

Расчетно-графическая работа №1

Растяжение-сжатие стержней

Задание №1:

1. Построить схему нагружения стержня.
2. Построить эпюры продольных сил и перемещений.
3. Определить опасный участок (участок на котором действуют наибольшие напряжения).
4. Определить площадь поперечного сечения стержня из условия прочности (материал стержня – сталь 3, в качестве предельно допустимого (опасного) напряжения взять предел текучести $\sigma_T = 230$ МПа, коэффициент запаса прочности принять равным 2).
5. Подобрать номер профиля стержня.

Схема нагружения стержня изображена на рис. 1.

Данные взять из таблицы 1.

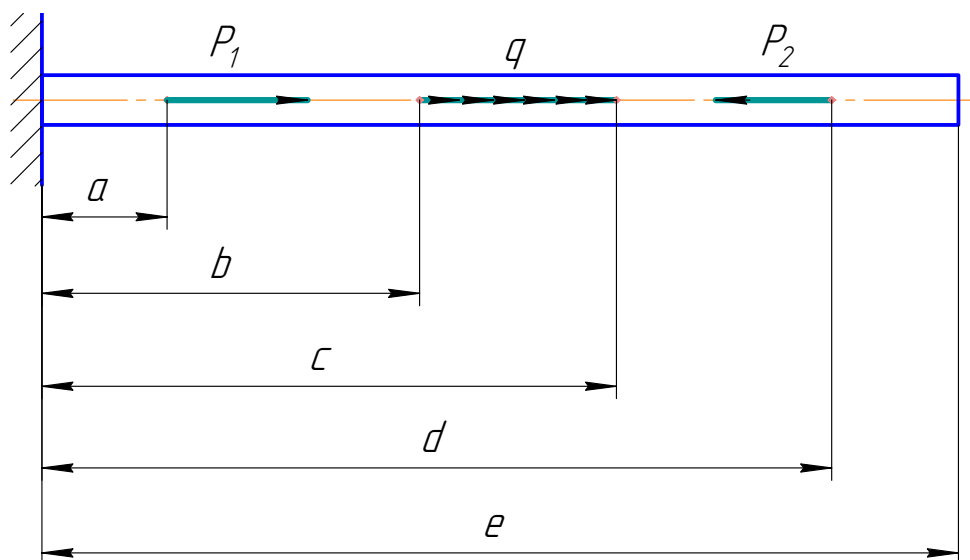


Рис. 1. Схема нагружения стержня

Таблица 1

№ варианта	a (м)	b (м)	c (м)	d (м)	e (м)	P ₁ (кН)	P ₂ (кН)	q (кН/м)	профиль стержня
1	0,2	0,4	2	3	3	8	4	3	круг
2	2	1	3	4	4	10	2	2,5	уголок
3	5	0,5	3	2	5	6	5	1	швеллер
4	1	0	3	2,5	3	12	14	4	тавр
5	1,5	0	1	2	2	8	20	10	двутавр
6	1	2	3	4,5	4,5	4	14	6	круг
7	5	0	10	10	10	10	20	3	двутавр
8	0,1	0,5	1	0,3	1	6	15	1	круг
9	0,75	0,75	2	3	3	4	6	10	уголок
10	0,5	1	2,5	3,5	3,5	5	7	6	швеллер
11	1,5	0,5	1,2	3	3	4	8	5,5	тавр
12	1,5	2	4	0,5	4	10	5	5	двутавр
13	5	0	4	4	5	5	10	5	круг
14	5,5	0	5,5	2,5	5,5	60	43	25	уголок
15	0,2	0,3	0,4	1	1	8,5	10	10	швеллер
16	0,7	0,5	1,1	1,5	1,5	7	7	7	тавр
17	2	0,5	1,5	1	2	10	15	11	двутавр
18	0,5	2	2,5	0,9	2,5	3	2,5	10	круг
19	1,5	0,5	1,2	3	3	7	6,3	6	уголок
20	2	0,9	3,5	3	3,5	20	12	10	тавр
21	3	0	2	1	4	12	3	4	двутавр
22	2,3	0	3	4,5	4,5	4	10	4	круг
23	1,5	2	3,5	5	5	10	1	0,5	уголок
24	5,5	3,5	4,5	1,5	5,5	3	7	3	швеллер
25	3	1	6	4	6	4	10	10	тавр
26	3	0	6,6	6,6	6,6	10	1,5	5	двутавр
27	1	0,5	1	0,5	1	6	10	10	круг
28	0,75	1	1,75	2	2	3	1	0,5	уголок
29	1	0	1	3	3	20	30	10	тавр
30	3	0	4	4	4	6	6	6	двутавр

Задание №2:

1. Построить схему нагружения ступенчатого стержня.
2. Построить эпюры продольной силы и напряжения.
3. Определить опасный участок.
4. Проверить стержень на прочность.
5. В случае выполнения условия прочности определить полное удлинение стержня.

Схема нагружения стержня изображена на рис. 2.

Данные взять из таблицы 2.

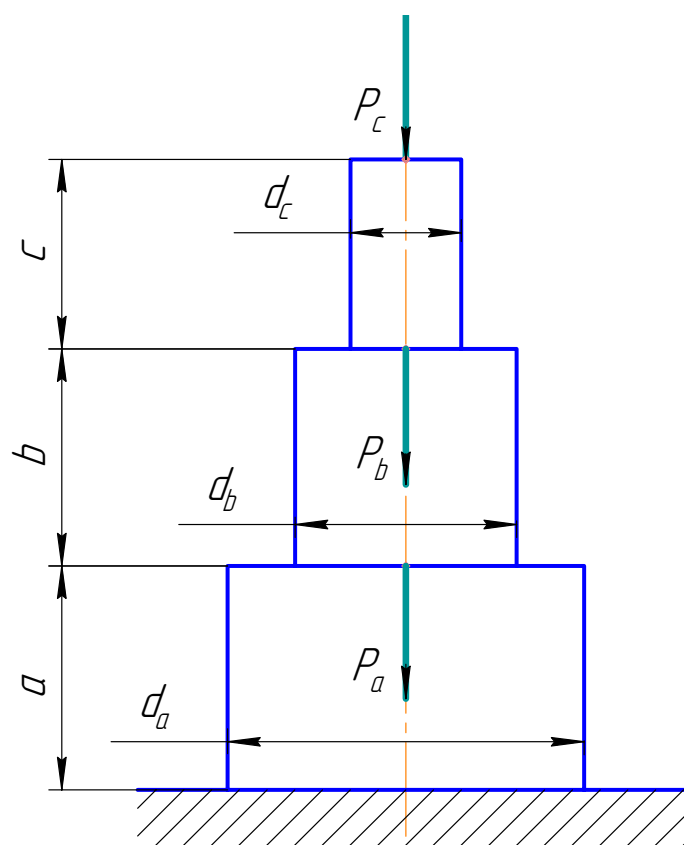


Рис. 2. Схема нагружения стержня

Таблица 2

№ варианта	a (м)	b (м)	c (м)	d_a (мм)	d_b (мм)	d_c (кН)	P_a (кН)	P_b (кН)	P_c (кН)
1	1	2	3	60	50	40	100	200	300
2	1,5	1,5	1,5	30	50	40	-150	150	400
3	1	2	1,5	65	60	65	500	-420	100
4	0,5	3	0,5	20	33	64	200	120	-150
5	3	1	1	30	50	35	400	150	360
6	2	2	1	53	50	45	-450	450	130
7	1,5	1	1	40	25	30	250	-100	100
8	3	2	1	64	45	12	50	210	-55
9	1,2	1,5	1	25	35	37	-300	-100	135
10	2,2	1	0,5	45	65	45	320	180	290
11	1,6	0,5	0,5	68	36	55	550	-210	-220
12	0,6	2	0,3	40	20	33	200	-120	210
13	1	1	1	30	25	24	-65	160	-120
14	3	0,5	0,5	18	20	45	300	230	150
15	2	1	1	45	40	32	95	-100	100
16	2,3	0,5	0,4	34	40	30	150	160	435
17	0,4	0,5	0,4	70	64	38	-320	-560	-315
18	1	3,5	1	46	32	30	40	395	-100
19	1,2	2	0,9	36	46	42	235	150	160
20	1,6	1,5	1,7	42	46	36	320	120	120
21	4	1	0,5	59	43	40	-500	-500	500
22	3	3	0,5	46	40	53	115	230	-200
23	0,4	3	2	23	26	28	200	90	220
24	5	1	1	69	50	42	60	-150	300
25	3	3	3	30	47	23	100	200	-250
26	0,5	0,3	4	40	36	48	100	125	130
27	2	3	1	14	16	14	-400	-50	-90
28	0,3	5	0,3	45	31	45	120	120	120
29	4	4	1	34	53	50	320	325	175
30	0,6	3,5	2,4	50	40	30	100	-125	520

Пример выполнения расчетно-графической работы
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ГЛАЗОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ФИЛИАЛ) ГОУ ВПО
«ИЖЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ»

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1
«РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ СТЕРЖНЕЙ»
по дисциплине «Сопротивление материалов»

Вариант 00

Выполнил студент гр. 311

Иванов И.И.

Проверил преподаватель

Петров И.И.

Глазов, 2010

Задание №1

1. Построить схему нагружения стержня.
2. Построить эпюры продольных сил и перемещений.
3. Определить опасный участок (участок на котором действуют наибольшие напряжения).
4. Определить площадь поперечного сечения стержня из условия прочности (материал стержня – сталь 3, в качестве предельно допустимого (опасного) напряжения взять предел текучести $\sigma_T = 230$ МПа, коэффициент запаса прочности принять равным 2).
5. Подобрать номер профиля стержня.

Исходные данные:

$$P = 10 \text{ кН}$$

$$q = 8 \text{ кН/м}$$

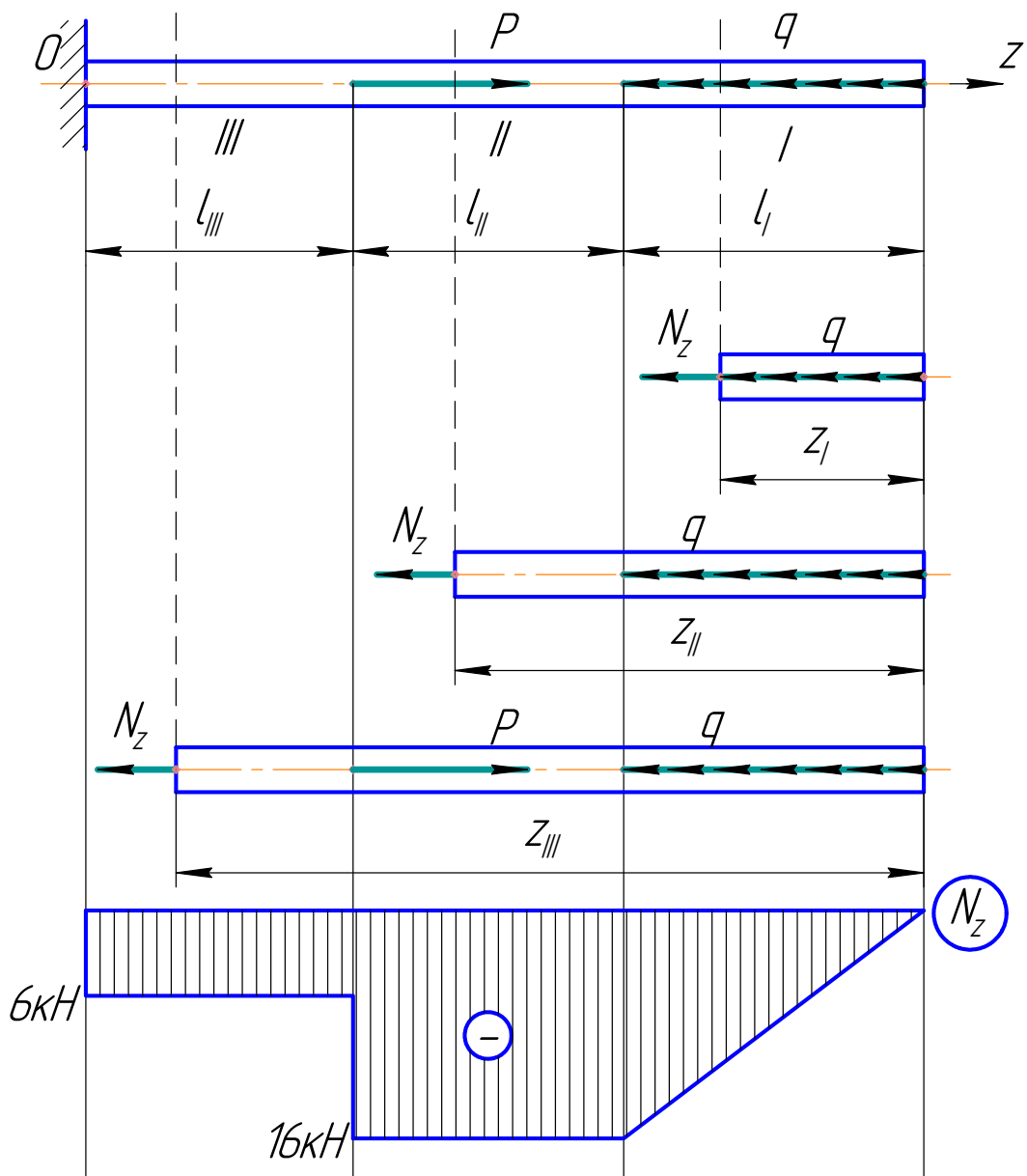
$$l_I = 2 \text{ м}$$

$$l_{II} = 1 \text{ м}$$

$$l_{III} = 2 \text{ м}$$

$$\sigma_0 = \sigma_T = 230 \text{ МПа}$$

Схема нагружения стержня:



Разбиваем стержень на 3 участка.

Участок I: $0 \leq z_I \leq 2\text{м}$.

Уравнение равновесия отсеченной части стержня $\sum Z = 0$.

$$-N_z - qz = 0$$

$$N_z = -qz$$

$$z_I = 0 \Rightarrow N_z = -qz_I = -8\text{кН} \cdot 0\text{м} = 0;$$

$$z_I = 2 \Rightarrow N_z = -qz_I = -8\text{кН} \cdot 2\text{м} = -16\text{кН}.$$

Участок II: $2\text{м} \leq z_{II} \leq 3\text{м}$.

$$\sum Z = 0$$

$$-N_z - ql_I = 0$$

$$N_z = -ql_I$$

$$z_{II} = 2 \Rightarrow N_z = -ql_I = -8\text{кН} \cdot 2\text{м} = -16\text{кН};$$

$$z_{II} = 3 \Rightarrow N_z = -ql_I = -8\text{кН} \cdot 2\text{м} = -16\text{кН}.$$

Участок III: $3\text{ м} \leq z_{\text{III}} \leq 5\text{ м}$.

$$\sum Z = 0$$

$$-N_z - ql_I + P = 0$$

$$N_z = -ql_I + P$$

$$z_{\text{III}} = 3 \Rightarrow N_z = -ql_I + P = -8\text{ кН} \cdot 2\text{ м} + 10\text{ кН} = -6\text{ кН};$$

$$z_{\text{III}} = 5 \Rightarrow N_z = -ql_I + P = -8\text{ кН} \cdot 2\text{ м} + 10\text{ кН} = -6\text{ кН}.$$

Участок II является наиболее опасным.

Предельно допускаемое напряжение для стали 3 - $\sigma_0 = 230\text{ МПа}$

$$\text{Допускаемое напряжение: } [\sigma] = \frac{\sigma_0}{n} = \frac{230\text{ МПа}}{2} = 115\text{ МПа}.$$

Площадь поперечного сечения стержня из условия прочности:

$$F = \frac{|N_{\text{max}}|}{[\sigma]} = \frac{16 \cdot 10^3 \text{ Н}}{115 \cdot 10^6 \text{ Па}} = 1,391 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 1,391 \text{ см}^2$$

Выбираем уголок с номером профиля - №2, площадь поперечного сечения которого $1,46 \text{ см}^2$.

$$\text{Уголок } \frac{20 \times 20 \times 4 \text{ ГОСТ 8509 - 93}}{\text{Ст3 ГОСТ 535 - 88}}$$

Задание №2

1. Построить схему нагружения ступенчатого стержня.
2. Построить эпюры продольной силы и напряжения.
3. Определить опасный участок.
4. Проверить стержень на прочность (материал стержня – сталь 3, в качестве предельно допустимого (опасного) напряжения взять предел текучести $\sigma_T = 230 \text{ МПа}$, коэффициент запаса прочности принять равным 1,5).
5. В случае выполнения условия прочности определить полное удлинение стержня.

Исходные данные:

$$P_1 = 250 \text{ кН}$$

$$P_2 = 300 \text{ кН}$$

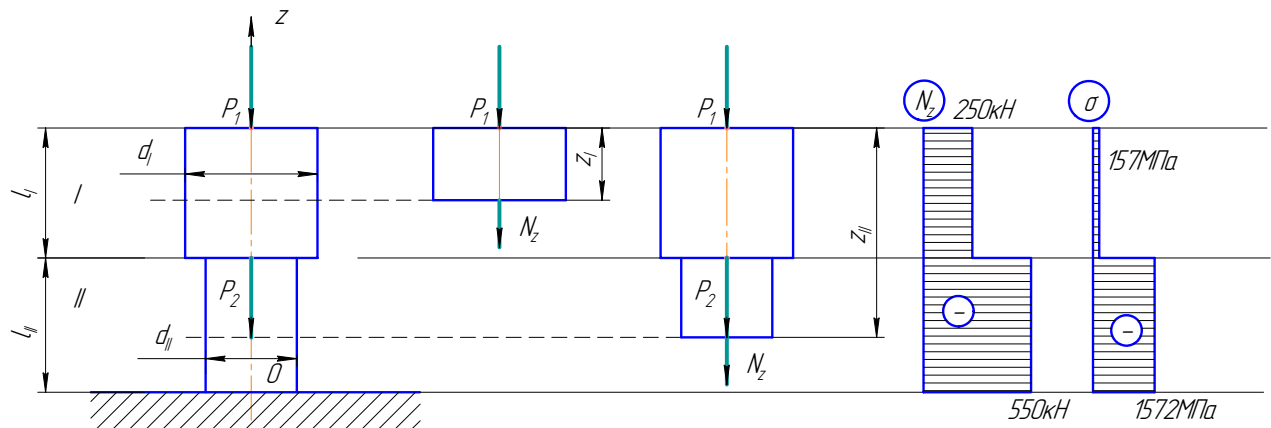
$$l_I = 2 \text{ м}$$

$$l_{II} = 1 \text{ м}$$

$$d_I = 45 \text{ мм}$$

$$d_{II} = 20 \text{ мм}$$

Схема нагружения стержня:



Разбиваем стержень на 2 участка.

Участок I: $0 \leq z_I \leq 2\text{м}$.

Уравнение равновесия отсеченной части стержня $\sum Z = 0$.

$$-N_z - P_1 = 0$$

$$N_z = -P_1$$

$$z_I = 0 \Rightarrow N_z = -P_1 = -250\text{кН};$$

$$z_I = 2 \Rightarrow N_z = -P_1 = -250\text{кН}.$$

Площадь поперечного сечения первого участка:

$$F_I = \pi \frac{d_I^2}{4} = 3,14 \frac{(0,045\text{м})^2}{4} = 1,59 \cdot 10^{-3} \text{м}^2$$

Нормальные напряжения на первом участке:

$$\sigma_I = \frac{N_z}{F_I} = \frac{-250 \cdot 10^3 \text{Н}}{1,59 \cdot 10^{-3} \text{м}^2} = -157,23 \text{МПа}$$

Предельно допускаемое напряжение для стали 3 - $\sigma_0 = 230 \text{МПа}$

$$\text{Допускаемое напряжение: } [\sigma] = \frac{\sigma_0}{n} = \frac{230 \text{МПа}}{1,5} = 153,3 \text{МПа}.$$

Участок II: $2\text{м} \leq z_{II} \leq 3\text{м}$.

$$\sum Z = 0$$

$$-N_z - P_1 - P_2 = 0$$

$$N_z = -P_1 - P_2$$

$$z_{II} = 2 \Rightarrow N_z = -P_1 - P_2 = -250\text{кН} - 300\text{кН} = -550\text{кН};$$

$$z_{II} = 3 \Rightarrow N_z = -P_1 - P_2 = -250\text{кН} - 300\text{кН} = -550\text{кН}.$$

$$F_{II} = \pi \frac{d_{II}^2}{4} = 3,14 \frac{(0,02\text{м})^2}{4} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{м}^2$$

$$\sigma_{II} = \frac{N_z}{F_{II}} = \frac{-550 \cdot 10^3 \text{Н}}{3,14 \cdot 10^{-4} \text{м}^2} = -1572,3 \text{МПа}$$

Условие прочности $\sigma_{\max} \leq [\sigma]$ не выполняется.