

Строительная механика ракет-носителей

Тема 3

**Понятие о несущей способности
упругодеформируемых конструкций**

Практическое занятие № 5 /3.2/

**Старший преподаватель 13 кафедры
Карчин Александр Юрьевич**

Тема 3 Понятие о несущей способности упругодеформируемых конструкций

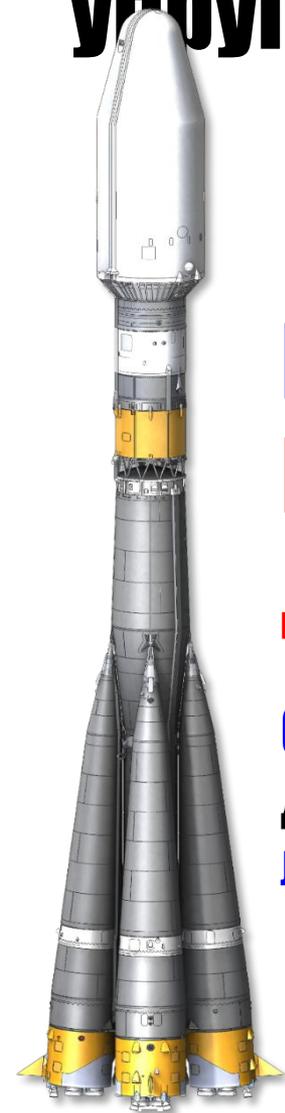


Практическое занятие 3.2

Несущая способность деформируемых систем /продолжение/

Оценить запас устойчивости стержней

Для решения задач необходимо использовать учебный материал
лекции 3.2 /уравнение Эйлера/





Задача 3.9

Оценить несущую способность стержня квадратного сечения со стороной a и длиной l , выполненного из дюралюминиевого сплава, если на него действует сжимающая сила N (см. рисунок)

Примечание: несущая способность стержня будет обеспечена (стержень не потеряет устойчивость), если коэффициент запаса устойчивости $n_{уст} > 1$

Дано:

$$a = 1 \text{ см}$$

$$l = 1 \text{ м}$$

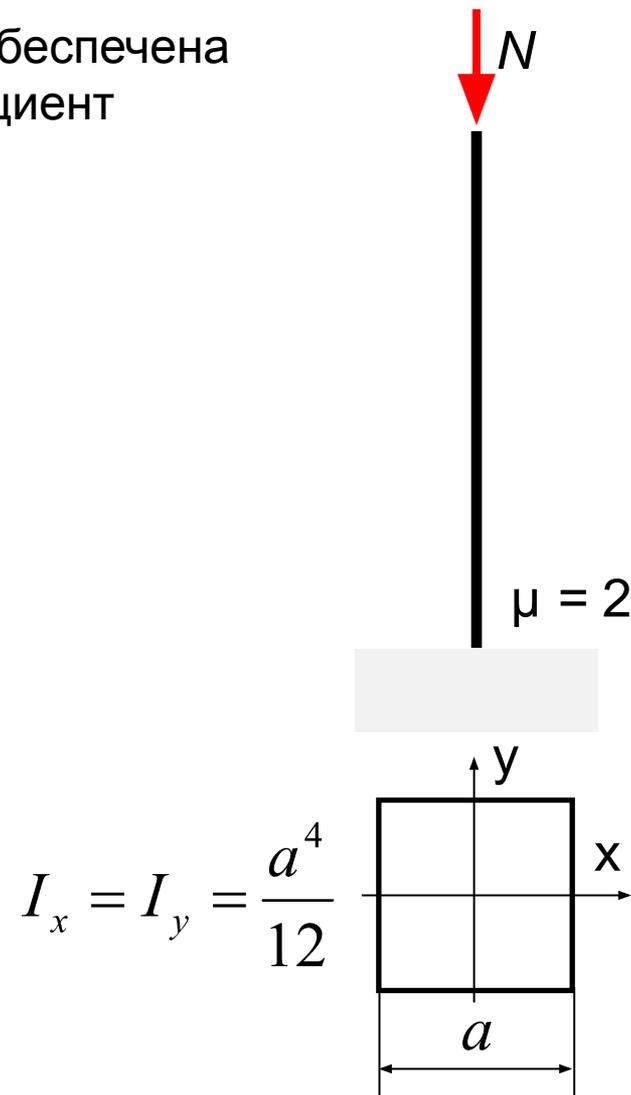
$$N = 100 \text{ Н}$$

$$E = 71 \text{ ГПа}$$

$$n_{уст} - ?$$

Ответ: $n_{уст} =$

Вывод:





Задача 3.10

Оценить несущую способность стержня круглого сечения, диаметром d и длиной l , выполненного из дюралюминиевого сплава, если на него действует сжимающая сила N (см. рисунок)

Примечание: несущая способность стержня будет обеспечена (стержень не потеряет устойчивость), если коэффициент запаса устойчивости $n_{уст} > 1$

Дано:

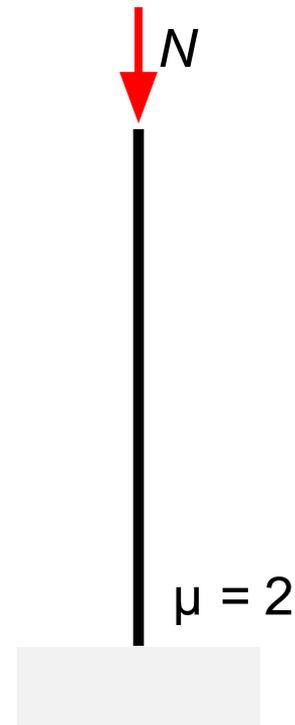
$$d = 1 \text{ см}$$

$$l = 1 \text{ м}$$

$$N = 100 \text{ Н}$$

$$E = 71 \text{ ГПа}$$

$$n_{уст} - ?$$



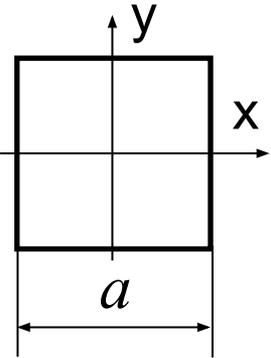
Ответ: $n_{уст} =$
Вывод:

$$I_x = I_y = \frac{\pi d^4}{64}$$

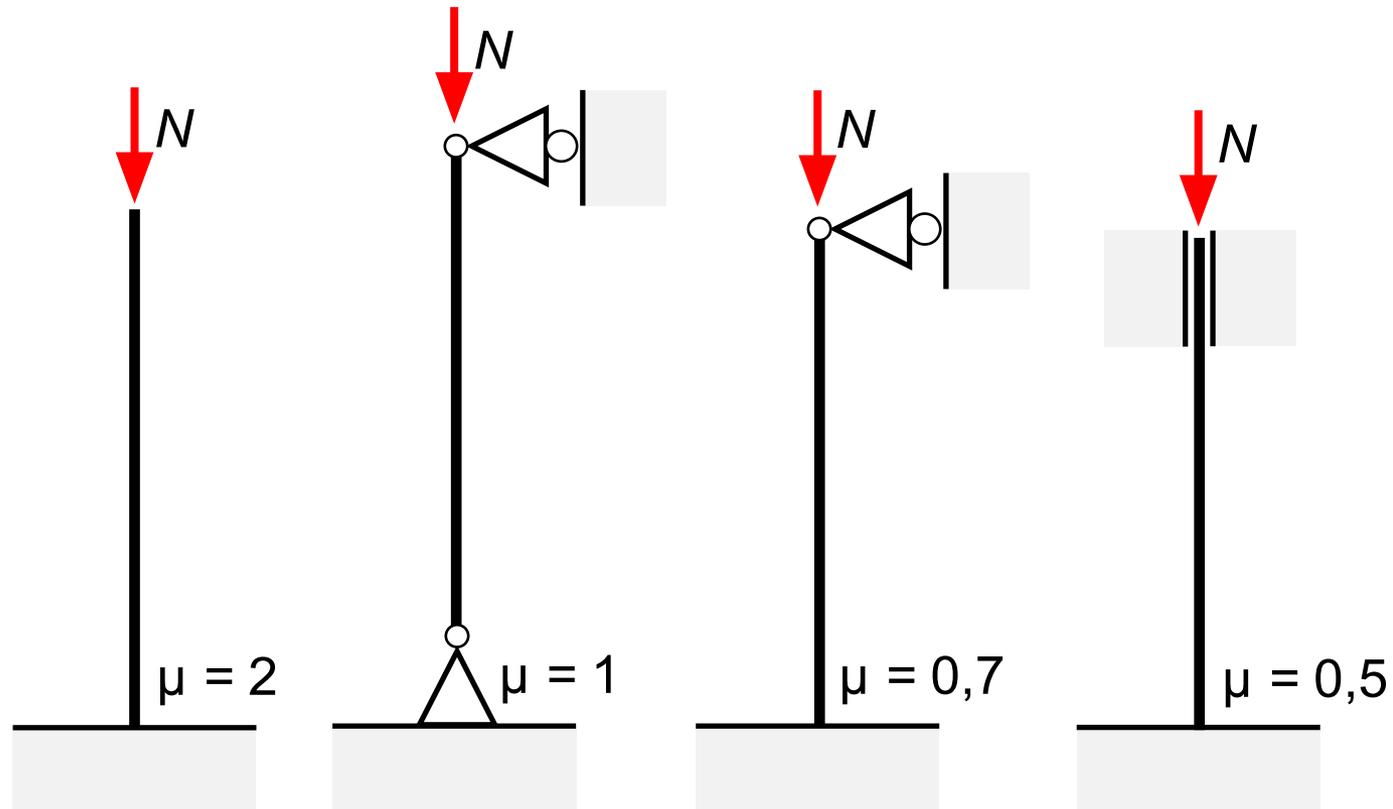


Задача 3.11

Какой вид крепления (см. рис) стержня квадратного сечения со стороной $a = 1 \text{ см}$ и длиной $l = 1 \text{ м}$, выполненного из легированной стали ($E = 210 \text{ ГПа}$) обеспечит его устойчивость, если на стержень действует сжимающая сила $N = 2000 \text{ Н}$?



$$I_{\min} = \frac{a^4}{12}$$



Вывод:



Задача 3.12

Оценить несущую способность стержня прямоугольного сечения со сторонами a и b , длиной l , выполненного из дюралюминиевого сплава, если на него действует сжимающая сила N (см. рисунок)

Примечание: несущая способность стержня будет обеспечена (стержень не потеряет устойчивость), если коэффициент запаса устойчивости $n_{уст} > 1$

Дано:

$$a = 1 \text{ см}$$

$$b = 2 \text{ см}$$

$$l = 1 \text{ м}$$

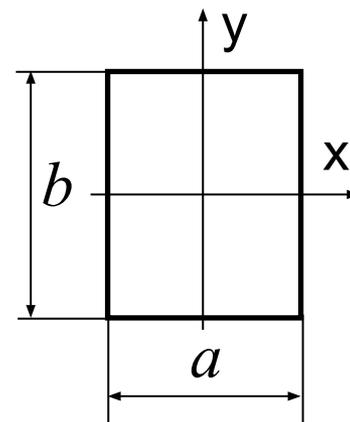
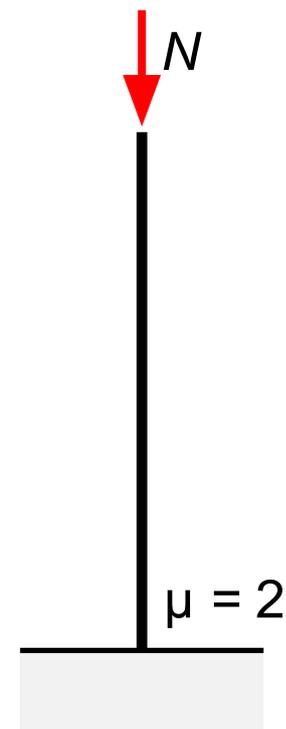
$$N = 300 \text{ Н}$$

$$E = 71 \text{ ГПа}$$

$$n_{уст} = ?$$

Ответ: $n_{уст} =$

Вывод:



$$I_x = \frac{ab^3}{12}$$

$$I_y = \frac{ba^3}{12}$$



Задача 3.13

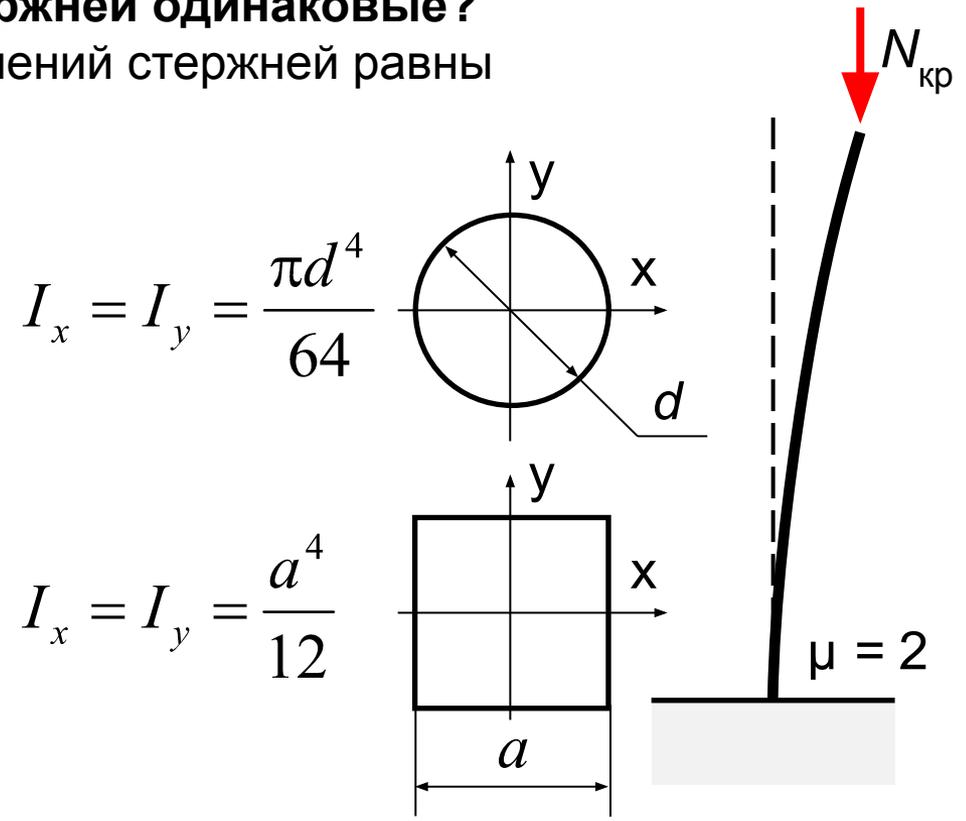
Как изменится значение критической силы $N_{кр}$ (см. рисунок), если стержень с круглым сечением заменить на стержень с квадратным сечением? При условии, что длина и масса стержней одинаковые?
 Примечание: площади поперечных сечений стержней равны

Дано:
 $a = 1$ см
 $b = 2$ см
 $l = 1$ м
 $N = 300$ Н
 $E = 71$ ГПа

$n_{уст} - ?$

Ответ: $\frac{N_{кр}^{квад.}}{N_{кр}^{круг}} =$

Вывод:





Задача 3.14

Определить минимальное значение стороны a квадратного сечения стержня, выполненного из дюралюминиевого сплава длиной l , чтобы он не потерял устойчивость при действии сжимающей силы N (см. рисунок)

Примечание: минимальное значение стороны квадратного сечения определяется при значении коэффициента запаса устойчивости $n_{уст} = 1$

Дано:

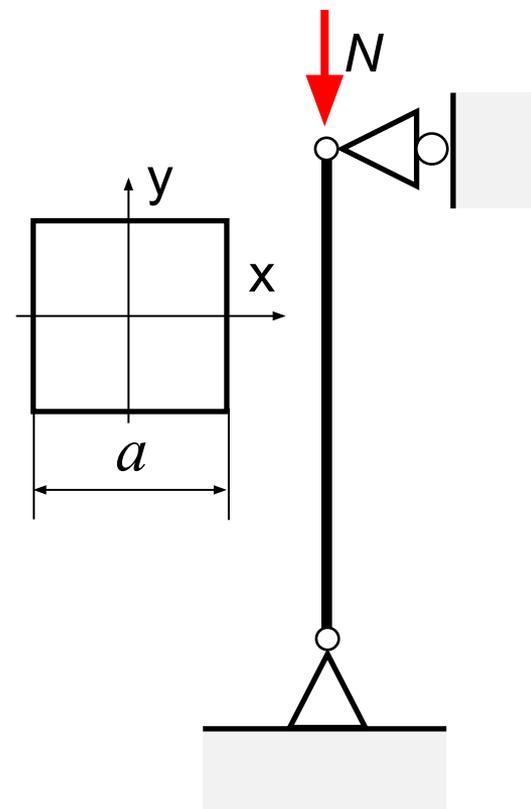
$$l = 1 \text{ м}$$

$$N = 300 \text{ Н}$$

$$E = 71 \text{ ГПа}$$

$$a_{\min} = ?$$

$$I_x = I_y = \frac{a^4}{12}$$



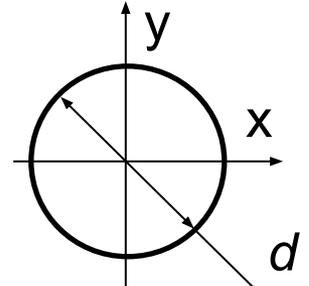
Ответ: $a_{\min} =$

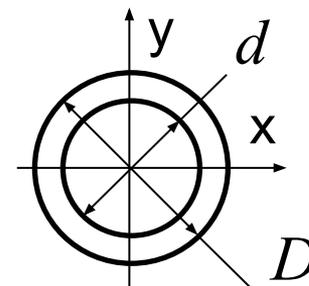


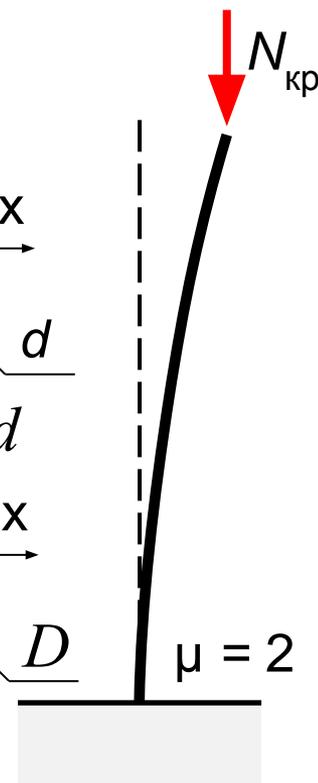
Задача 3.15

Определить, как изменится значение критической силы $N_{кр}$, если круглый стержень заменить на трубу с таким же внешнем диаметром, при условии, что замена формы поперечного сечения стержня приведёт к уменьшению массы стержня в 2 раза (см. рисунок)

Примечание: первоначально необходимо определить внутренний диаметр трубы

$$I_{\text{круг}} = \frac{\pi d^4}{64}$$


$$I_{\text{труба}} = \frac{\pi D^4}{64} \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right)$$




Ответ: $\frac{N_{кр}^{\text{круг}}}{N_{кр}^{\text{труба}}} =$

Вывод:



Задача 3.16

Оценить несущую способность стержня квадратного сечения со стороной a и длиной l , выполненного из дюралюминиевого сплава (см. рисунок):

- а) равномерно нагреть стержень на температуру $\Delta T = 20^\circ\text{C}$
- б) равномерно охладить стержень на температуру $\Delta T = 200^\circ\text{C}$

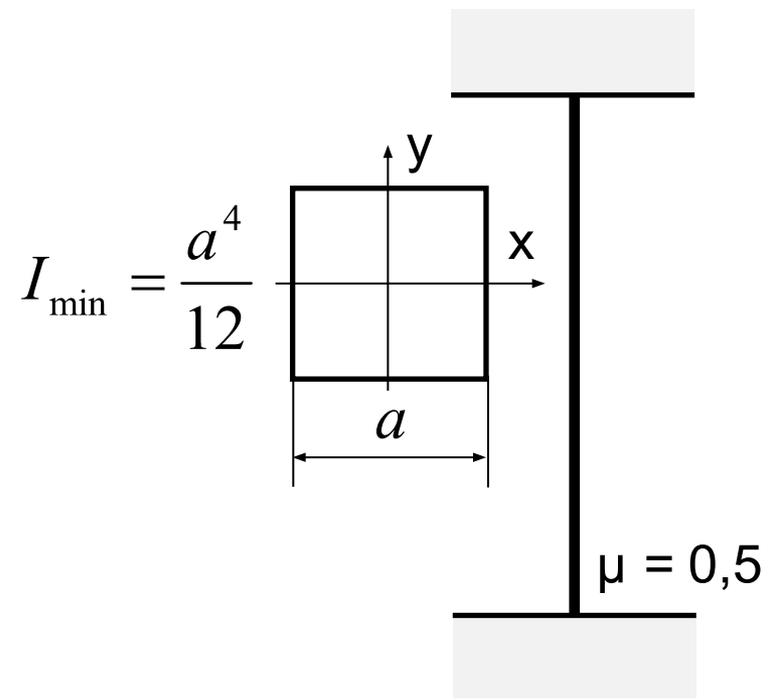
Примечание: при растяжении $\sigma^T > 0$; при сжатии $\sigma^T < 0$,
обратить внимание на вид закрепления стержня (коэффициент μ)

Дано:
 $l = 1 \text{ м}$
 $a = 0,01 \text{ м}$
 $E = 71 \text{ ГПа}$
 $\sigma_B = 360 \text{ МПа}$
 $\alpha = 2,25 \cdot 10^{-5} \text{ 1/К}$
 $\Delta T_a = +20^\circ\text{C}$
 $\Delta T_6 = -200^\circ\text{C}$

$n_{уст} = ?$
 $n_{пр} = ?$

Ответ: $n_{уст} =$ $n_{пр} =$

Вывод:





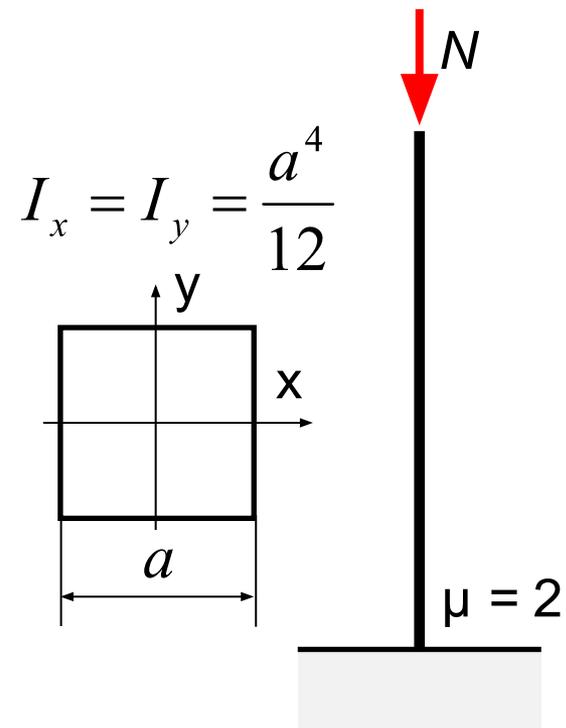
Задача 3.17

Какой из стержней квадратного сечения одинаковой длины $l = 1$ м, имеет наименьшую массу m_{\min} , если все стержни обеспечивают устойчивость при действии сжимающей силы $N = 1000$ Н (см. рисунок)?

Стержни выполнены из следующих конструкционных материалов:

- легированная сталь ($E = 210$ ГПа; $\rho = 7850$ кг/м³)
- дюралюминиевый сплав ($E = 71$ ГПа; $\rho = 2800$ кг/м³)
- титановый сплав ($E = 112$ ГПа; $\rho = 4500$ кг/м³)

Примечание: минимальное значение стороны квадратного сечения определяется при значении коэффициента запаса устойчивости $n_{\text{уст}} = 1$



Вывод:

Строительная механика ракет-носителей

Тема 3

**Понятие о несущей способности
упругодеформируемых конструкций**

Практическое занятие № 5 /3.2/

**Старший преподаватель 13 кафедры
Карчин Александр Юрьевич**