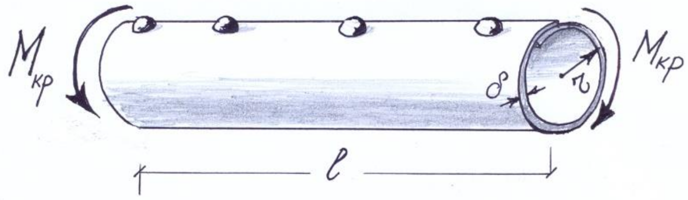
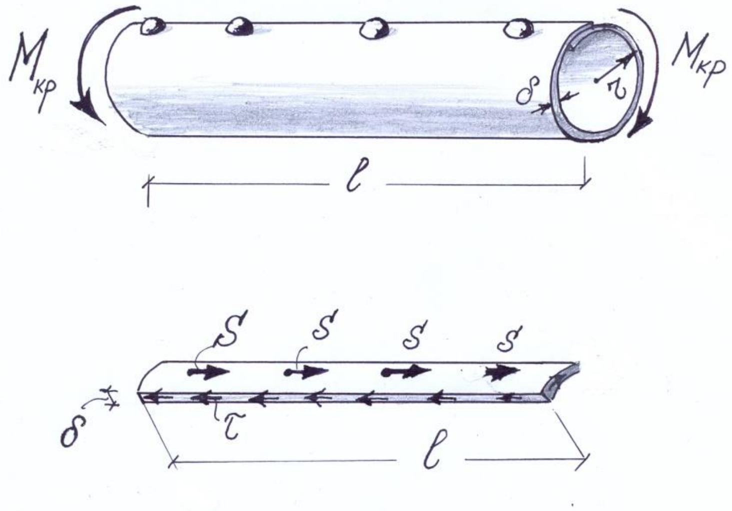
Задача 1

Допускаемое усилие на одну заклепку равно S. Определить число заклепок n, которые необходимо поставить на длине l, для того, чтобы воспринять допускаемый крутящий момент $M_{\text{кр}}$. (рисунок условно дан для числа заклепок $n = 4$).



Решение

Известна формула для определения касательных напряжений в круглом тонкостенном стержне замкнутого профиля:



$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{2\pi r^2 \delta}$. Проектируя все силы, действующие на отсеченную часть, показанную на рисунке, на горизонтальную ось получим :

$S \cdot n = \tau \delta l.$ Подставив сюда значение τ, получим: $S \cdot n = \frac{M_{\text{кр}}}{2\pi r^2 \delta} \delta l.$

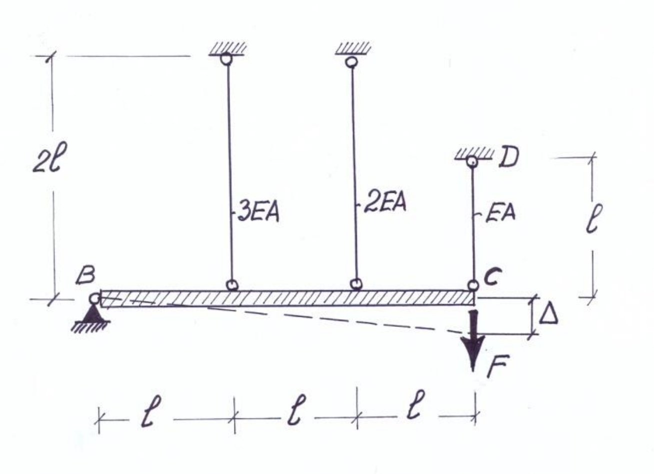
Откуда найдем $n = \frac{M_{\text{кр}} l}{2\pi r^2 S}$.

Ответ: $\boldsymbol{n = \frac{M_{\text{кр}} l}{2\pi r^2 S}}$

23. 01. 2016. В . Зылев.

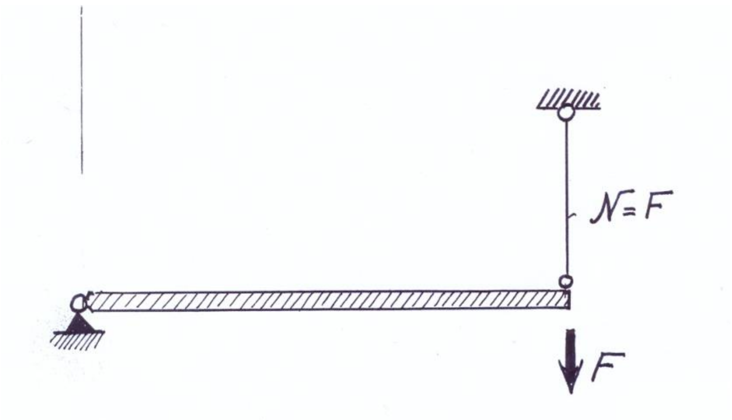
Задача 2

В исходном состоянии в системе отсутствуют внутренние усилия. Стержень ***B*-*C*** абсолютно жесткий. Сила F вызвала в точке ***C*** перемещение равное Δ. На сколько градусов нужно охладить стержень $C-D$, чтобы система вернулась в исходное состояние. Для стержня известен коэффициент линейного расширения α .



Решение

После охлаждения стержня $C-D$ система вернется в исходное положение, следовательно длины центральных стержней вернутся к исходным и усилия в них будут нулевыми. Усилие в стержне $C-D$ будет очевидно равно F (см. рис.) . Запишем величину удлинения стержня $C-D$ с учетом охлаждения. По условию задачи она равна нулю.



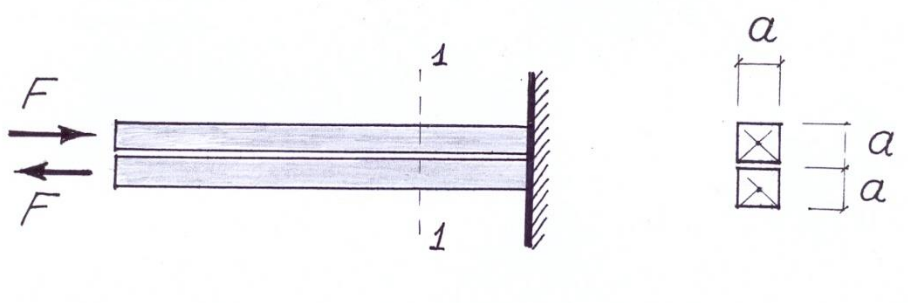
$\frac{Fl}{EA}+\alpha tl=0$. Откуда $t=\frac{F}{EA\alpha}$

Ответ: $\boldsymbol{t=\frac{F}{EA\alpha}}$

13. 03. 2016. В . Зылев.

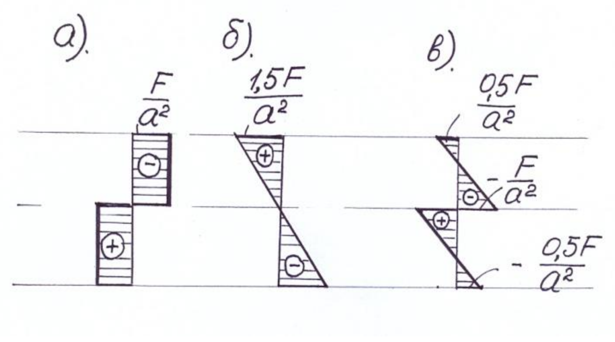
Задача 3

Два бруска, закрепленные глухой заделкой, смазываются клеем и к ним центрально прикладываются силы F. После твердения клея силы F снимаются. Построить эпюру остаточных нормальных напряжений по сечению 1-1. Деформациями клея пренебречь.



Решение.

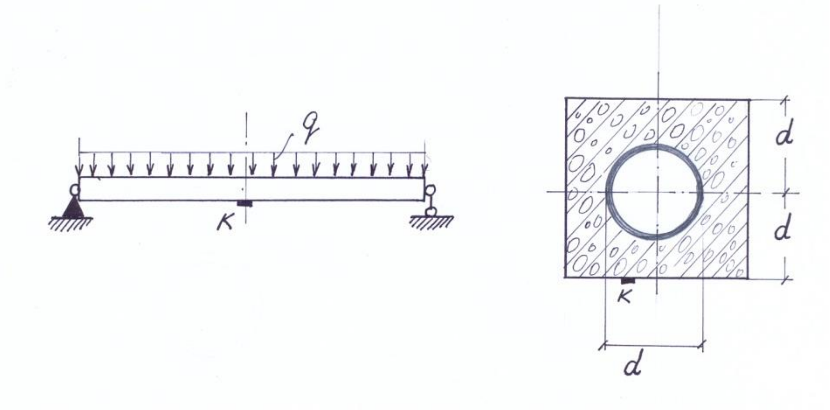
Сначала каждый стержень работает независимо. В верхнем стержне возникает равномерное сжатие $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{a^2}$, в нижнем такое же растяжение (см. рис.а). После твердения клея до снятия сил такая же эпюра сохраняется уже в сплошном брусе высотой $2a$. Снятие нагрузки представим как добавление нагрузки противоположного знака. Нагрузка противоположного знака по отношению к сплошному стержню дает пару сил, которая создает изгибающий момент, вызывающий растяжение верхних волокон. Напряжения в крайних волокнах найдутся по формуле $\sigma = \pm \frac{M}{W} = \pm \frac{Fa}{\frac{a(2a)^2}{6}} = \pm \frac{1{,}5F}{a^2}$. Соответствующая эпюра показана на рис. б. Окончательная эпюра получается суммированием эпюр на рис. а) и б).



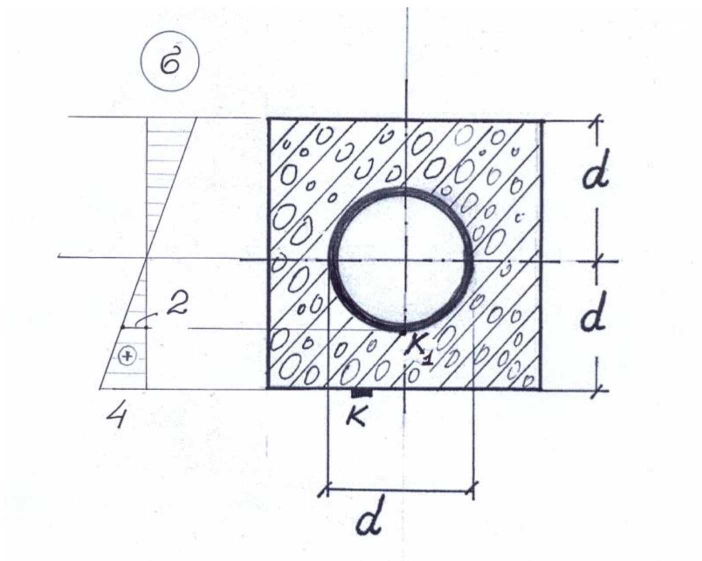
Ответ: эпюра остаточных напряжений имеет вид, показанный на рис. в)

Задача 4

Стальная труба забетонирована в бетонную балку прямоугольного поперечного сечения. Внешний диаметр трубы равен d. Модуль упругости бетона $E_б = 0{,}35 \cdot 10^{11}$ Па, модуль упругости стали $E_{ст} = 2 \cdot 10^{11}$ Па. Экспериментально определено изгибное напряжение на поверхности бетона в точке ***к***, оно равно 4 МПа. Считая справедливой гипотезу плоских сечений и гипотезу ненадавливаемости волокон для составного стержня найти наибольшее изгибное напряжение в трубе.



Решение

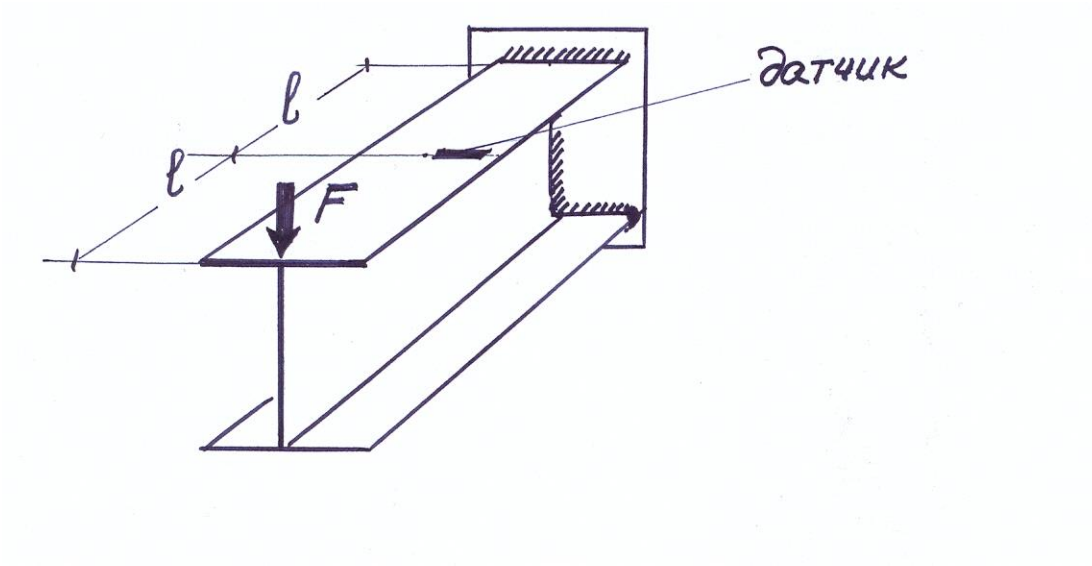


Нормальное напряжение в точке $к_1$ бетона равно 2 МПа. в соответствии с формулой $\sigma = \frac{M}{I} y$. Относительная деформация в бетоне в этой точке будет равна $\varepsilon = \frac{\sigma}{E_б} = \frac{2}{E_б}$. Поскольку справедлива гипотеза плоских сечений такая же деформация будет и в трубе. Тогда напряжение в стали определится на основании закона Гука: $\sigma_{ст} = E_{ст}\varepsilon = E_{ст}\frac{2}{E_б} = 2\frac{E_{ст}}{E_б} = 2\frac{2}{0.35} =$ 11.428 Мпа.

Ответ: $\sigma_{ст} = 11.428$ Мпа. 21. 01. 2016. В . Зылев.

Задача 5

Двутавровая балка загружена силой F. Имеются показания датчика, наклеенного поперек оси балки $\varepsilon_п = -0{,}000125$. Модуль упругости стали принять Е= $2 \cdot 10^5$ МПа , коэффициент Пуассона $\mu = 0{,}25$. Необходимо определить наибольшее изгибное напряжение в балке.



Решение

В соответствии с гипотезами сопротивления материалов верхние волокна балки испытывают одноосное растяжение. В этом случае поперечная деформация определяется с использованием коэффициента Пуассона через продольную деформацию $\varepsilon_п = -\mu\varepsilon_{прод}$. Откуда продольная деформация получается $\varepsilon_{прод} = -\frac{\varepsilon_п}{\mu}$. Соответственно продольное напряжение по закону Гука будет равно: $\sigma = E\varepsilon_{прод} = -E\frac{\varepsilon_п}{\mu}$. Такое напряжение будет возникать в месте постановки датчика. Наибольшее напряжение изгиба возникает в данном случае у заделки. Оно получается в два раза больше напряжения в месте постановки датчика, поскольку там в два раза больше изгибающий момент от силы F . Следовательно оно равно:

$\sigma = -2E\frac{\varepsilon_п}{\mu}$, или для заданных числовых значений $\sigma = -22 \cdot 10^5 \text{МПа} \cdot \frac{-0{,}000125}{0{,}25} = 200\text{МПа} \approx 2000\text{кг/см}^2$.

Ответ: $\sigma = -2E\frac{\varepsilon_п}{\mu} = 200\text{МПа}$

13. 03. 2016. В . Зылев.