  $\sigma' = 40$  МПа,  $\sigma'' = -20$  МПа,  $\alpha = 30^\circ$ .



1) По правилам индексации главных напряжений обозначаем  $\sigma' = \sigma_1 = 40$  МПа и  $\sigma'' = \sigma_3 = -20$  МПа. Показываем на рисунке напряжение  $\sigma_1 = 40$  МПа от площадки (растяжение) и напряжение  $\sigma_3 = 20$  МПа – на площадку (сжатие). Показываем направления главных осей  $I$  и  $III$ .

2) Определяем по расчетным формулам напряжения по площадке с нормалью  $x$ :

$$\sigma_x = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\alpha = \frac{40 - 20}{2} + \frac{40 + 20}{2} \cos 60^\circ =$$

$$= 10 + 30 \cdot 0,5 = 25 \text{ МПа.}$$

$$\tau_{xy} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\alpha = \frac{40 + 20}{2} \sin 60^\circ = 30 \cdot 0,866 = 25,98 \text{ МПа.}$$

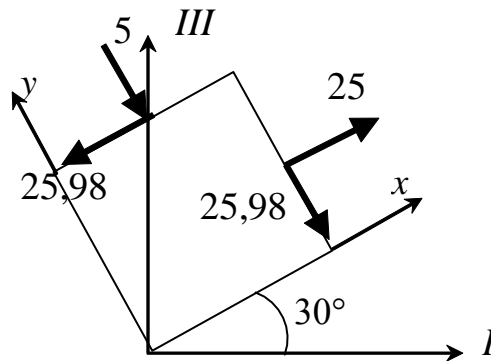
Из свойства постоянства суммы нормальных напряжений по взаимно перпендикулярным площадкам получаем:

$$\sigma_y = \sigma_1 + \sigma_3 - \sigma_x = 40 - 20 - 25 = -5 \text{ МПа.}$$

Согласно закону парности касательных напряжений:

$$\tau_{yx} = -\tau_{xy} = -25,98 \text{ МПа.}$$

Показываем наклонные площадки и напряжения на них с учетом знаков.



3) Вычисляем максимальные касательные напряжения в заданной плоскости главных осей *I* и *III* (только величина).

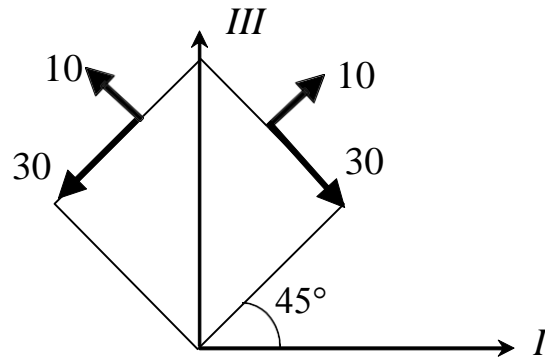
$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{40 + 20}{2} = 30 \text{ МПа.}$$

Нормальные напряжения на площадках с максимальными касательными напряжениями:

$$\sigma_{\tau_{\max}} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{40 - 20}{2} = 10 \text{ МПа.}$$

Показываем величину и направление напряжений на схеме.

На рисунке показаны напряжения только по двум взаимно перпендикулярным площадкам. На других двух площадках напряжения симметричны относительно горизонтальной оси по отношению к напряжениям, показанным на рисунке.



1) По найденным в п. 2 напряжениям проверяем исходные величины главных напряжений:

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{гл}} &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} = \\ &= \frac{25 - 5}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(25 + 5)^2 + 4 \cdot 25,98^2} = 10 \pm 30 \text{ МПа.}\end{aligned}$$

$\sigma_1 = 10 + 30 = 40$  МПа.  $\sigma_3 = 10 - 30 = -20$  МПа. Проверка выполнена.

Положение главных площадок. Определяем угол наклона главной оси по отношению к оси  $x$ :

$$\tan 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} = -\frac{2 \cdot 25,98}{25 + 5} = -1,732.$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{2} \arctan(-1,732) = -30^\circ. \quad \alpha = -\alpha_0 = 30^\circ, \text{ что соответствует}$$

заданному углу от оси  $I$  до оси  $x$ . Проверка выполнена.

## Задача № 2.2. Подбор круглого сечения стержня (вала) при кручении

**Задание:** Стальной вал переменного сечения нагружен внешними скручивающими моментами  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$ . Определить диаметры обеих частей вала из условия прочности. Проверить жёсткость вала при допустимом погонном угле закручивания 1,7 град/м. Построить эпюру крутящих моментов. Принять значения: расчётного сопротивления на срез:  $R_{ср.} = 80$  МПа, модуля сдвига  $G = 8 \cdot 10^4$  МПа. Исходные данные к задаче определить по таблице 2.2 и схемам, представленным на рис. 2.2.

Таблица 2.2

Первая цифра шифра	$l_1$ см	$\frac{d}{D}$	Вторая цифра шифра	$l_2$ см	$M_1$ кН·м	Вид Сеч. 1-1	Вид Сеч. 2-2	Третья цифра шифра	№ схемы	$M_2$ кН·м	$M_3$ кН·м	$l_3$ см
0	40	0,8	0	20	-20	спл.	пол.	0	1	-20	40	30
1	30	0,7	1	40	30	пол.	спл.	1	2	30	-20	20
2	20	0,8	2	30	-40	спл.	пол.	2	1	-20	40	40
3	30	0,6	3	20	20	пол.	спл.	3	2	20	-30	30
4	20	0,7	4	30	-30	спл.	пол.	4	1	-10	40	20
5	40	0,6	5	40	20	пол.	спл.	5	2	10	-30	40
6	30	0,8	6	30	-40	спл.	пол.	6	1	-20	40	20
7	20	0,6	7	20	20	пол.	спл.	7	2	10	-30	30
8	30	0,7	8	20	-30	спл.	пол.	8	1	-20	30	20
9	40	0,9	9	40	10	пол.	спл.	9	2	20	-40	40

*Примечания к таблице:*

1. Вид сечения «спл.» означает: сечение круглое, сплошное, диаметром  $d$ . Вид сечения «пол.» означает: сечение круглое полое (труба) с соотношением диаметров  $\alpha = \frac{d}{D}$ .

2. Знак минус у величины момента означает, что момент имеет противоположное направление.

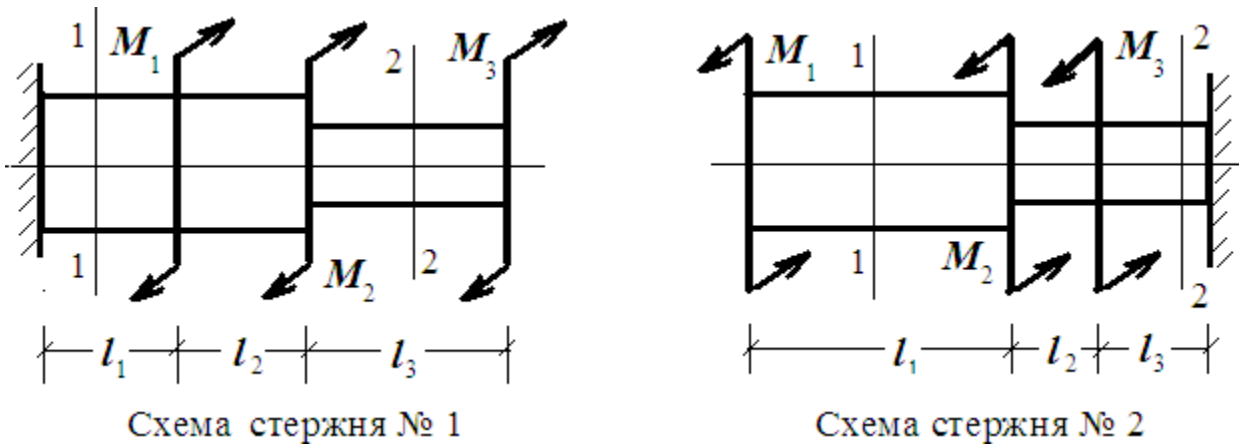


Рис. 2.2. Схемы вариантов закрученного стержня

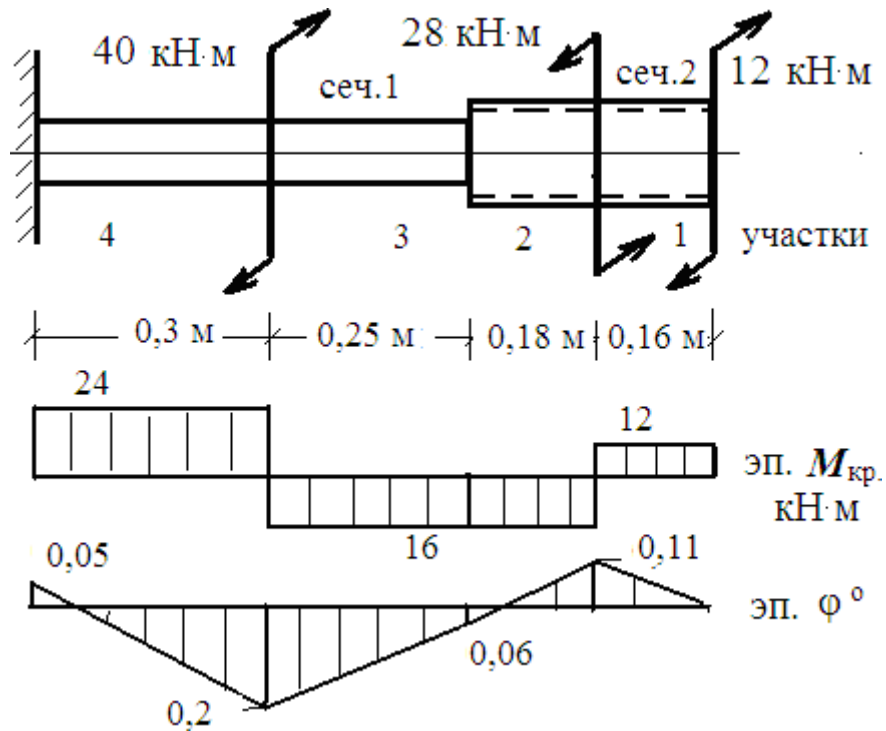
### Последовательность расчёта:

1. Изобразить в масштабе расчётную схему стержня с указанием размеров и всех необходимых для расчёта данных.
2. Построить эпюру крутящих моментов.
3. Определить опасные сечения для каждого вида поперечного сечения.
4. Определить диаметр вала из условия прочности для каждого вида поперечного сечения.
5. Проверить жёсткость вала.

### Пример расчёта

Стальной стержень (вал) круглого переменного поперечного сечения подвержен действию скручивающих моментов. Подобрать из условия прочности поперечное сечение обеих частей вала: сеч.1 – круглое сплошное сечение диаметром  $d$ ; сеч.2 – круглое полое (трубчатое) сечение с соотношением диаметров  $\alpha = \frac{d}{D} = 0,8$ . Проверить жёсткость обеих частей вала при допустимом погонном угле закручивания  $1,7$  град/м. Построить эпюру крутящих моментов. Принять значения: расчётного сопротивления на срез:  $R_{\text{ср.}} = 80$  МПа, модуля сдвига  $G = 8 \cdot 10^4$  МПа.





• Определяем величину крутящего момента на каждом участке вала. Строим эпюру крутящих моментов.

• Определяем «опасное сечение» для каждого вида поперечного сечения:

для сеч.1:  $M_{кр}^{max} = 24 \text{ кН}\cdot\text{м} = 2400 \text{ кН}\cdot\text{см}$ ,

для сеч.2:  $M_{кр}^{max} = 16 \text{ кН}\cdot\text{м} = 1600 \text{ кН}\cdot\text{см}$ .

• Определяем сечение вала из условия прочности:  $\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} \leq R_{сп}$

;

$$R_{сп} = 80 \text{ МПа} = 8 \text{ кН/см}^2; W_p \geq \frac{M_{кр}^{max}}{R_{сп}}$$

Для сплошного круглого сечения:

$$W_p = 0,2d^3; d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{кр}^{max}}{0,2R_{сп}}} = \sqrt[3]{\frac{2400}{0,2 \cdot 8}} = 11,45 \text{ см.}$$

Принимаем  $d_{спл.} = 12 \text{ см}$ .

Для полого круглого (трубчатого сечения):

$$W_p = 0,2D^3(1-\alpha^4) = 0,2D^3(1-0,8^4) = 0,12D^3;$$

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{кр}}^{\text{max}}}{0,12R_{\text{cp}}}} = \sqrt[3]{\frac{1600}{0,12 \cdot 8}} = 11,86 \text{ см. Принимаем } D_{\text{пол.}} = 12 \text{ см.}$$

$$d_{\text{пол.}} = 9,6 \text{ см.}$$

- Определяем полярные моменты инерции:

$$\text{Сеч.1 (сплошное): } I_p = \frac{\pi d^4}{32} = 0,1d^4 = 0,1 \cdot 12^4 = 2074 \text{ см}^4 = 2074 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

$$\text{Сеч.2 (полое): } I_p = 0,1(D^4 - d^4) = 0,1 \cdot (12^4 - 9,6^4) = 1224 \text{ см}^4 = 1224 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

• Проверяем жёсткость стержня. Для этого определяем значение погонного угла закручивания на каждой части стержня с одинаковым сечением при максимальном крутящем моменте и сравниваем его с допустимым значением в радианах. Условие жёсткости:

$$\varphi' = \frac{M_{\text{кр}}}{GI_p} \leq [\varphi'], \text{ где } [\varphi'] = 1,7 \cdot \frac{3,14}{180} = 0,05 \text{ рад/м.}$$

$$\text{Сеч. 1 (сплошное). } \varphi'_1 = \frac{24}{8 \cdot 10^7 \cdot 2074 \cdot 10^{-8}} = 0,0145 < 0,05 \text{ рад/м.}$$

$$\text{Сеч. 2 (полое). } \varphi'_2 = \frac{16}{8 \cdot 10^7 \cdot 1224 \cdot 10^{-8}} = 0,0163 < 0,05 \text{ рад/м.}$$

Вывод: жёсткость обеспечена на всех участках.

- Определяем угол закручивания стержня на каждом участке

$$\text{по формуле } \varphi = \frac{M_{\text{кр}} l}{GI_p}.$$

$$\varphi_1 = \frac{12 \cdot 0,16}{8 \cdot 10^7 \cdot 1224 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{180}{3,14} = 0,11^\circ;$$

$$\varphi_2 = \frac{-16 \cdot 0,18}{8 \cdot 10^7 \cdot 1224 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{180}{3,14} = -0,17^\circ;$$

$$\varphi_3 = \frac{-16 \cdot 0,25}{8 \cdot 10^7 \cdot 2074 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{180}{3,14} = -0,14^\circ;$$

$$\varphi_4 = \frac{24 \cdot 0,3}{8 \cdot 10^7 \cdot 2074 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{180}{3,14} = 0,25^\circ.$$

• Строим эпюру изменения угла закручивания по оси стержня. Для этого определяем значения угла закручивания на границах участков. Построение эпюры начинаем со свободного конца:

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 0,11 - 0,17 = -0,06^\circ.$$

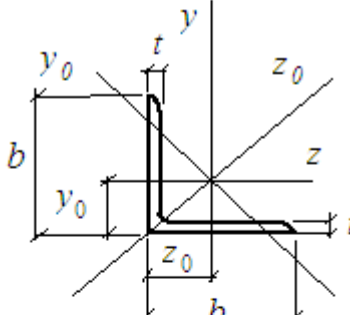
$$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = -0,06 - 0,14 = -0,2^\circ.$$

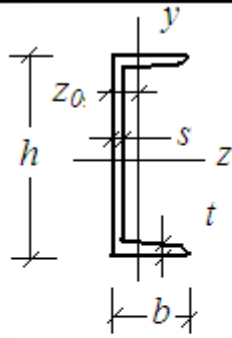
$$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 = -0,2 + 0,25 = 0,05^\circ.$$

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1. Таблицы сортамента прокатной стали

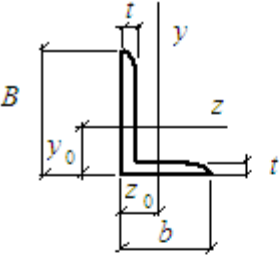
№	Масса 1 п.м., кг	Размеры, мм				A, см <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , см	S <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см
		h	b	s	t								
10	9,46	100	55	4,5	7,2	12	198	39,7	4,06	23	17,9	6,49	1,22
12	11,5	120	64	4,8	7,3	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	13,7	140	73	4,9	7,5	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	15,9	160	81	5	7,8	20,2	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,7
18	18,4	180	90	5,1	8,1	23,4	1280	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
20	21	200	100	5,2	8,4	26,8	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
22	24	220	110	5,4	8,7	30,6	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
24	27,3	240	115	5,6	9,5	34,8	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
27	31,5	270	125	6	9,8	40,2	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
30	36,5	300	135	6,5	10,2	46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
33	42,2	330	140	7	11,2	53,8	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
36	48,6	360	145	7,5	12,3	61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
40	57	400	155	8,3	13	72,6	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03
45	66,5	450	160	9	14,2	84,7	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09
50	78,5	500	170	10	15,2	100	39727	1589	19,9	919	1043	123	3,23
55	92,6	550	180	11	16,5	118	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,39
60	108	600	190	12	17,8	138	76806	2560	23,6	1491	1725	182	3,54

<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;">  <div style="text-align: center;"> <p><b>Уголки горячекатаные равнополочные</b></p> <p><b>(по ГОСТ 8509 – 93)</b></p> </div> </div>												
№ Уголка	Масса кг 1 п.м.	Размеры мм		A см <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> см <sup>4</sup>	i <sub>z</sub> см	I <sub>z<sub>0</sub></sub> <sup>max</sup> см <sup>4</sup>	i <sub>z<sub>0</sub></sub> <sup>max</sup> см	I <sub>y<sub>0</sub></sub> <sup>max</sup> см <sup>4</sup>	i <sub>y<sub>0</sub></sub> <sup>max</sup> см	I <sub>zy</sub>    см <sup>4</sup>	z <sub>0</sub> см
		b	t									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	3,05	50	4	3,89	9,21	1,54	14,6	1,94	3,8	0,99	5,42	1,3 8
	3,77		5	4,8	11,2	1,53	17,8	1,92	4,63	0,98	6,57	1,42
5,6	3,44	56	4	4,38	13,1	1,73	20,8	2,18	5,41	1,11	7,69	1,5 2
	4,25		5	5,41	16	1,72	25,4	2,16	6,59	1,1	9,41	1,5 7
6,3	3,9	63	4	4,96	18,9	1,95	29,9	2,45	7,81	1,25	11	1,69
	4,81		5	6,13	23,1	1,94	36,8	2,44	9,52	1,25	13,7	1,74
	5,72		6	7,28	27,1	1,93	42,9	2,43	11,2	1,24	15,9	1,78
7	5,38	70	5	6,86	31,9	2,16	50,7	2,72	13,2	1,39	18,7	1,9
	6,39		6	8,15	37,8	2,15	59,6	2,71	15,5	1,38	22,1	1,94
7,5	5,8	75	5	7,39	39,5	2,31	62,6	2,91	16,4	1,49	23,1	2,02
	6,89		6	8,78	46,6	2,3	73,9	2,9	19,3	1,48	27,3	2,6
	7,96		7	10,1	53,3	2,29	84,6	2,89	22,1	1,48	31,2	2,1
8	7,36	80	6	9,38	57	2,47	90,4	3,11	23,5	1,58	33,4	2,19
	8,51		7	10,8	65,3	2,45	104	3,09	27	1,58	38,3	2,23
9	8,33	90	6	10,6	82,1	2,78	130	3,5	34	1,79	48,1	2,43
	9,64		7	12,3	94,3	2,77	150	3,49	38,9	1,78	55,4	2,47
	10,9		8	13,9	106	2,76	168	3,48	43,8	1,77	62,3	2,51



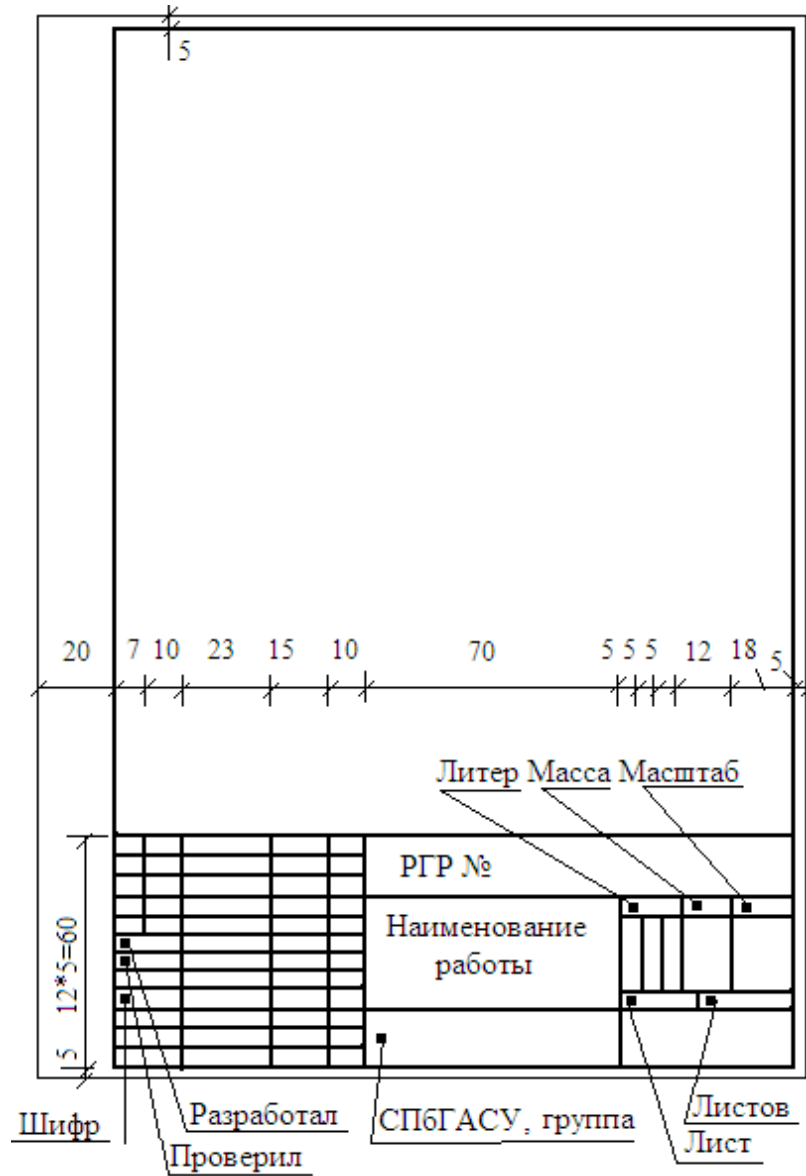
Швеллеры горячекатаные  
(ГОСТ 8240 – 89)

№ швеллера	Масса 1 п.м., кг	Размеры, мм				$A$ , см <sup>2</sup>	$I_z$ , см <sup>4</sup>	$W_z$ , см <sup>3</sup>	$i_z$ , см	$S_z$ , см <sup>3</sup>	$I_y$ , см <sup>4</sup>	$W_y$ , см <sup>3</sup>	$i_y$ , см	$z_0$ , см
		$h$	$b$	$s$	$t$									
5	4,84	50	32	4,4	7	6,16	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,95	1,16
6,5	5,9	65	36	4,4	7,2	7,51	48,6	15	2,54	9	8,7	3,68	1,08	1,24
8	7,05	80	40	4,5	7,4	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	10,4	120	52	4,8	7,8	133	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	15,6	491	70,2	5,6	40,8	45,4	11	1,7	1,67
16	14,2	160	64	5	8,4	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,8
16a	15,3	160	68	5	9	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2
18	16,3	180	70	5,1	8,7	20,7	1090	121	7,24	69,8	86	17	2,04	1,94
18a	17,4	180	74	5,1	9,3	22,2	1190	132	7,32	76,1	105	20	2,18	2,13
20	18,4	200	76	5,2	9	23,4	1520	152	8,7	87,8	113	20,5	2,2	2,07
22	21	220	82	5,4	9,5	26,4	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
24	24	240	90	5,6	10	30,6	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,6	2,42
27	27,7	270	95	6	10,5	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	11	40,5	5810	387	12	224	327	43,6	2,84	2,52
33	36,5	330	105	7	11,7	46,5	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	12,6	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,1	2,68
40	48,3	400	115	8	13,5	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

											
№ уголка	Масса 1 п.м., кг	Размеры, мм			$A$ , см <sup>2</sup>	$I_z$ , см <sup>4</sup>	$i_z$ , см	$I_y$ , см <sup>4</sup>	$i_y$ , см	$z_0$ , см	$y_0$ , см
		$B$	$b$	$t$							
5/3,2	2,4	50	32	4	3,17	7,9	1,59	2,56	0,9	0,76	1,65
7,5/5	4,79	75	50	5	6,11	34,8	2,39	12,5	1,43	1,17	2,39
9/5,6	6,7	90	56	6	8,54	70,6	2,88	21,2	1,58	1,28	2,95
10/6,3	7,53	100	63	6	9,58	98,3	3,2	30,6	1,79	1,42	3,23
	8,7			7	11,1	113	3,19	35	1,78	1,46	3,28
	9,87			8	12,6	127	3,18	39,2	1,77	1,5	3,32
11/7	10,9	110	70	8	13,9	172	3,51	54,6	1,98	1,64	3,61
12,5/8	11	125	80	7	14,1	227	4,01	73,7	2,29	1,8	4,01
	12,6			8	16	256	4	83	2,28	1,84	4,05
	15,5			10	19,7	312	3,98	100	2,26	1,92	4,14
14/9	14,1	140	90	8	18	364	4,49	120	2,58	2,03	4,49
	17,5			10	22,2	444	4,47	146	2,56	2,12	4,58
16/10	18	160	100	9	22,9	606	5,15	186	2,85	2,24	5,19
	19,8			10	25,3	667	5,13	204	2,84	2,28	5,23
	23,6			12	30	784	5,11	239	2,82	2,36	5,32
18/11	22,2	180	110	10	28,3	952	5,8	275	3,12	2,44	5,88
	26,4			12	33,7	1123	5,77	324	3,1	2,52	5,97
20/12,5	27,4	200	125	11	34,9	1449	6,45	446	3,58	2,79	6,5
	29,7			12	37,9	1568	6,43	482	3,57	2,83	6,54
	34,4			14	43,9	1801	6,41	551	3,54	2,91	6,62
	39,1			16	49,8	2026	6,38	617	3,52	2,99	6,71

## Приложение 2.

### Образец оформления первого листа расчета (формат листа А-4)





**Образец оформления последующих листов расчета  
(формат листа А-4)**

The diagram shows a rectangular layout for a calculation sheet. The overall width is 200 units and the height is 575 units. The layout is divided into several sections:

- A top margin of 20 units.
- A large central area for calculations.
- A bottom margin of 5 units.
- A header row at the bottom with the following labels and widths:
 

Группа	Ф.И.О	Шифр	Лист	Дата
■	■	■	■	■
- A signature area labeled "Подпись" located above the header row.

Dimensions for the header row are: 20 (left margin), 40 (Группа), 25 (Ф.И.О), 35 (Шифр), 25 (Лист), 25 (Дата), 10 (right margin).

### Рекомендуемая литература

1. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П., Сопротивление материалов, М.: «Высшая школа», 1995.
2. Дарков А.В., Шапиро Г.С., Сопротивление материалов, «Высш. школа», 1989.
3. Феодосьев В.И., Сопротивление материалов, М.: изд-во МГТУ им. Баумана, 2000.
4. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В., Справочник по сопротивлению материалов, Киев: «Наукова думка», 1988.
5. Куприянов И.А., Масленников Н.А., Сопротивление материалов. Сборник заданий и методические указания к расчетно-графическим работам. Учебное пособие, Санкт-Петербург, ИД «Петрополис», 2019.