

**Перечень тем лабораторных работ
по сопротивлению материалов**

1. Исследование диаграммы растяжения пластического материала (на примере стали).
2. Исследование диаграмм сжатия различных материалов.

Перечень тем практических занятий

1. Расчет статически неопределимых стержневых систем.
2. Построение эпюр M и Q при изгибе балок.

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И ПРИМЕРЫ
ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ**

Задача № 1: Стальной стержень ($E = 2 \cdot 10^5$ МПа) находится под действием силы P и собственного веса ($\gamma = 78$ кН/м³). Найти перемещение сечения $I-I$ и полное удлинение стержня, изображенного на рис. 1. Исходные данные приведены в табл. 1. Варианты заданий в соответствии со схемами рис. 1.

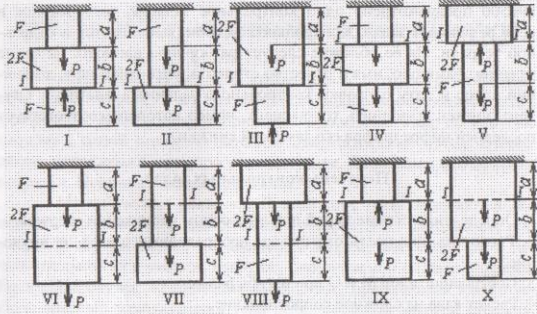


Рис. 1.

Пример решения задачи № 1:
Пронумеруем участки 1-3. (Рис. 2). Перемещение сечения $I-I$ можно представить как сумму перемещений на участках 1 и 2.

$$\Delta_{I-I} = \Delta_1 + \Delta_2;$$

Удлинение участка 1 определяется как

$$\Delta_1 = \Delta_1^0 + \Delta_1^P;$$

где Δ_1^0 - удлинение участка 1 под действием приложенных внешних сил P_1, P_2 и веса материала участков 2 и 3

$$\Delta_1^0 = Q_1 \cdot a / (2 E \cdot F)$$

где Q_1 - вес материала участка 1, $Q_1 = \gamma F a$
В качестве растягивающего усилия для участка 1 можно принять

$$P^{(1)} = P_1 + P_2 + Q_2 + Q_3,$$

$$Q_2 = \gamma 2Fb, Q_3 = \gamma 2Fc,$$

где $Q_{2,3}$ - вес материала участков 2 и 3 соответственно. Тогда можно записать

$$\Delta_1^P = P^{(1)} \cdot a / (E \cdot F).$$

Окончательно для Δ_1 получим

$$\Delta_1 = \frac{Q_1 a}{2EF} + \frac{P^{(1)} a}{EF} = \frac{\gamma F a^2}{2EF} + \frac{(P_1 + P_2 + 2\gamma F b + \gamma F c) \cdot a}{EF};$$

Аналогично для удлинения участка 2

$$\Delta_2 = \Delta_2^0 + \Delta_2^P;$$

$$\Delta_2^0 = \frac{Q_2 \cdot b}{2E \cdot (2F)}; \quad \Delta_2^P = \frac{P^{(2)} \cdot b}{2EF}; \quad P^{(2)} = P_2 + Q_3;$$

$$\Delta_2 = \frac{Q_2 \cdot b}{4EF} + \frac{P^{(2)} \cdot b}{2EF} = \frac{\gamma \cdot b^2}{2E} + \frac{(P_2 + \gamma F c) \cdot b}{2EF}.$$

Таблица 1

№ п/п	Схема (рис.1)	$F \cdot 10^4, \text{ м}^2$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	$c, \text{ м}$	$P_1, \text{ кН}$	$P_2, \text{ кН}$
1	I	10	2,0	2,3	2,5	-10	25
2	I	6	2,5	1,8	1,0	10	12
3	I	8	1,5	2,0	3,1	15	10
4	II	13	2,0	1,0	1,0	-15	20
5	II	20	1,4	2,8	2,3	30	25
6	II	15	2,5	3,2	2,7	25	45
7	III	13	2,2	1,5	2,0	30	20
8	III	18	2,4	2,5	2,3	45	28
9	III	24	1,6	2,3	1,8	-30	50
10	IV	15	2,4	3,1	3,2	20	23
11	IV	20	2,0	1,4	1,8	45	15
12	IV	25	1,4	2,4	2,4	40	45
13	V	14	1,8	1,6	2,2	26	22
14	V	20	2,5	2,0	2,8	-20	30
15	V	15	3,0	2,5	2,6	30	-40
16	VI	18	1,8	2,0	1,5	14	26
17	VI	30	2,5	2,2	2,5	15	25
18	VI	15	2,0	2,4	1,9	-20	34
19	VII	22	1,4	1,2	2,4	22	40
20	VII	18	1,8	1,8	1,6	32	15
21	VII	25	1,5	1,5	2,5	25	25
22	VIII	14	1,5	1,4	1,0	21	28
23	VIII	30	1,8	2,5	1,5	18	-26
24	VIII	20	1,8	1,8	1,7	10	28
25	IX	10	2,0	0,8	1,5	13	25
26	IX	15	1,5	1,0	2,2	26	-15
27	IX	18	2,5	1,2	2,0	23	34
28	X	16	1,8	1,5	3,1	28	25
29	X	20	1,5	2,4	2,5	35	18
30	X	13	2,5	2,0	2,4	30	27

Перемещение сечения $I-I$ тогда определяется из выражения:

$$\Delta_{I-I} = \frac{\gamma \cdot a^2}{2E} + \frac{(P_1 + P_2 + 2\gamma F b + \gamma F c) \cdot a}{EF} + \frac{\gamma \cdot b^2}{2E} + \frac{(P_2 + \gamma F c) \cdot b}{2EF} =$$

$$= \frac{\gamma \cdot (a^2 + b^2)}{2E} + \frac{[2P_1 + P_2(2a + b) + \gamma F(4ab + 2ac + bc)]}{2EF}$$

Подставляя численные значения для размеров, сил, удельного веса получаем (при $a = 1$ м, $b = 2$ м; $c = 1$ м; $F = 10 \cdot 10^{-4}$ м²):

$$P_1 = 10^4 \text{ Н}; P_2 = 0;$$

$$\Delta_{I-I} \approx 5,332 \cdot 10^{-5} \text{ м}.$$

Удлинение всего стержня равно

$$\Delta l = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3,$$

где Δ_3 для третьего участка определяется из выражений:

$$\Delta_3 = \Delta_3^0 + \Delta_3^P;$$

$$\Delta_3^0 = \frac{Q_3 \cdot c}{2EF}; \quad \Delta_3^P = \frac{P^{(3)} \cdot c}{EF}; \quad Q_3 = \gamma F c; \quad P^{(3)} = P_2.$$