

# Тема: Продольные и поперечные деформации. Закон Гука.

Цель урока:

- 1) Учебная: изучить понятия продольной деформации; Закон Гука.
- 2) Воспитательная: развитие познавательной активности, интерес учащихся.

План урока:

- 1) Организационная часть
- 2) Актуализация прежних знаний
- 3) Изучение нового материала

1) Продольная сила. Гипотеза плоских сечений.  
Нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса.

Центральным растяжением или сжатием называется такой вид деформации, при котором в любом поперечном сечении бруса возникает только продольная (нормальная) сила  $N$ , а все остальные силовые факторы равны 0. В случае растяжения продольную силу  $N$  будем считать положительной, при сжатии – отрицательной. Изменение продольной силы по длине стержня удобно представить в виде диаграммы, которая называется эпюрой продольных сил.

## **ПРИМЕР №1.**

**Стержень закреплен одним концом и нагружен приложенными вдоль оси силами.**

**Построить эпюру продольных сил для этого стержня.**

**РЕШЕНИЕ:**

**В защемлённом сечении возникают реакции  $H$ , которые можно определить из уравнения равновесия.**

$$\sum P_{iz} = 0; \quad H - P_3 - P_2 + P_1 = 0$$

$$\text{Откуда } H = P_3 + P_2 - P_1$$

Разделим стержень на участки, границы приложения внешних сил. Пользуясь методом сечений, определим продольные силы на каждом участке.

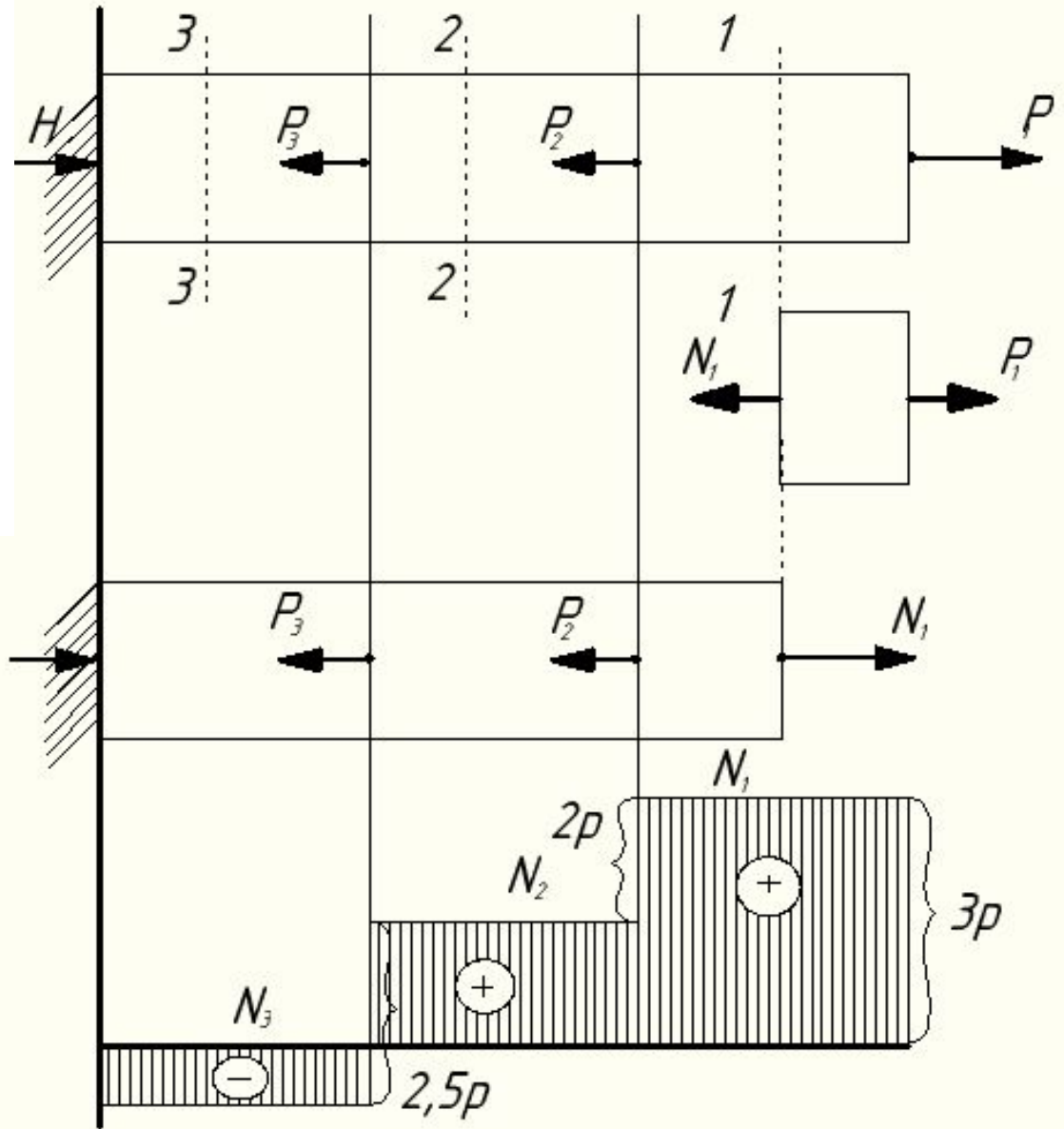


Рис. 1

$$N_1 = P_1$$

$$H = P_3 + P_2 - P_1$$

Но из условия равновесия

$$H = P_3 + P_2 - P_1$$

$$N_1 = P_2 + P_3 - P_3 - P_2 + P_1 = P_1$$

Целесообразнее рассмотреть ту

часть стержня, к которой приложено меньше сил.

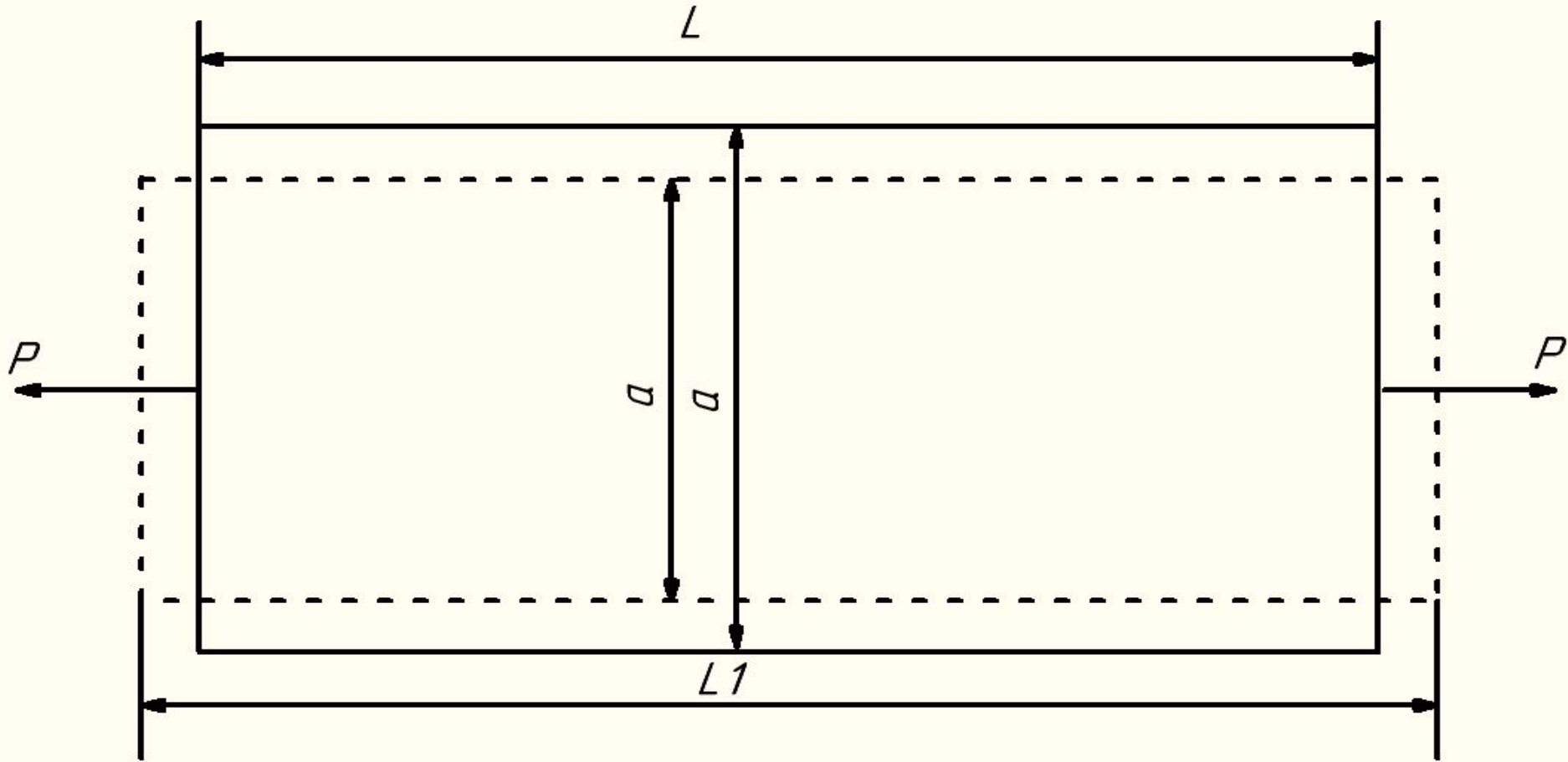
$$N_2 = P_1 - P_2; \quad N_3 = P_1 - P_2 - P_3$$

## Нормальное напряжение в поперечных сечениях бруса.

На основании гипотез Бернулли можно заключить, что все точки какого-либо поперечного стержня находятся в одинаковых условиях, и, условно, напряжения распределяются по сечению равномерно. Эти напряжения параллельны продольной силе, т.е перпендикулярны поперечному сечению, а значит являются нормальными напряжениями.

$$\sigma = \frac{N}{A}, \text{ где } N - \text{ модуль продольной силы}$$

$A$  - площадь сечения.



$$\Delta l = l_1 - l$$

Где  $\Delta l$  – абсолютное удлинение стержня.

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$  – относительно удлинение или продольная деформация.

*Для большинства конструктивных материалов существует прямо пропорциональная зависимость. Приведенная зависимость называется законом Гука (английский физик 1660 г.) и является основным законом сопротивления материалов.*





Линейная деформация прямо пропорциональна соответствующему нормальному напряжению.

$E$  – модуль продольной упругости – одна из важнейших физических постоянных в материале. Она характеризует его жесткость, т.е способность сопротивляться упругому деформированию (такие называют модулем Юнга.)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} ; [E] = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Т.к  $\sigma = \frac{N}{A}$ , а  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ , тогда  $\frac{N}{A} = E \frac{\Delta l}{l}$

Отсюда  $\Delta l = \frac{N \cdot l}{A \cdot E}$  - перемещение ( $A \cdot E$ ) - жесткость бруса.

Закон Гука в графической форме  
доп-предел пропорциональности.  
Перемещением поперечного сечения бруса наз. изменение первоначального положения сечения в результате деформации в брус.

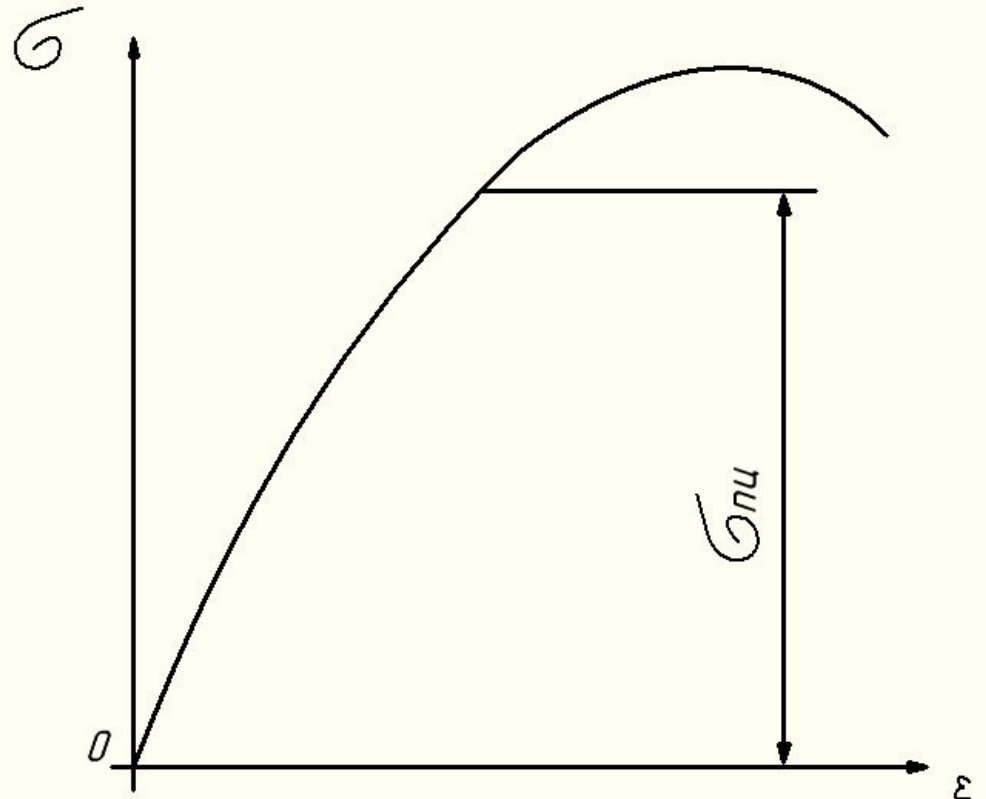


Рис. 3

3. Жесткость сечения бруса при  
растяжении и сжатии.  
Поперечная деформация.  
Коэффициент Пуассона

$\Delta a$  – абсолютное изменение поперечного размера.

$\varepsilon_{\perp} = \frac{\Delta a}{a}$ ;  $\varepsilon_{\perp}$  – поперечная деформация.

Экспериментально установлено, что отношение поперечной деформации  $\varepsilon_{\perp}$  к продольной деформации  $\varepsilon$  при растяжении (сжатии) до предела пропорциональности для данного материала величина постоянная.

$\mu = \left| \frac{\varepsilon_{\perp}}{\varepsilon} \right|$  Продольная и поперечная деформация противоположны по знаку.

Величина называется коэффициентом поперечной деформации или Пуассона (по мнению французского ученого, который впервые ввёл этот к-т).

Для некоторых материалов :

Сталь            0,24 – 0,32

Медь            0,31 – 0,35

Бронза          0,32 – 0,35

Резина, каучук    0,47