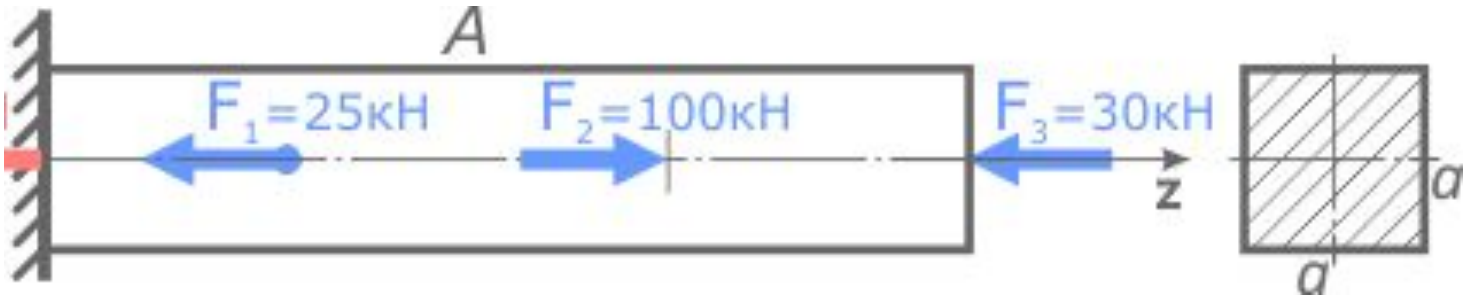
ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»
Инженерно-технический институт
Кафедра прикладной механики

Решение задач
по дисциплине «Техническая механика»
270800 - Строительство

Центральное растяжение-сжатие

Построить эпюру нормальных напряжений для стержня постоянного сечения, нагруженного продольными силами.

Поперечное сечение стержня - квадрат со сторонами a=22мм. Допустимые напряжения [σ]=160МПа

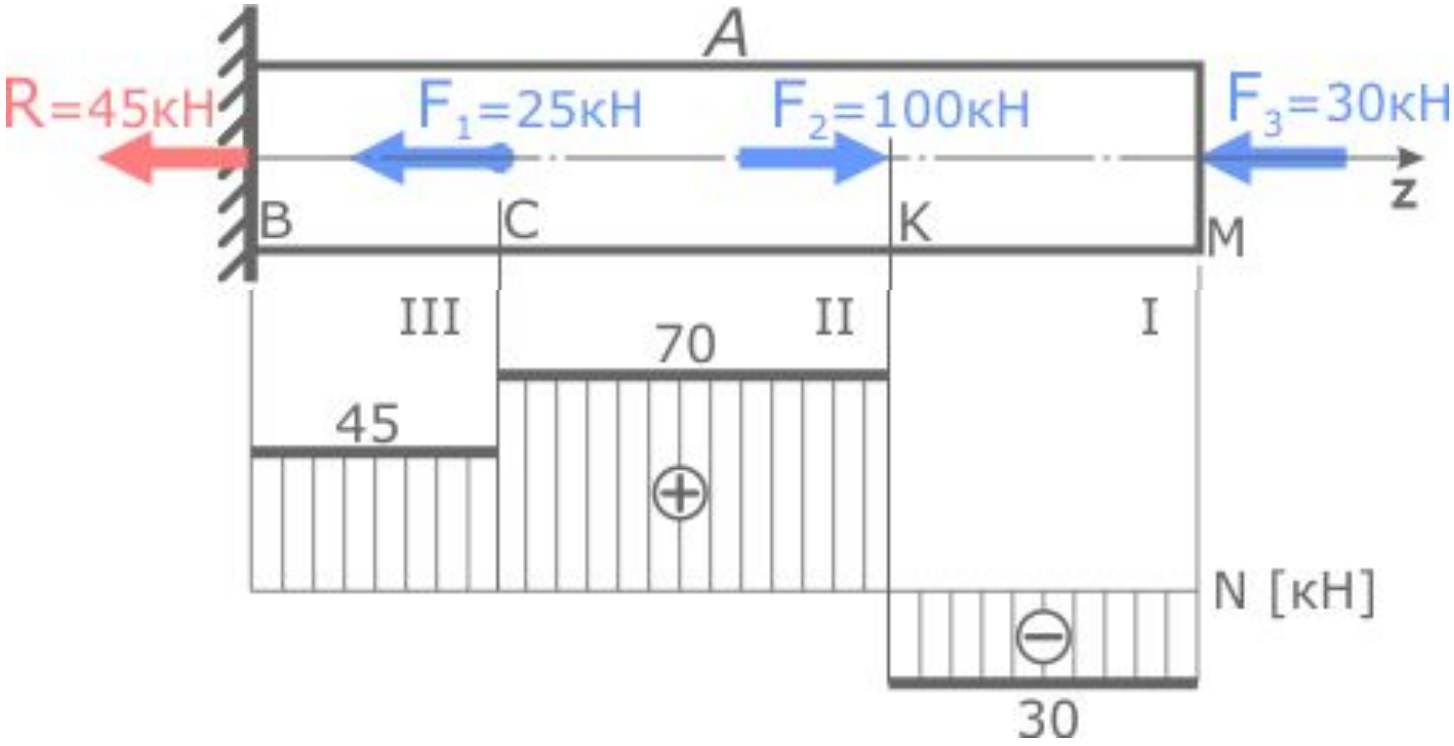


Расчет нормальных напряжений при растяжении-сжатии производится по формуле:

$$\sigma_i = \frac{N_i}{A_i}$$

Площадь поперечного сечения стержня постоянна по всей его длине, и составляет $A = a^2 = 22^2 = 484 мм^2 = 484 \cdot 10^{-6} м^2$

Эпюра N.



Расчет напряжений

Нормальные напряжения на I силовом участке (КМ)

$$\sigma_I = \sigma_{KM} = \frac{N_I}{A} = \frac{-30 \cdot 10^3}{484 \cdot 10^{-6}} \approx -62 МПа$$

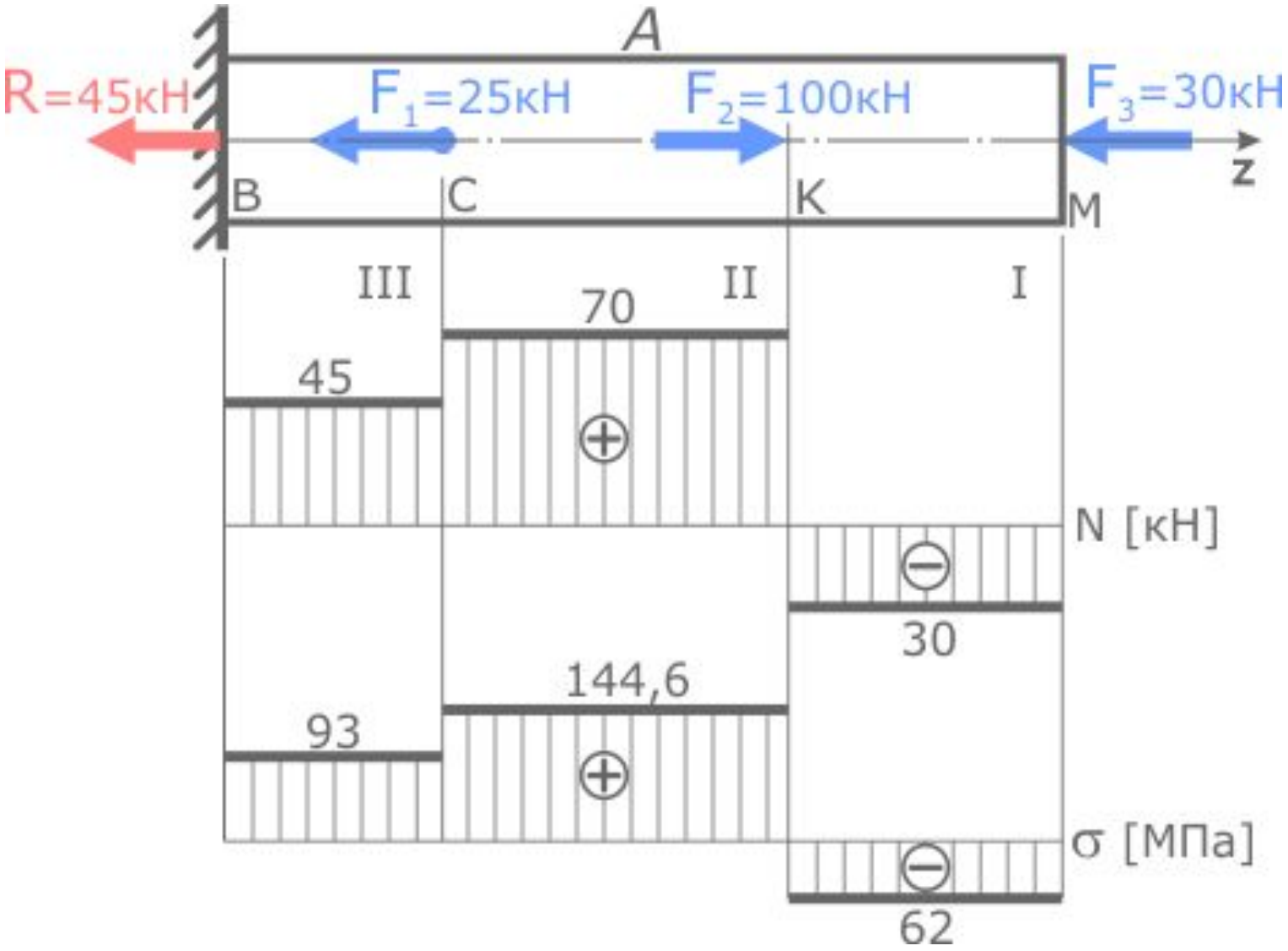
На II участке (СК)

$$\sigma_{II} = \sigma_{CK} = \frac{N_{II}}{A} = \frac{70 \cdot 10^3}{484 \cdot 10^{-6}} \approx 144{,}6 МПа$$

На III участке (ВС)

$$\sigma_{III} = \sigma_{BC} = \frac{N_{III}}{A} = \frac{45 \cdot 10^3}{484 \cdot 10^{-6}} \approx 93 МПа$$

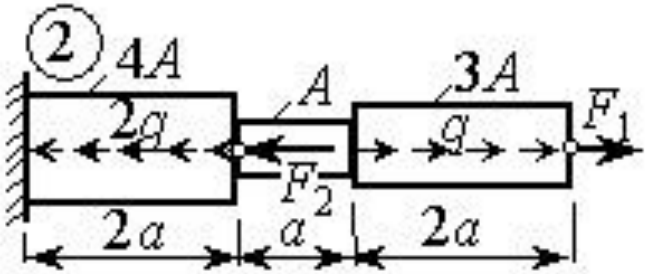
По этим данным строим эпюру нормальных напряжений.

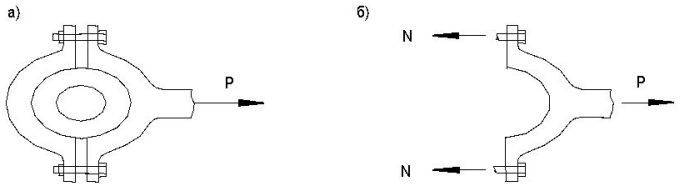

A
R=45кН
F1=25кН
F2=100кН
F3=30кН
z
B
C
K
M
III
II
I
70
45
N [кН]
30
144,6
93
σ [МПа]
62

Для ступенчатого стержня, при осевых нагрузках F1=α1qa, F2=α2qa и q требуется определить:

1. продольные силы N;
2. нормальные напряжения σ;
3. перемещения в характерных точках
   и построить их эпюры.
4. определить опасное сечение и подобрать необходимую площадь A стержня из условия прочности на растяжение или сжатие.

Принять: a=1 м, $[\sigma_p]$ =160 МПа, $[\sigma_c]$=60 МПа, α_1=2, α_2=4, q=400кН/м





Определить диаметр каждого из двух болтов, соединяющих обе части разъемной головки шатуна (рис.а). Усилие в шатуне 128 кН, допускаемое напряжение для материала болтов равно $[\sigma]$=160 МПа.

Решение

Из условия равновесия шатуна (рис.б) определяем внутренние усилия в обоих болтах:

$$\sum Z = -2N + P = 0, \qquad N = \frac{P}{2} = 64 \text{ кН}.$$

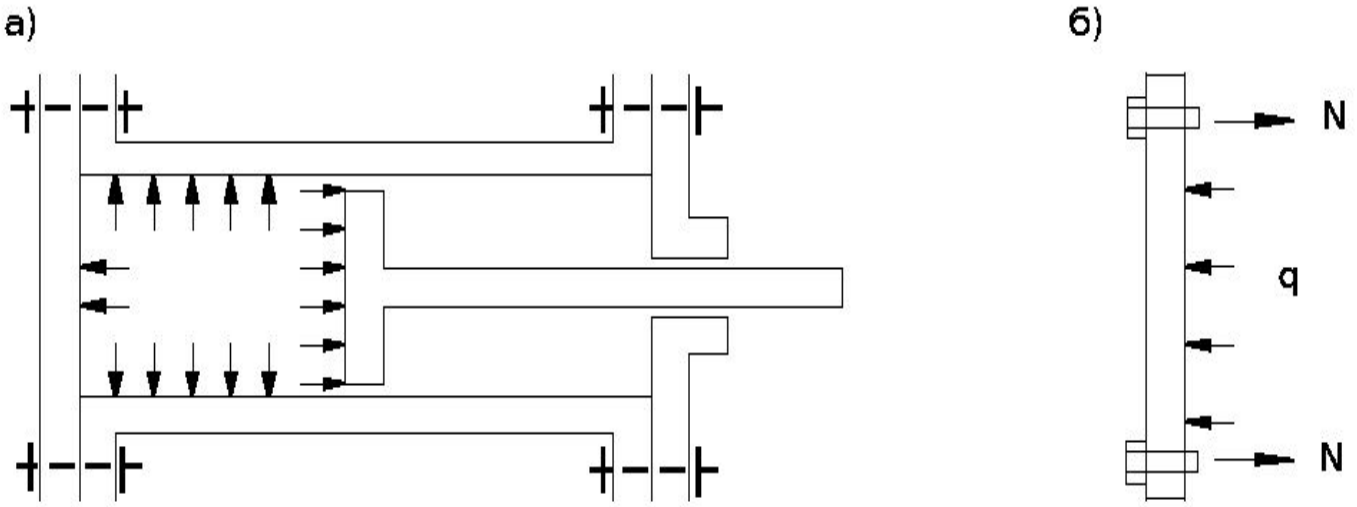
Из условия прочности болта

$$\frac{N}{A_\delta} = \frac{4N}{\pi d^2} \le [\sigma]$$

определяем диаметр болтов:

$$d \ge \sqrt{\frac{4N}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 64 \cdot 10^{-3}\,(\text{МН})}{3{,}14 \cdot 160\ \text{МПа}}} = 2{,}26 \cdot 10^{-2}\ \text{м}$$

Принимаем d=23 мм.



Рабочее давление в цилиндре двигателя q=10 атм, внутренний диаметр цилиндра 350 мм. Какое количество болтов диаметром 18 мм необходимо для того, чтобы прикрепить крышку к стенке цилиндра, если допускаемое напряжение для материала болтов принято 40 МПа?

Решение

Рабочее давление в цилиндре равно

$$q = 10 \text{ атм} = 10^6 \text{ Па}.$$

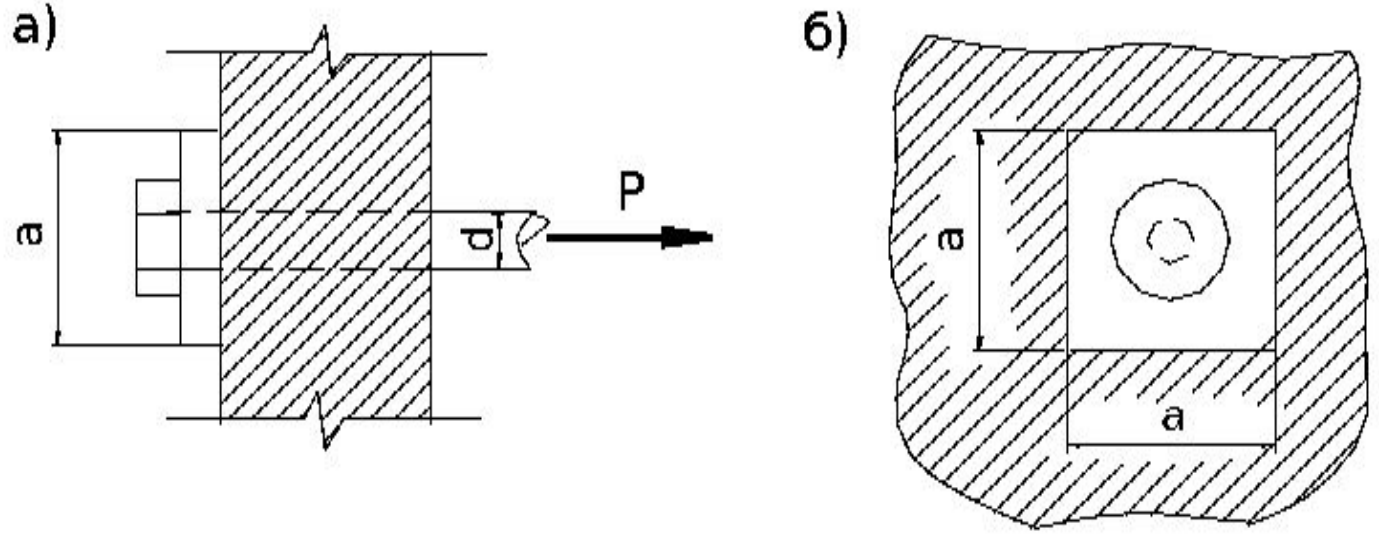
Равнодействующие давления на крышку цилиндра равны: $Q = q \cdot A_{кр} = 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}35^2}{4} = 96162{,}5$ Н.

Из условия прочности болтов, соединяющих крышку со стенкой цилиндра: $\frac{Q}{\sum A_\delta} = \frac{4 \cdot Q}{n \cdot \pi d^2} \le [\sigma]$,

получим количество болтов

$$n \ge \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2 \cdot [\sigma]} = \frac{4 \cdot 96162{,}5 \cdot 10^{-6}}{3{,}14 \cdot 0{,}018^2 \cdot 40} = 9{,}45.$$

Принимаем n=10 шт.



Стяжка диаметром $d = 30$ мм растянута усилием P, вызывающим в ней напряжение 80 МПа. Чему должна равняться сторона a квадратной шайбы, если допускаемое напряжение на смятие (местное сжатие) кирпичной кладки равно 1 МПа?

Решение

Определяем растягивающее усилие P в стяжке:

$$P = \sigma \cdot A_{ст} = \sigma \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 80 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}03^2}{4} = 0{,}05652 \text{ МН}.$$

Из условия прочности на смятие кирпичной стенки $\sigma_{см} = \dfrac{P}{A_ш} = \dfrac{P}{a^2 - \dfrac{\pi d^2}{4}} \le [\sigma]_{см}.$

Определяем размеры шайбы:

$$a = \sqrt{\frac{P + [\sigma]_{см} \dfrac{\pi d^2}{4}}{[\sigma]_{см}}} = \sqrt{\frac{0{,}05652 + 1 \cdot \dfrac{3{,}14 \cdot 0{,}03^2}{4}}{1}} = 0{,}2382 \text{ м}.$$

Принимаем a=24 см.