

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 №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.

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

Задание: Определить продольные силы, нормальные напряжения и деформации в стержне. Построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений, относительных ε и абсолютных Δl деформаций. Определить удлинение (укорочение) свободного конца стержня.

Исходные данные к задаче определить по таблице № 1.1 и схемам, представленным на рис. 1.1. Принять значение модуля продольной упругости равным $E = 1 \cdot 10^4$ МПа.

Последовательность расчёта

1. Изобразить в масштабе длин расчётную схему стержня с указанием размеров и нагрузки.

2. Определить на каждом участке стержня величину продольных сил и построить эпюру N .

3. Определить нормальные напряжения на каждом участке. Построить эпюру нормальных напряжений σ .

4. Определить относительную деформацию на каждом участке. Построить эпюру относительных деформаций ε .

5. Определить абсолютное удлинение (укорочение) на каждом участке. Построить эпюру абсолютных деформаций Δl . Определить общее абсолютное удлинение (укорочение) бруса.

Таблица 1.1.

Первая цифра шифра	A_1 см ²	F_1 кН	l_1 см	Вторая цифра шифра	A_2 см ²	F_2 кН	l_2 см	Третья цифра шифра (№ схемы)	A_3 см ²	F_3 кН	F_4 кН	l_3 см	a см	b см
0	4	60	10	0	9	150	7	0	14	160	0	14	3	4
1	5	50	12	1	10	140	6	1	15	0	80	12	4	3
2	6	70	14	2	11	130	8	2	16	170	0	15	2	5
3	7	80	16	3	12	120	9	3	17	0	90	16	2	2
4	8	90	8	4	13	110	10	4	18	150	0	8	3	4
5	4	110	6	5	9	90	11	5	20	0	100	10	4	3
6	5	120	9	6	10	100	12	6	18	140	0	8	5	2
7	6	130	11	7	11	80	14	7	16	0	110	6	2	5
8	7	140	12	8	12	70	15	8	14	135	0	10	3	4
9	8	150	10	9	13	60	16	9	19	0	70	12	4	3

Пример решения задачи № 1.1. Определить продольные силы, напряжения и деформации в стержне. Построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений, относительных и абсолютных деформаций.

Размеры участков и нагрузки показаны на рисунке. Площади поперечных сечений равны: $A_1 = 4 \text{ см}^2$, $A_2 = 2 \text{ см}^2$, $A_3 = 5 \text{ см}^2$.

- Определяем опорную реакцию в опоре А:

$$\sum X = 0; -10 + 35 - 40 + 20 - R_a = 0; R_a = 5 \text{ кН.}$$

- Определяем величину продольных сил на каждом участке по формуле

$$N_i = \sum F_i^{\text{отс}}; N_1 = 0; N_2 = 10 \text{ кН}; N_3 = 10 - 35 = -25 \text{ кН.}$$

$$N_4 = 10 - 35 + 40 = 15 \text{ кН}; N_5 = -5 + 20 = 15 \text{ кН}; N_6 = -5 \text{ кН.}$$

Строим эпюру N в кН.

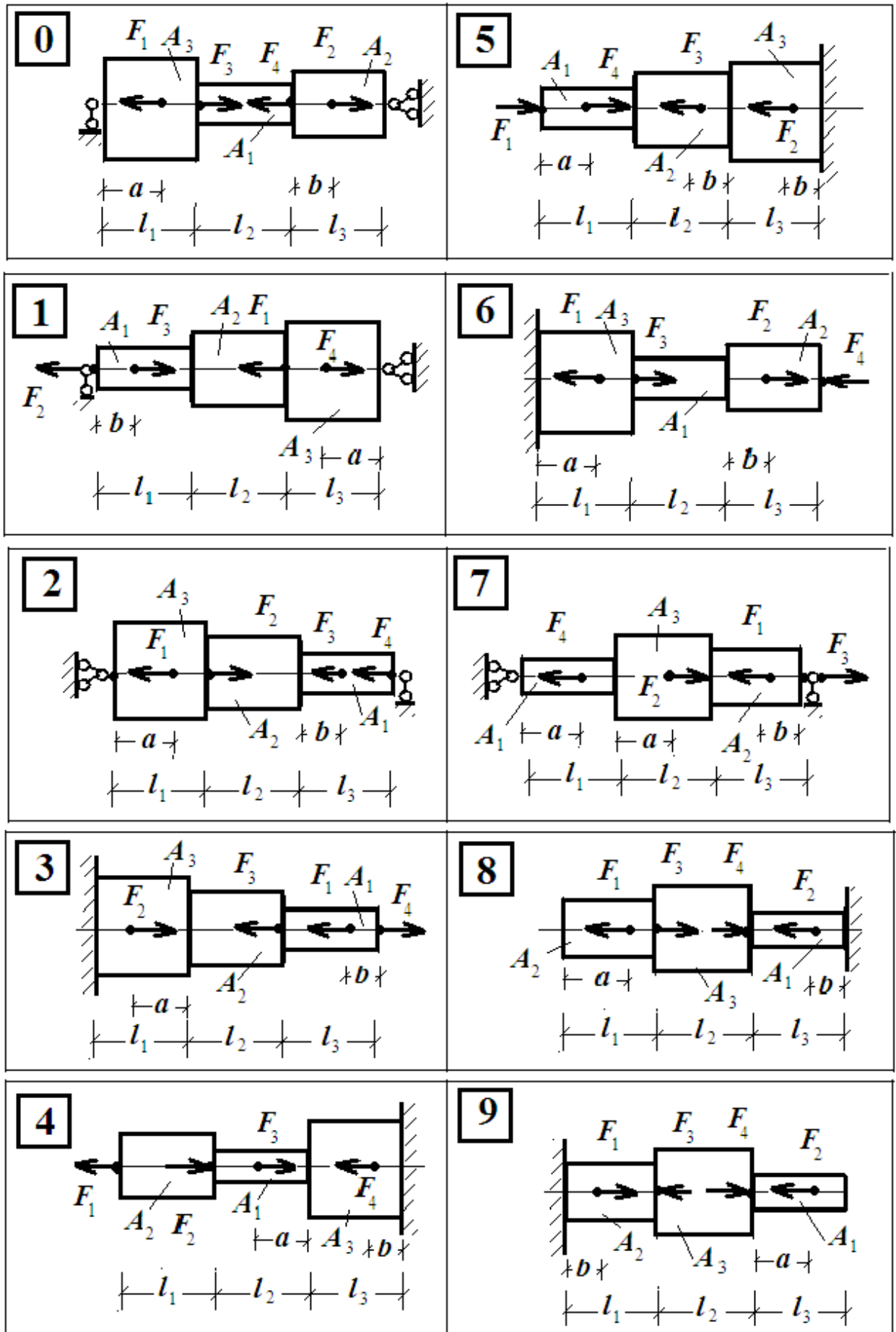


Рис. 1.1.

• Определяем нормальные напряжения на каждом участке по формуле $\sigma = \frac{N_i}{A_i}$ и строим эпюру σ : $\sigma_1 = 0$; $\sigma_2 = \frac{10}{4} = 2,5$ кН/см²;

$$\sigma_3 = \frac{-25}{2} = -12,5 \text{ кН/см}^2; \quad \sigma_4 = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ кН/см}^2; \quad \sigma_5 = \frac{15}{5} = 3 \text{ кН/см}^2;$$

$$\sigma_6 = \frac{-5}{5} = -1 \text{ кН/см}^2;$$

• Определяем относительное удлинение (укорочение) на каждом участке по формуле: $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \cdot 100\%$; $E = 1 \cdot 10^4$ МПа = 1000 кН/см²:

$$\varepsilon_1 = 0; \quad \varepsilon_2 = 0,25\%; \quad \varepsilon_3 = -1,25\%; \quad \varepsilon_4 = 0,75\%; \quad \varepsilon_5 = 0,3\%;$$

$$\varepsilon_6 = -0,1\%.$$

Знак плюс говорит о том, что стержень растянут, знак минус – о том, что стержень сжат.

• Определяем абсолютное удлинение (укорочение) на каждом участке по формуле $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$:

на участке №1: $\Delta l_1 = 0$;

на участке №2: $\Delta l_2 = \frac{10 \cdot 5}{1000 \cdot 4} = 12,5 \cdot 10^{-3}$ см;

на участке №3: $\Delta l_3 = \frac{-25 \cdot 6}{1000 \cdot 2} = -75 \cdot 10^{-3}$ см;

на участке №4: $\Delta l_4 = \frac{15 \cdot 3}{1000 \cdot 2} = 22,5 \cdot 10^{-3}$ см;

на участке №5: $\Delta l_5 = \frac{15 \cdot 4}{1000 \cdot 5} = 12 \cdot 10^{-3}$ см;

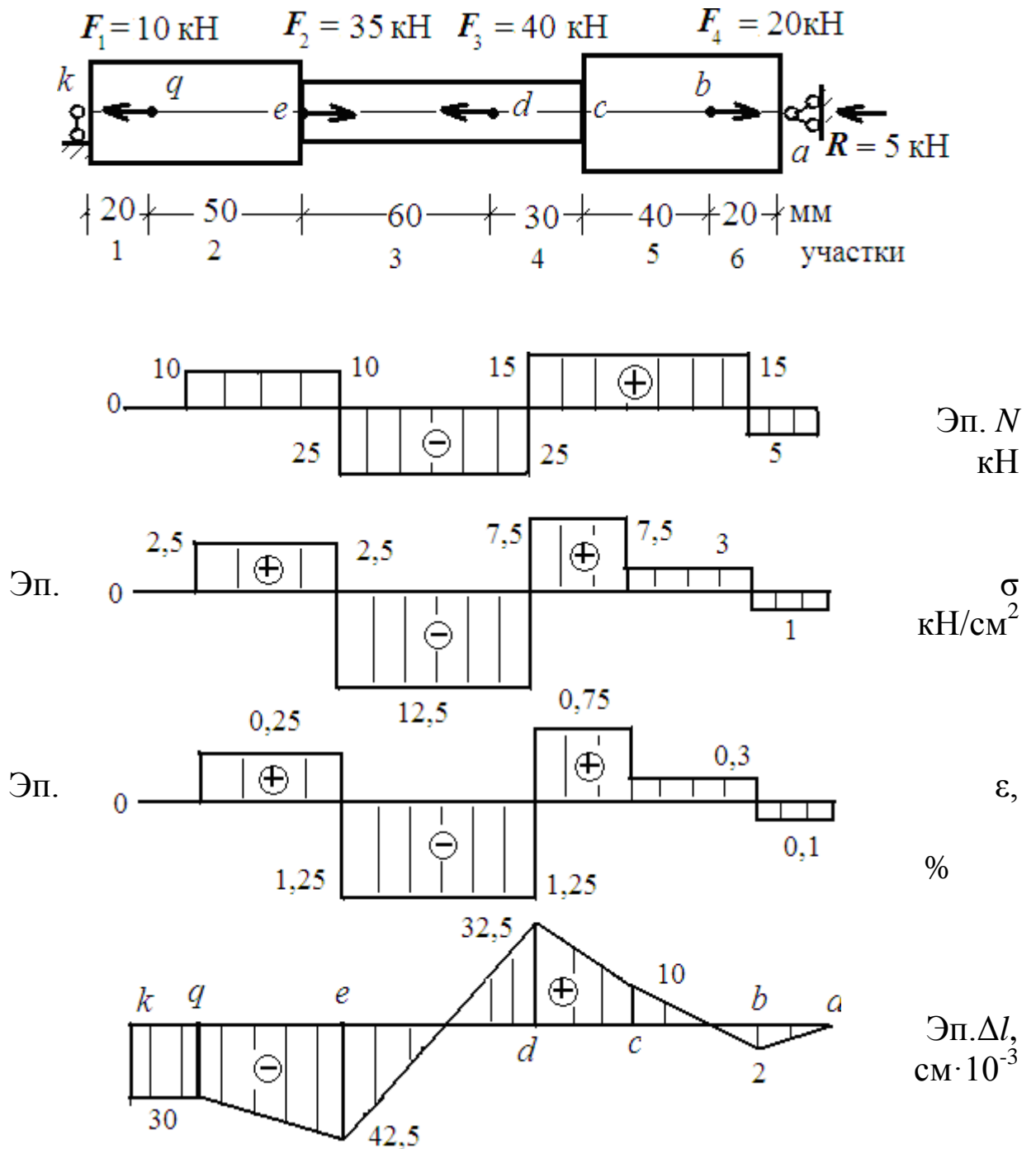
на участке №6: $\Delta l_6 = \frac{-5 \cdot 2}{1000 \cdot 5} = -2 \cdot 10^{-3}$ см.

• Строим эпюру Δl начинаем с неподвижной точки а: $\Delta l_a = 0$;

в точке b: $\Delta l_b = \Delta l_6 = -2 \cdot 10^{-3}$ см;

в точке c: $\Delta l_c = \Delta l_6 + \Delta l_5 = -2 \cdot 10^{-3} + 12 \cdot 10^{-3} = 10 \cdot 10^{-3}$ см;

в точке d: $\Delta l_d = \Delta l_6 + \Delta l_5 + \Delta l_4 = 10 \cdot 10^{-3} + 22,5 \cdot 10^{-3} = 32,5 \cdot 10^{-3}$ см;



В точке e :

$$\Delta l_e = \Delta l_6 + \Delta l_5 + \Delta l_4 + \Delta l_3 = 32,5 \cdot 10^{-3} - 75 \cdot 10^{-3} = -42,5 \cdot 10^{-3} \text{ см};$$

В точке q :

$$\Delta l_q = \Delta l_6 + \Delta l_5 + \Delta l_4 + \Delta l_3 + \Delta l_2 = -42,5 \cdot 10^{-3} + 12,5 \cdot 10^{-3} = -30 \cdot 10^{-3} \text{ см};$$

В точке k : $\Delta l_k = \Delta l_q = -30 \cdot 10^{-3} \text{ см}$, так как $\Delta l_1 = 0$.

- Вывод: стержень укоротился на 0,03 см.

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

Задание: Из условия прочности на растяжение (сжатие) подобрать сечение стержня AC из стали уголковой равнополочной. Определить удлинение стержня AC

Исходные данные к задаче определить по таблице 1.2 и схемам, представленным на рис. 1.2. Принять значения: расчётного сопротивления материала $R = 240$ МПа, коэффициента условий работы $\gamma_c = 1$, модуля продольной упругости $E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа.

Последовательность расчёта

1. Изобразить в масштабе расчётную схему с указанием размеров и нагрузки.
2. Удалить стержень AC , заменив его усилием N_{AC} . Определить усилие N_{AC} .
3. Из условия прочности подобрать сечение стержня AC из стали уголковой равнополочной.
4. Определить удлинение стержня AC .

Таблица 1.2

Первая цифра шифра	F кН	α°	Вторая цифра шифра	q кН/м	l_1 м	Третья цифра шифра (№ схемы)	l_2 м
0	20	30	0	20	1	0	2
1	30	45	1	12	2	1	1
2	80	60	2	10	1	2	2
3	40	30	3	12	2	3	1
4	60	45	4	20	1	4	2
5	50	60	5	14	2	5	1
6	40	30	6	10	1	6	2
7	60	45	7	20	2	7	1
8	80	60	8	10	1	8	2
9	50	30	9	20	2	9	1

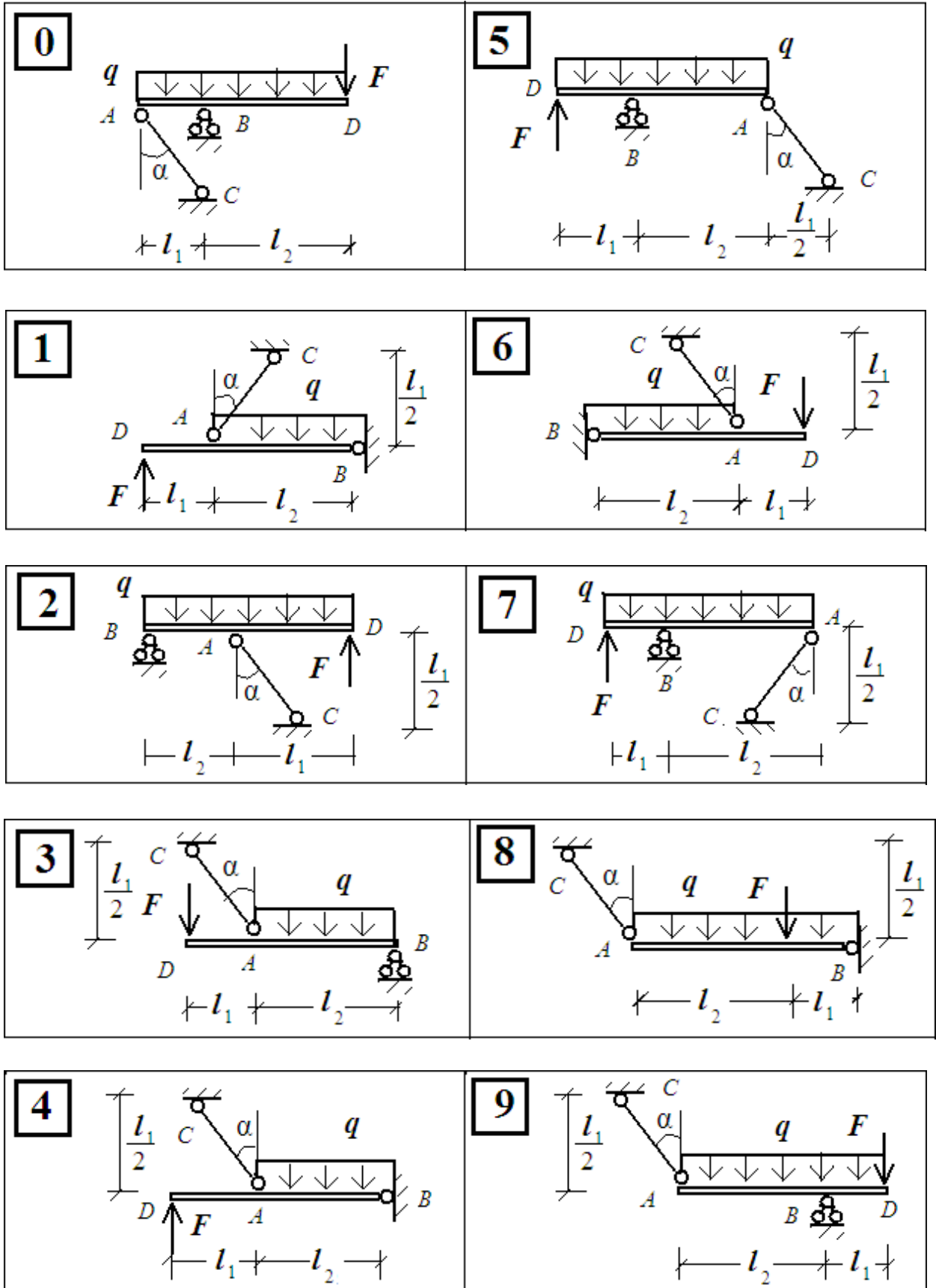
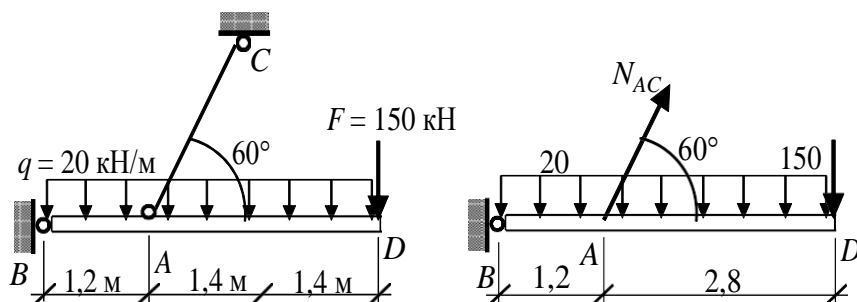


Рис. 1.2

Пример решения задачи № 1.2: Брус абсолютной жёсткости BD поддерживается стержнем AC . Подобрать сечение стержня AC из стали уголковой равнополочной. $F = 150$ кН; $q = 20$ кН/м; $\gamma_c = 1$; $R = 240$ МПа, $E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа.

- Определяем усилие в стержне AC :

$$\sum M_B = 0; -N_{AC} \cdot \sin 60^\circ \cdot 1,2 + F \cdot 4 + q \cdot 4 \cdot 2 = 0; N_{AC} = 731,33 \text{ кН.}$$



- Условие прочности: $\sigma = \frac{N_{AC}}{A} \leq \gamma_c R$; $R = 240$ МПа = 24 кН/см².

$$\gamma_c = 1; A \geq \frac{N_{AC}}{R} \quad A \geq \frac{731,33}{24} = 30,47 \text{ см}^2.$$

Принимаем 2 уголка $\perp 100 \times 100 \times 8$; $A = 2 \cdot 15,6 = 31,2$ см² (см. сортмент проката).

- Определяем длину стержня AC : $l_{AC} = \frac{1,2}{\cos 60^\circ} = 2,4$ м = 240 см.

Определяем удлинение стержня AC :

$$E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2,06 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2,$$

$$\Delta l_{AC} = \frac{N_{AC} l_{AC}}{EA} = \frac{731,33 \cdot 240}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 31,2} = 0,27 \text{ см.}$$

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

Задание: Определить продольные силы и нормальные напряжения в статически неопределимом брусе. Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.

Исходные данные к задаче определить по таблице № 1.3 и схемам, представленным на рис. 1.3. Принять значение модуля продольной упругости равным $E = 1 \cdot 10^5$ МПа.

Последовательность расчёта

1. Изобразить в масштабе длин расчётную схему стержня с указанием размеров и нагрузки.
2. Записать уравнения равновесия стержня под действием нагрузки и реакций опор.
3. Составить условие совместности деформаций участков стержня.
4. Записать физические соотношения в форме закона Гука для каждого участка стержня.
5. Решив совместно полученную систему уравнений, определить реакции опор и усилия на каждом участке. Построить эпюру продольных сил.
6. Вычислить нормальные напряжения на каждом участке и построить их эпюру.

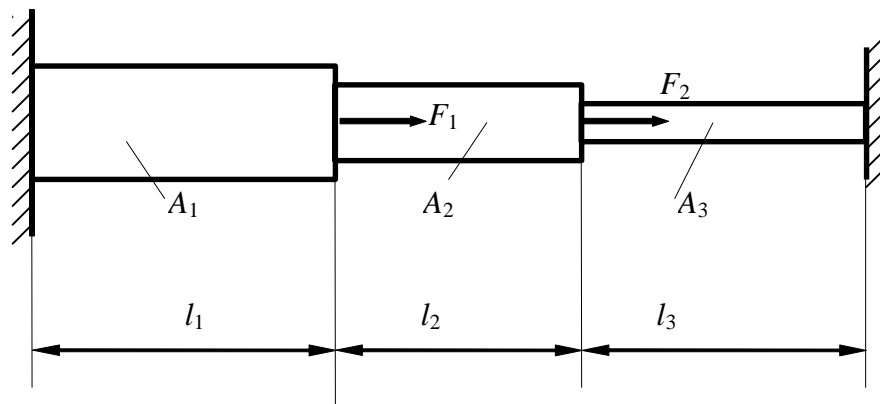


Рис. 1.3.

Таблица 1.3

Первая цифра шифра	A_1 см ²	F_1 кН	F_2 кН	Вторая цифра шифра	A_3 см ²	l_1 см	l_2 см	Третья цифра шифра (№ схемы)	A_2 см ²	l_3 см
0	4	60	0	0	8	15	7	0	14	14
1	15	0	120	1	10	14	6	1	5	12
2	6	-70	0	2	12	13	8	2	16	15
3	17	0	100	3	7	12	9	3	7	16
4	8	90	0	4	13	11	10	4	18	8
5	14	0	-60	5	9	9	11	5	20	10
6	5	120	0	6	10	10	12	6	8	8
7	16	0	110	7	15	8	14	7	16	6
8	7	-80	0	8	6	7	15	8	14	10
9	12	0	-90	9	14	6	16	9	19	9

Пример решения задачи № 1.3.

Исходные данные для решения задачи: $A_1 = 4 \text{ см}^2$, $A_2 = 8 \text{ см}^2$, $A_3 = 5 \text{ см}^2$. $l_1 = 10 \text{ см}$, $l_2 = 6 \text{ см}$, $l_3 = 12 \text{ см}$. $F_1 = 80 \text{ кН}$.

Изображаем расчетную схему стержня, заменяя опоры реакциями R_A и R_B , направления которых предполагаем противоположными действию силы F_1 . Составляем уравнение равновесия в виде суммы проекций всех сил на горизонтальную ось стержня x :

$$\sum X = 0. \quad F_1 - R_A - R_B = 0.$$

Усилия в сечениях на участках стержня при этом равны

$$N_1 = R_A; \quad N_2 = N_3 = R_A - F_1 = -R_B.$$

Поскольку расстояние между жесткими опорами стержня не меняется, его полная абсолютная деформация равна нулю:

$$\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = 0.$$

Это выражение представляет собой условие совместности деформаций.

Абсолютные деформации выражаем через усилия согласно закону Гука:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EA_1} = \frac{R_A l_1}{EA_1}; \quad \Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EA_2} = \frac{(R_A - F_1) l_2}{EA_2}; \quad \Delta l_3 = \frac{N_3 l_3}{EA_3} = \frac{(R_A - F_1) l_3}{EA_3}.$$

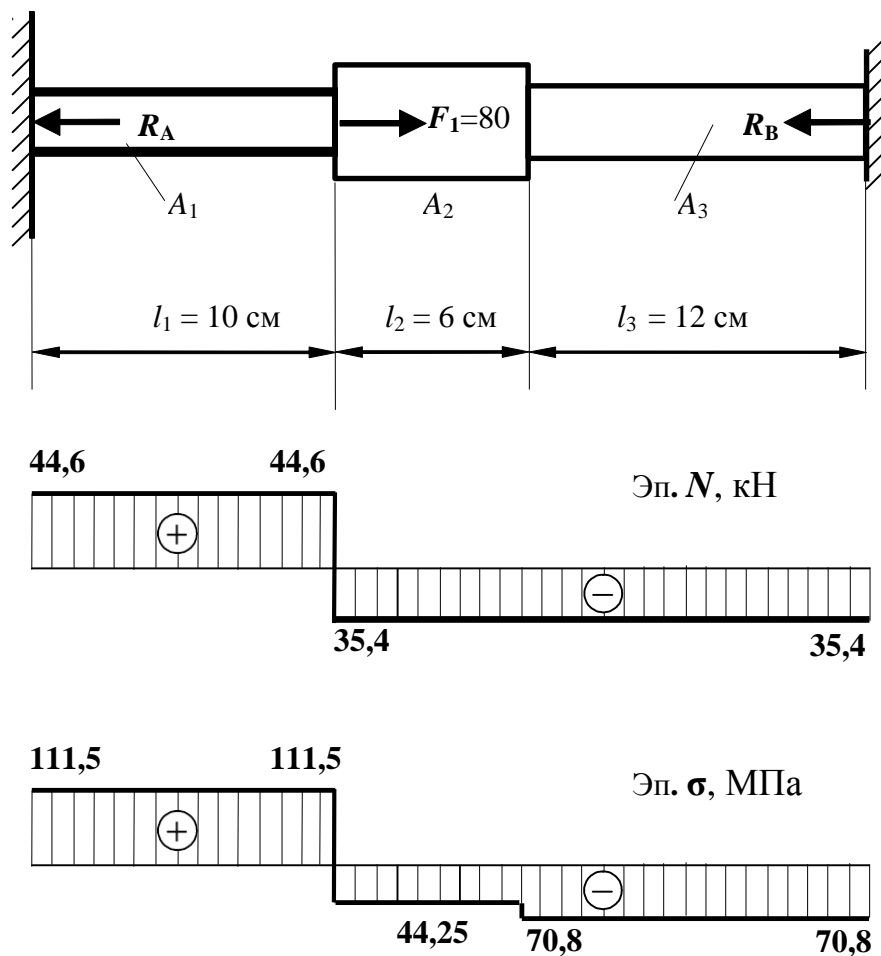
Решаем полученную систему уравнений. Вначале подставим формулы закона Гука в условие совместности деформаций:

$$\frac{R_A l_1}{EA_1} + \frac{(R_A - F_1) l_2}{EA_2} + \frac{(R_A - F_1) l_3}{EA_3} = 0.$$

Получено линейное уравнение относительно неизвестной R_A .

Умножив его на E и приведя подобные члены, выразим R_A :

$$R_A = \frac{F_1 (l_2/A_2 + l_3/A_3)}{l_1/A_1 + l_2/A_2 + l_3/A_3} = \frac{80 \cdot (6/8 + 12/5)}{10/4 + 6/8 + 12/5} = 44,6 \text{ кН.}$$



Находим усилия в сечениях:

$$N_1 = R_A = 44,6 \text{ кН}; \quad N_2 = N_3 = R_A - F_1 = 44,6 - 80 = -35,4 \text{ кН.}$$

По полученным значениям строим эпюру продольных сил.

Вычисляем напряжения на участках:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{44,6}{4} \cdot 10 = 111,5 \text{ МПа.} \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{-35,4}{8} \cdot 10 = -44,25 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_3} = \frac{-35,4}{5} \cdot 10 = -70,8 \text{ МПа.}$$

Аналогично строим эпюру напряжений.

Определяем абсолютные деформации участков:

$$\Delta l_1 = \frac{\sigma_1 l_1}{E} = \frac{111,5 \cdot 10}{10^5} = 11,15 \cdot 10^{-3} \text{ см.}$$

$$\Delta l_2 = \frac{\sigma_2 l_2}{E} = \frac{-44,25 \cdot 6}{10^5} = -2,66 \cdot 10^{-3} \text{ см.}$$

$$\Delta l_3 = \frac{\sigma_3 l_3}{E} = \frac{-70,8 \cdot 12}{10^5} = -8,49 \cdot 10^{-3} \text{ см.}$$

Проверяем равенство нулю суммарной деформации стержня:

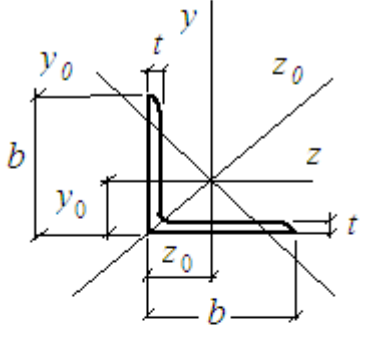
$$\Delta l_1 + \Delta l_2 = (11,15 - 2,66) \cdot 10^{-3} = 8,49 \cdot 10^{-3} \text{ см.}$$

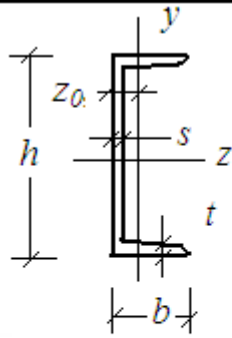
$$\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = 8,49 \cdot 10^{-3} - 8,49 \cdot 10^{-3} = 0.$$

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Таблицы сортамента прокатной стали

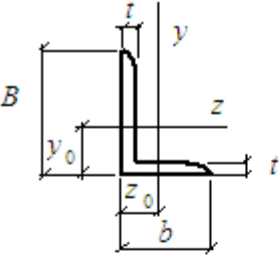
№	Масса 1 п.м., кг	Размеры, мм				A, см ²	I _z , см ⁴	W _z , см ³	i _z , см	S _z , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³	i _y , см
		h	b	s	t								
10	9,46	100	55	4,5	7,2	12	198	39,7	4,06	23	17,9	6,49	1,22
12	11,5	120	64	4,8	7,3	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	13,7	140	73	4,9	7,5	17,4	572	81,7	5,73	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>Уголки горячекатаные равнополочные</p> <p>(по ГОСТ 8509 – 93)</p> </div> </div>												
№ Уголка	Масса кг 1 п.м.	Размеры мм		A см ²	I _z см ⁴	i _z см	I _{z₀} ^{max} см ⁴	i _{z₀} ^{max} см	I _{y₀} ^{max} см ⁴	i _{y₀} ^{max} см	I _{zy} см ⁴	z ₀ 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



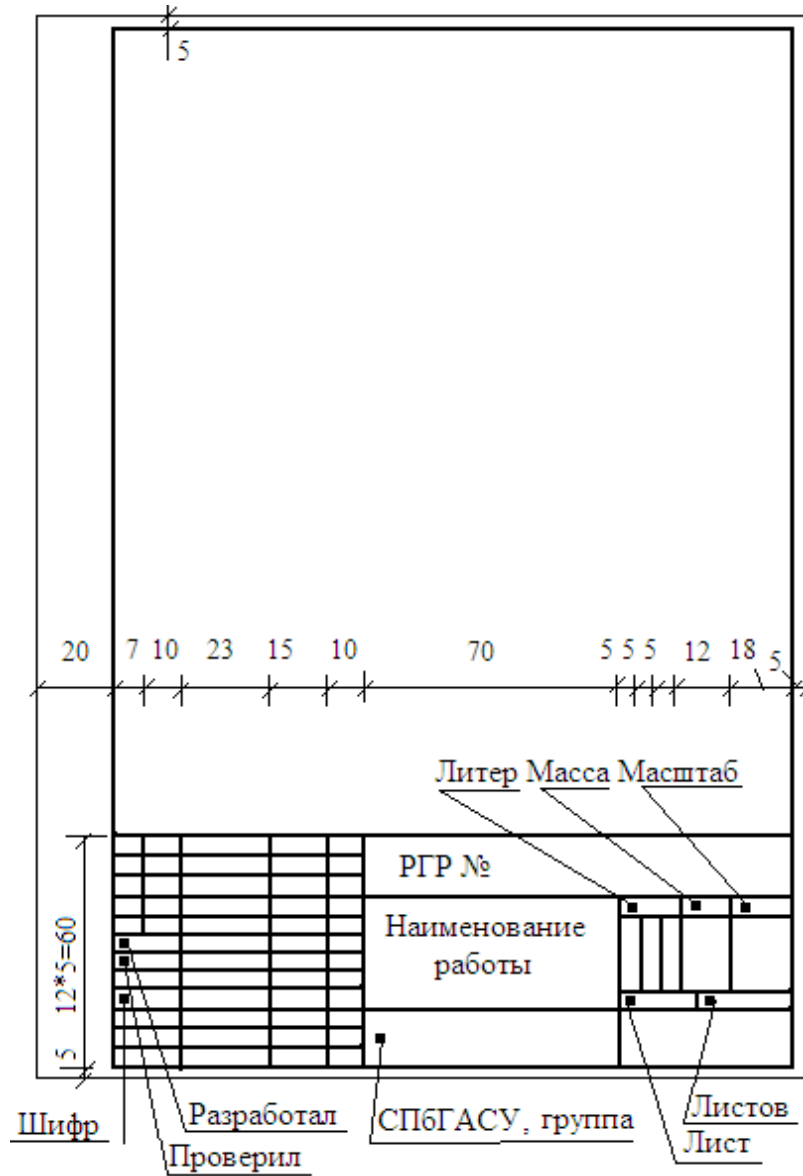
Швеллеры горячекатаные
(ГОСТ 8240 – 89)

№ швеллера	Масса 1 п.м., кг	Размеры, мм				A , см ²	I_z , см ⁴	W_z , см ³	i_z , см	S_z , см ³	I_y , см ⁴	W_y , см ³	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 ²	I_z , см ⁴	i_z , см	I_y , см ⁴	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 overall 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 section at the bottom with the following labels and widths:
 - Группа: 40 units
 - Ф.И.О: 25 units
 - Шифр: 35 units
 - Лист: 25 units
 - Дата: 25 units
 - Подпись: 10 units
- A table at the bottom with 6 columns and 2 rows. Each cell in the table contains a small square symbol.

Dimensions are indicated by tick marks and numbers: 20 (top margin), 40, 25, 35, 25, 25, 25, 10 (header widths), 5 (bottom margin), 575 (total height), and 44 (width of the table area).

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.