Ув. студенты! Ознакомиться с лекционным материалом и ответить на контрольные вопросы письменно. Ответы на контрольные вопросы предоставить до **05.02** на электронный адрес преподавателя vika-lnr@mail.ru

Если возникнут вопросы обращаться по телефону 072-106-54-33

# ЛЕКЦИЯ

**Тема: Внутренние силовые факторы при растяжении и сжатии**

**Цель:** изучение растяжения и сжатия

***План***

1 Внутренние силовые факторы при растяжении и сжатии

2 Эпюры продольных сил

3 Нормальное напряжение. Эпюры нормальных напряжений

***Список использованных источников:***


1 Аркуша А.И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов. - М: Высшая школа, 1989

2 Ицкович Г.М. Сопротивление материалов. - М: Высшая школа, 1986

3 Эрдеди А.А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования/ А.А. Эрдеди, Н.А.Эрдеди - 9-е изд., стер.- М.- : Издательский центр «Академия», 2008.-320с.

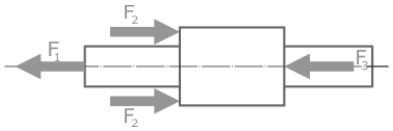

## 1 Внутренние силовые факторы при растяжении и сжатии

Растяжением и сжатием называют вид нагружения, при котором в поперечных сечениях бруса возникает только один внутренний силовой фактор – продольная сила N.

Рисунок 13.1 – Продольная сила, совпадающая с осью стердня

Этот вид нагружения также иногда называют осевым или центральным растяжением-сжатием. Брус при этом называется стержнем.

Для возникновения данного вида деформации линии действия внешних сил или их равнодействующейдолжны совпадать с осью стержня, проходящей через центры тяжести его сечений.




Рисунолк 13.2 - Продольная сила, не совпадающая с осью стердня

*Внутренняя продольная сила*

Для расчета внутренних сил по участкам стержня применяется метод сечений.

Величина и знак внутренней продольной силы определяются как сумма всех внешних сил приложенных к рассматриваемой части стержня.

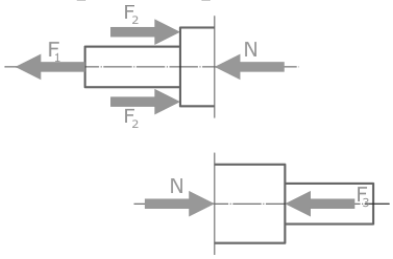



Рисунок 13.3 – Внутренняя продольная сила

$$N = \sum^{лев.ч} F_i = \sum^{прав.ч} F_i \qquad (1)$$

Правило знаков при растяжении и сжатии: внутренняя продольная сила N принимается положительной, если она стремится растянуть рассматриваемую часть стержня. Сжимающая внутренняя сила считается соответственно отрицательной.

**2 Эпюры продольных сил**

Для визуального представления распределения внутренних продольных сил по длине бруса строятся их эпюры.

Продольные силы определяются с помощью метода сечений.

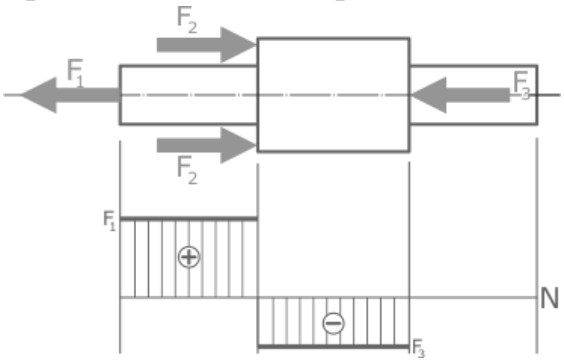



Рисунок 13.4 – Расчетная схема  стержня

*Пример*. Пусть имеется ступенчатый стержень, нагруженный силами, и вдоль оси стержня, показанного на рисунок 13.4, а. Определить величину продольных сил. Решение. Стержень может быть разделен на участки по местам приложения нагрузок и по местам изменения поперечного сечения. Первый участок ограничен точками приложения сил . Направим ось вдоль оси участка вверх с началом координат в точке приложения силы (начало первого участка).

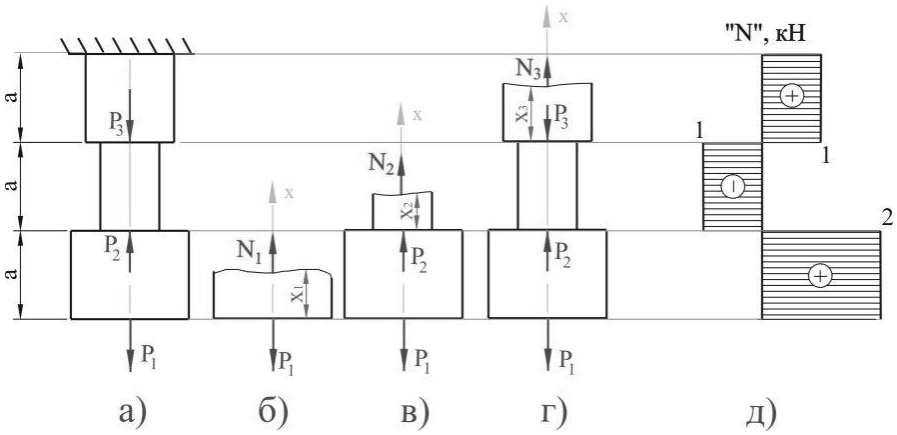



Рисунок 13.5 - Эпюра продольных сил

*Порядок выполнения:*

1. Разделить брус на участки, границы которых определяются сечениями, где изменяются площадь поперечного сечения или приложены внешние нагрузки. Пронумеровать участки.

2. Определить внутренние силовые факторы на каждом участке для чего применить метод сечения.

3. Построить эпюру $N_z$.

## 3 Нормальное напряжение. Эпюры нормальных напряжений

*Напряжения при растяжении и сжатии*

В поперечных сечениях при растяжении-сжатии имеют место только нормальные напряжения, которые определяются отношением внутренней силы N к площади A соответствующего поперечного сечения стержня.

$$\sigma = \frac{N}{A} \tag{2}$$

Знак напряжений зависит от знака внутренней силы на рассматриваемом участке стержня.

Опытным путем показано, что при растяжении-сжатии, на достаточном удалении от точки приложения сил, вследствие равномерного распределения

внутренних сил по сечению стержня в каждой его точке возникают напряжения одинаковой величины (σ=const).

Рисунок 13.6 – Напряжения при равномерном распределении внутренних сил

Для обеспечения необходимой прочности элементов и конструкций напряжения не должны превышать допустимых значений.

В наклонных сечения бруса одновременно с изменением величины нормальных напряжений появляются касательные.

**Напряжение в поперечных и наклонных сечениях**

Продольная сила $N$ в произвольном поперечном перерезе стержня является равнодействующей нормальных напряжений σ, распределенных сечению. Поэтому

$$N = \int_A \sigma dA. \qquad (3)$$

Нормальные напряжения в считают положительными, когда они растягивают, и отрицательными - когда сжимают стержень. Равномерный закон распределения нарушается возле мест приложения силы или резкого изменения размеров поперечного сечения (риунок.13.7). Эта неравномерность быстро затухает. Расстоянием, необходимым для установления равномерного распределения напряжений, считается расстояние, которое приближенно равняется размеру поперечного сечения стержня (принцип Сен-Венана).

Для получения полной картины изменения напряжений в сечениях стержня определяют и исследуют напряжение в наклоненных сечениях. Для произвольно наклоненного сечения, внешняя нормаль к которому образует с осью стержня угол α (положительные α откладываются против хода стрелки часов), напряжения равняются (рисунок 13.8)

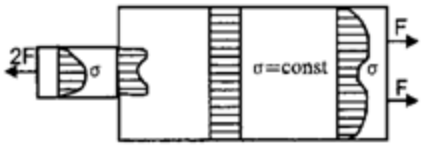
$$\sigma_\alpha = \sigma_0 \cos^2 \alpha; \quad \tau_\alpha = \frac{\sigma_0}{2} \sin 2\alpha, \qquad (3)$$

где $\sigma_0$ — напряжение в поперечном сечении.

*Правило знаков для напряжений:*

а) $\sigma_a$ считается положительным, когда оно растягивает;

б) $\tau_a$ положительно, когда оно огибает выделенный из тела элемент по ходу часовой стрелки.




Риунок 13.7 - Неравномерность распределения нормальных напряжений

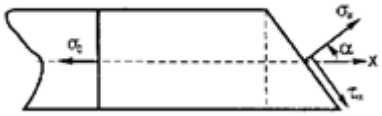



Рисунок 13.8 - Напряжение в наклонных сечениях

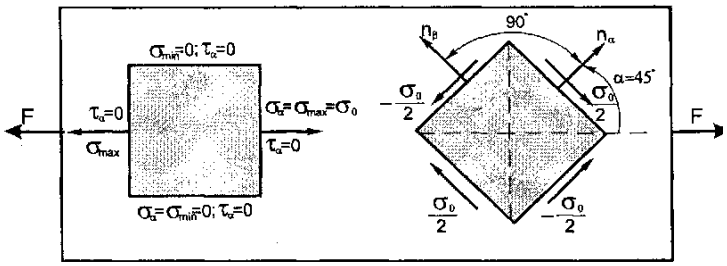



Рисунок 13.9 - Напряженное состояние при растяжении

Исследование выражений при изменении α дает возможность сделать выводы (рисунок 13.9):

1. Если α = 0° и α = ±90°, то $\tau_a$=0. Площадки, на которых касательные напряжения τ = 0, называют *главными площадками.*

Нормальные напряжения о~$_a$ на главных площадках — это *главные напряжения.* Они равняются

$$\sigma_{max} = \sigma_\alpha\Big|_{\alpha=0^\circ} = \sigma_0; \qquad \sigma_{min} = \sigma_\alpha\Big|_{\alpha=90^\circ} = 0. \tag{4}$$

2. Если α=±45°, то $\tau_\alpha = \left|\tau_{max}\right| = \dfrac{\sigma_0}{2}$. (5)

3. На двух взаимно перпендикулярных площадках касательные напряжения равны по значению и противоположны по знаку, т.е.

$$\tau_\beta\Big|_{\beta=90^\circ+\alpha} = -\tau_\alpha. \tag{6}$$

Это — *закон парности касательных напряжений*

***Контрольные вопросы:***

1 Когда возникает растяжение или сжатие стержней?
2 Как определяется продольная сила в произвольном сечении?
3 Что такое эпюра продольных сил?
4 Как определяются напряжение при растяжении-сжатии?
5 Как определяются напряжение на наклонных площадках?