

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.

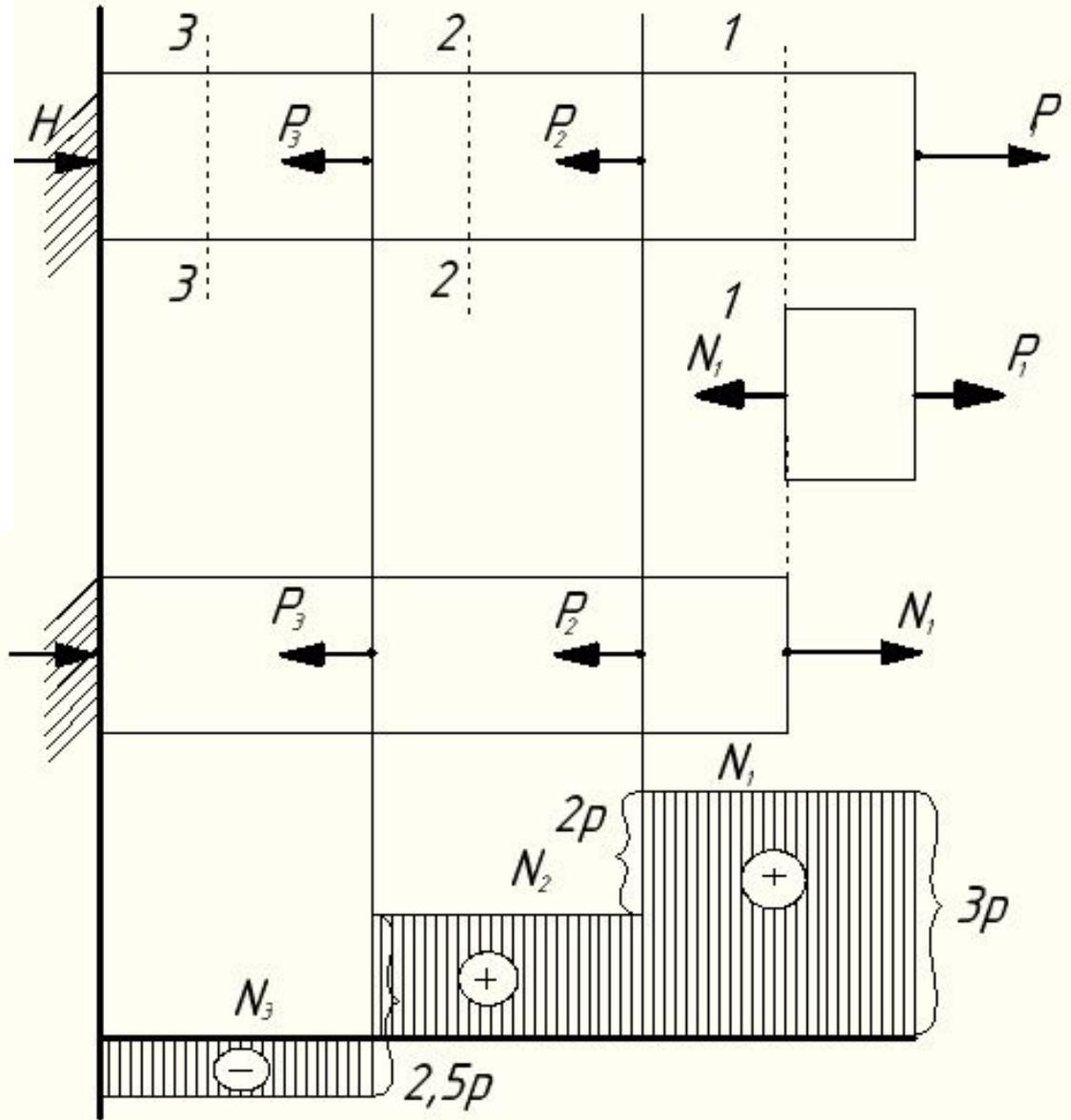


Рис. 1

$$N_1 = P_1$$

$$H = P_3 + P_2 - P_1$$

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.

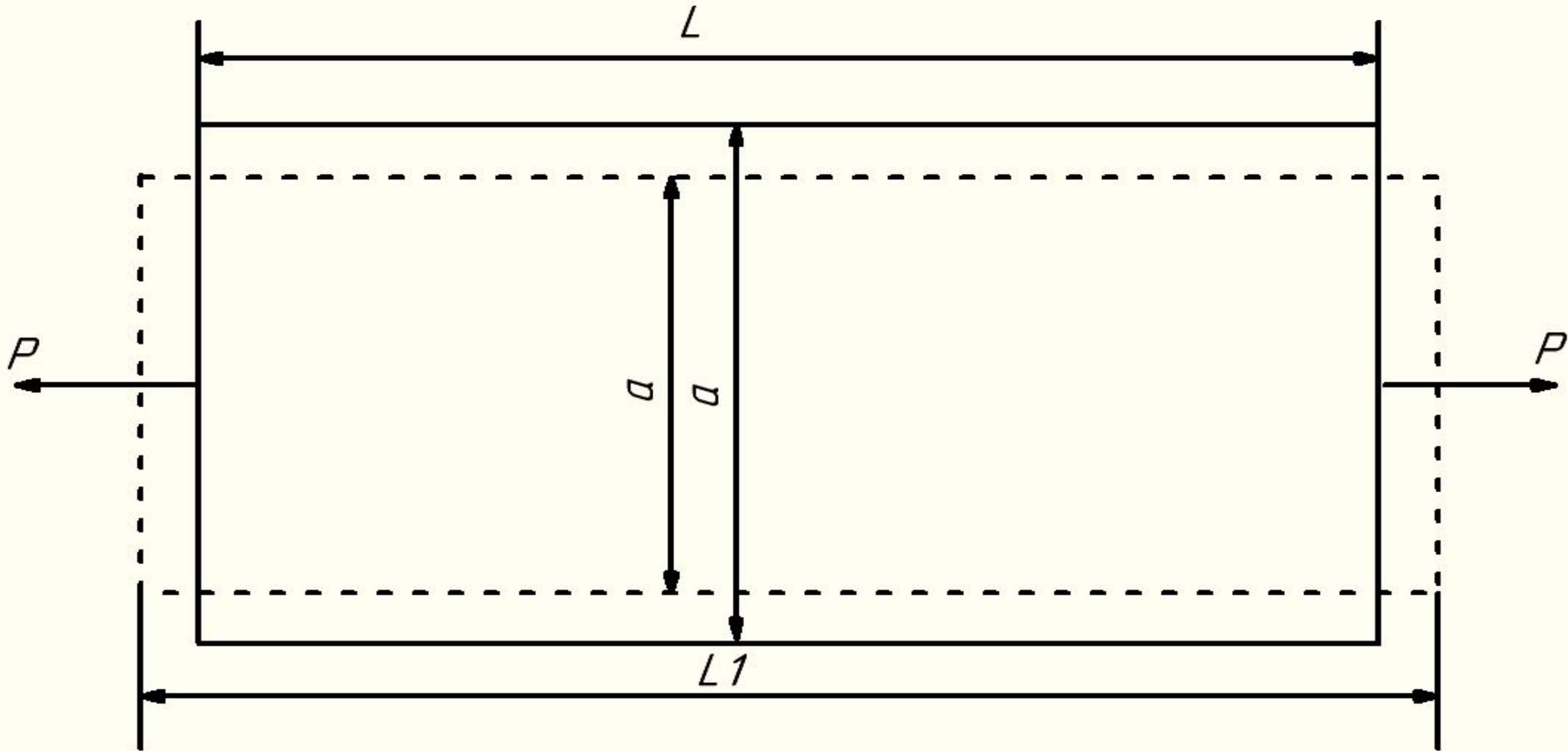
$$N_2 = P_1 - P_2; \quad N_3 = P_1 - P_2 - P_3$$

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 Δl – 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
доц-предел пропорциональности.
Перемещением поперечного сечения бруса наз. изменение первоначального положения сечения в результате деформации в брус.

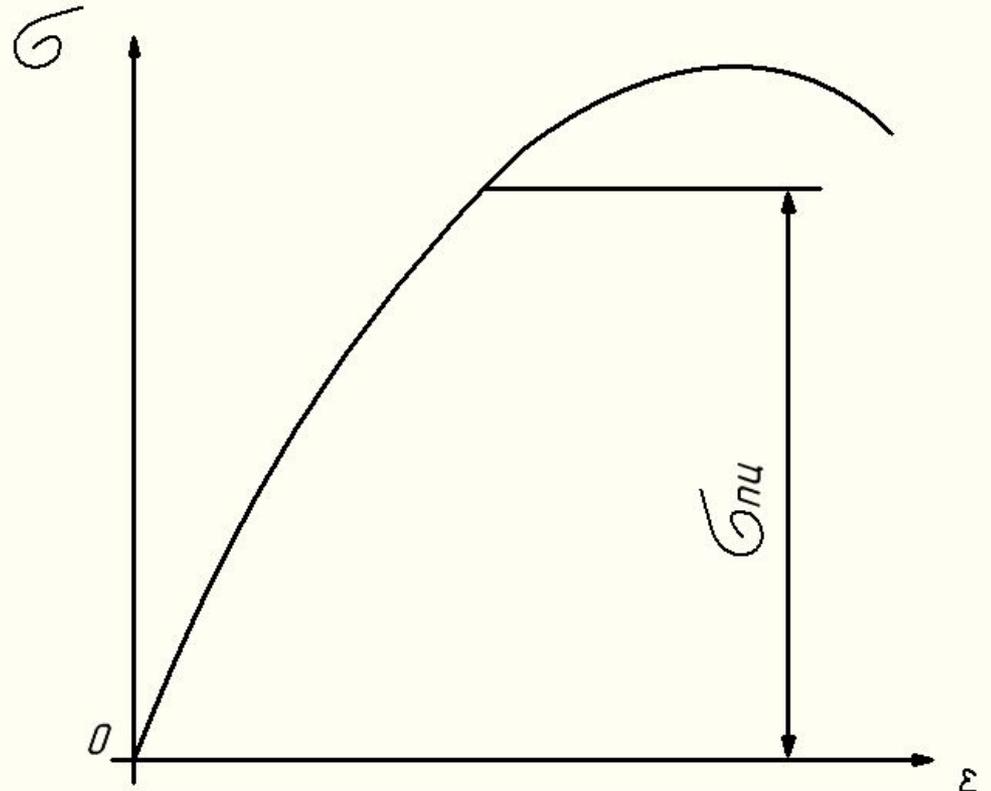


Рис. 3

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

Δa – абсолютное изменение поперечного размера.

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

Экспериментально установлено, что отношение поперечной деформации ε_{\perp} к продольной деформации ε 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