

Рис. 2.77

**2.99.** Визначити монтажні напруження в сталевих стрижнях статично невизначуваних систем після їх складання (рис. 2.77), враховуючи, що один зі стрижнів був коротшим на  $\delta = 0,001l$ , ніж це потребувало за проектом. Взяти  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа.  $A$  — площа поперечного перерізу.

*Відповідь:* а)  $\sigma_{(1)} = \sigma_{(3)} = 160$  МПа; б)  $\sigma_{(1)} = 171$  МПа,  $\sigma_{(2)} = \sigma_{(3)} = -57$  МПа; в)  $\sigma_{(1)} = -41$  МПа,  $\sigma_{(2)} = 38,6$  МПа,  $\sigma_{(3)} = 41$  МПа; г)  $\sigma_{(1)} = -45,3$  МПа,  $\sigma_{(2)} = -22,7$  МПа,  $\sigma_{(3)} = 154,7$  МПа.

## 2.4. Врахування власної ваги

**2.100.** Обчислити найбільше напруження і повне укорочення бетонної колони сталого перерізу заввишки 10 м, якщо один кубічний метр бетону важить 2,4 кН, а його модуль пружності  $E = 2 \cdot 10^4$  МПа.

*Відповідь:*  $\sigma_{\max} = 0,24$  МПа;  $\Delta l = 0,06$  мм.

**2.101\*.** Кліть підйомника вагою 16 кН підвішено на двох тросах на глибині  $h = 140$  м. Площа поперечного перерізу кожного троса  $125 \text{ мм}^2$ , вага погонного метра 15 Н. Під час попередніх випробувань встановлено, що у разі навантаження 10 кН відрізок троса завдовжки 1 м подовжується на 0,5 мм. Визначити напруження біля верхнього і нижнього кінців троса і його повне подовження.

*Відповідь:*  $\sigma_{\text{в}} = 80,8$  МПа;  $\sigma_{\text{н}} = 64,0$  МПа;  $\Delta l = 63,4$  мм.

**2.102.** Визначити повне укорочення зображеного на рис. 2.78 стрижня з урахуванням його власної ваги, якщо відомі питома вага стрижня  $\gamma$  і модуль пружності  $E$ .

$$\text{Відповідь: } \Delta l = \frac{3}{2} \frac{a}{E} \left( \frac{F}{A} + \gamma a \right).$$

**2.103.** Обчислити з урахуванням власної ваги переміщення перерізу  $m-n$  зображеного на рис. 2.79 стрижня з поперечним перерізом  $A$ , модулем пружності  $E$  і питомою вагою матеріалу  $\gamma$ .

$$\text{Відповідь: } \Delta_{mn} = \frac{a}{E} \left[ \frac{F}{A} + \gamma(b+c) + \frac{1}{2} \gamma a \right].$$

**2.104\*.** Визначити об'єм кладки мостової опори заввишки 42 м, що стискується силою  $F = 4000$  кН, у трьох випадках: 1) опора з постійним поперечним перерізом; 2) ступінчаста опора, що складається з трьох ділянок однакової довжини; 3) опора у вигляді бруса рівного опору. Питома вага кладки  $22$  кН/м<sup>3</sup>, допустиме напруження  $[\sigma] = 1,2$  МПа.

$$\text{Відповідь: } V_1 = 609 \text{ м}^3; V_2 = 261 \text{ м}^3; V_3 = 210 \text{ м}^3.$$

**2.105\*.** Залізобетонна колона навантажена тільки власною вагою (рис. 2.80). Питома вага залізобетону  $25$  кН/м<sup>3</sup>, співвідношення модуля пружності сталевих арматур і бетону  $E_c/E_b = 15$ . Діаметр арматури  $25$  мм. Визначити напруження в бетоні й арматурі колони.

$$\text{Відповідь: } \sigma_b = -0,17 \text{ МПа}; \sigma_c = -2,60 \text{ МПа}.$$

**2.106.** Обчислити з урахуванням власної ваги напруження в небезпечних перерізах кожної з ділянок двоступінчастого бруса і його повне подовження, якщо питома вага матеріалу бруса  $\gamma = 78,5$  кН/м<sup>3</sup>, модуль пружності  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа, площа поперечних перерізів  $A_1 = 200$  мм<sup>2</sup>,  $A_2 = 400$  мм<sup>2</sup>, довжина ділянок  $l_1 = 80$  м,  $l_2 = 40$  м (рис. 2.81).

$$\text{Відповідь: } \sigma_I = 66,3 \text{ МПа}; \sigma_{II} = 36,3 \text{ МПа}; \Delta l = 32,2 \text{ мм}.$$

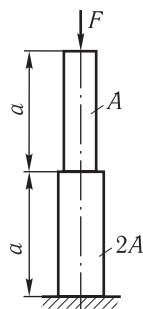


Рис. 2.78

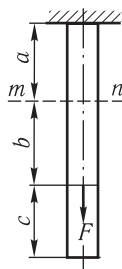


Рис. 2.79

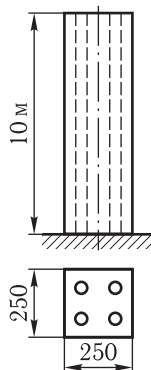


Рис. 2.80

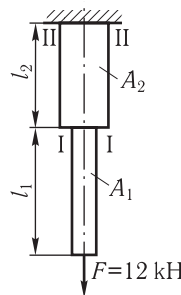


Рис. 2.81

**2.107.** Визначити напруження, що виникають у перерізах I—I, II—II, III—III ступінчастого фундаменту квадратного перерізу (рис. 2.82), якщо питома вага матеріалу  $\gamma = 2,4 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$ . Вплив ґрунту, що оточує фундамент, не враховувати.

*Відповідь:*  $\sigma_I = -0,71 \text{ МПа}$ ;  $\sigma_{II} = -0,28 \text{ МПа}$ ;  $\sigma_{III} = -0,25 \text{ МПа}$ .

**2.108.** Сталевий брус (рис. 2.83), закріплений обома кінцями, перебуває під дією власної ваги. Знайти реакції у верхньому і нижньому закріпленнях та напруження в перерізах I—I і II—II середньої частини, якщо вага верхньої і нижньої частин по 4000 Н, середньої 8000 Н, площа поперечних перерізів відповідно  $1 \cdot 10^4 \text{ мм}^2$  і  $2,5 \cdot 10^3 \text{ мм}^2$ .

*Відповідь:*  $R_B = R_H = 8000 \text{ Н}$ ;  $\sigma_I = 1,6 \text{ МПа}$ ;  $\sigma_{II} = 1,6 \text{ МПа}$ .

**2.109\*.** Визначити найбільші напруження розтягання і стискування в поперечних перерізах стрижня, зображеного на рис. 2.84. Питома вага матеріалу стрижня  $\gamma$ , модуль пружності  $E$ . Відношення площ поперечних перерізів нижньої і верхньої ділянок  $A_H/A_B = 2$ , довжин  $b/a = 0,5$ .

*Відповідь:*  $\sigma_p = 0,7\gamma a$ ;  $\sigma_c = -1,3\gamma b$ .

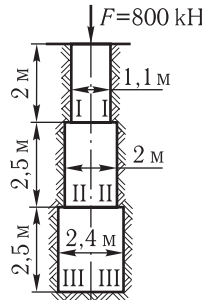


Рис. 2.82

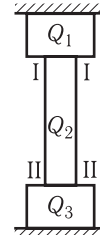


Рис. 2.83

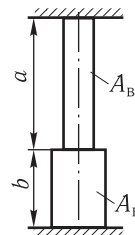


Рис. 2.84

## 2.5. Гнучкі нитки

**2.110.** Трос закріплено зі стрілою провисання  $f = 0,9 \text{ м}$  до двох розміщених на одному рівні опор, відстань між якими  $l = 45 \text{ м}$  (рис. 2.85). Обчислити величину горизонтального натягу троса  $H$ , якщо погонна вага троса  $q = 8 \text{ Н/м}$ .

*Відповідь:*  $H = 2,25 \text{ кН}$ .

**2.111.** Провід, що має питому вагу  $\gamma = 8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$ , підвішено між двома опорами, що перебувають на одному рівні (рис. 2.85). Визначити граничне значення прогону  $l$  за стріли провисання  $f = 0,01l$ , якщо допустиме напруження  $[\sigma] = 50 \text{ МПа}$ .

*Відповідь:*  $l = 50 \text{ м}$ .

**2.112.** Буксирувальний трос навантажується горизонтальною силою  $H = 6 \text{ кН}$ . Кінці троса закріплені в точках, що перебувають на одному рівні, на взаємній відстані  $l = 25 \text{ м}$ . Питома вага троса  $\gamma = 7,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$ , допустиме напруження  $[\sigma] = 120 \text{ МПа}$ . Підібрати площу поперечного перерізу троса і обчислити стрілу провисання.

*Відповідь:*  $A = 50 \text{ мм}^2$ ;  $f = 50 \text{ мм}$ .

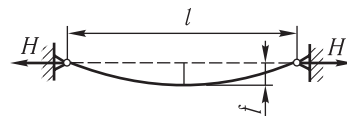


Рис. 2.85