

ЦЕНТРАЛЬНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ СТЕРЖНЕЙ.

Э.И. Турапов

к.т.н. доцент кафедры «Технология машиностроения» Алмалыкского государственного технического института

Б.Б. Хасанов

Старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения» Алмалыкского государственного технического института

Д.А. Исроилов

Студент группы 7а-23 ТМ Алмалыкского государственного технического института

Для стального бруса, изображенного на рис.1.а, построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений в поперечных сечениях бруса и перемещений этих сечений, а также определить потенциальную энергию деформации. Задачу решить без учета собственного веса бруса. Принять  $E = 2 \cdot 10^6$  кгс/см<sup>2</sup>.

Решение.

Продольную силу в поперечном сечении определяем, проектируя внешние силы, приложенные ниже рассматриваемого сечения, на ось бруса.

а) на участках  $ab$  и  $bc$ :

$$N_{ab} = N_{bc} = P_1 = 2000 \text{ кгс.}$$

б) на участке  $cd$

$$N_{cd} = P_1 + P_2 = 2000 + 4000 = 6000 \text{ кгс.}$$

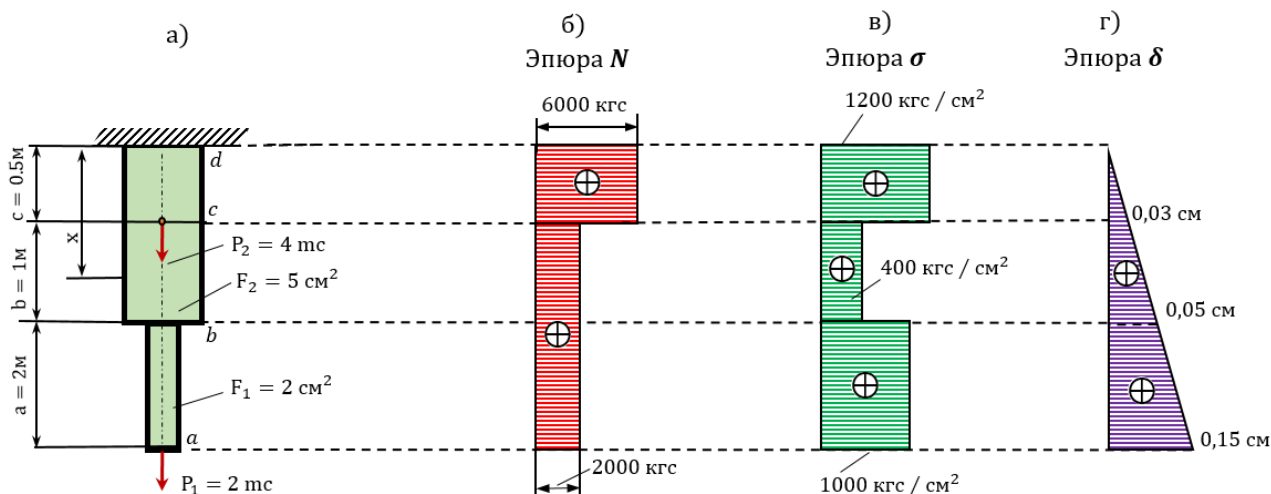


Рис.1. Эпюры  $N$ ,  $\sigma$  и  $\delta$

По полученным значениям строим эпюру продольных сил  $N$  (рис.1.б).

В поперечных сечениях бруса возникают нормальные напряжения, величины которых определяются по формуле:

а) на участке  $ab$ :

$$\sigma_{ab} = \frac{N_{ab}}{F_1} = \frac{2000}{2} = 1000 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$$

б) на участке  $bc$ :

$$\sigma_{bc} = \frac{N_{bc}}{F_2} = \frac{2000}{5} = 400 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$$

в) на участке  $cd$ :

$$\sigma_{cd} = \frac{N_{cd}}{F_2} = \frac{6000}{5} = 1200 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$$

По полученным значениям строим эпюру нормальных напряжений  $\sigma$  (рис.1.в).

Поперечные сечения бруса под действием нагрузки смещаются по вертикали вниз.

Величина  $\delta_x$  смещения сечения, расположенного на расстоянии  $x$  от верхнего конца бруса, равна деформации участка длиной  $x$ .

а) для сечений на участке  $cd$  (при  $0 \leq x \leq 50$  см)

$$\delta_x = \frac{N_{cd}x}{EF_2} = \frac{6000x}{2 \cdot 10^6 \cdot 5} = 6x \cdot 10^{-4} \text{ см}$$

перемещение сечения  $c$  (при  $x = 50$  см):

$$\delta_c = 6 \cdot 50 \cdot 10^{-4} = 0,03 \text{ см.}$$

б) для сечений на участке  $bc$  (при  $50 \leq x \leq 150$  см):

$$\delta_x = \delta_c + \frac{N_{cd}(x-50)}{EF_2} = 300 \cdot 10^{-4} + \frac{2000(x-50)}{2 \cdot 10^6 \cdot 5} = 2 \cdot 10^{-4}(x+100) \text{ см;}$$

перемещение сечения  $b$  (при  $x = 150$  см):

$$\delta_b = 2 \cdot 10^{-4}(150+100) = 0,05 \text{ см}$$

в) для сечений на участке  $ab$  (при  $150 \leq x \leq 350$  см)

$$\delta_x = \delta_b + \frac{N_{ab}(x-150)}{EF_1} = 500 \cdot 10^{-4} + \frac{2000(x-150)}{2 \cdot 10^6 \cdot 5} = 5 \cdot 10^{-4}(x-50) \text{ см;}$$

перемещение сечения  $a$  (при  $x = 350$  см):

$$\delta_a = 5 \cdot 10^{-4}(350-50) = 0,15 \text{ см}$$

Во все полученные выражения  $\delta_x$  координата  $x$  входит в первой степени, т.е. зависимость между  $\delta$  и  $x$  линейная.

Это позволяет по подсчитанным перемещениям сечений  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и по известному перемещению  $\delta_d = 0$  сечения  $d$  построить эпюру перемещений  $\delta$  (рис.1.г).

Для вычисления потенциальной энергии деформации бруса воспользуемся формулой:

$$U = \frac{N_{ab}^2 l_{ab}}{2EF_1} + \frac{N_{bc}^2 l_{bc}}{2EF_2} + \frac{N_{cd}^2 l_{cd}}{2EF_2} = \frac{2000^2 \cdot 200}{2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 2} + \frac{2000^2 \cdot 100}{2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 5} + \frac{2000^2 \cdot 50}{2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 5} = 210 \text{ кгс.}$$

### ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. ДАРКОВ, Г.С.ШПИРО. (1975) Соппротивление материалов
2. B.B. Khasanov. Determination of the Angular Velocity of the Driving Link at the Moment of Driving Forces. Spanish Journal of Innovation and Integrity. ISSN, 2792-8268. Volume: 33, Aug-2024  
<http://sjii.indexedresearch.org>
3. B.B. Xasanov. (2023). BURALISH DEFORMATSIYASI. TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN, 1(5), 547–551. Retrieved from  
<https://universalpublishings.com/index.php/tsru/article/view/3707>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10448458>

4. Khasanov, B. B. (2025). TORSION OF RODS. В INTERNATIONAL BULLETIN OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY (Т. 5, Выпуск 5, сс. 222–224). IBET ISSN: 2770-9124. IBET UIF = 9.1 | SJIF = 7.53.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15601456>

5. Хасанов Б.Б. (2025). ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ИЗГИБЕ. Multidisciplinary journal of science and technology, 5(6), 1087–1089.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15664964>

<https://mjstjournal.com/index.php/mjst/article/view/4079>

6. Хасанов Б.Б. (2025). ОБЪЕМНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ. Multidisciplinary journal of science and technology, 5(6), 1093–1095.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15664985>

<https://mjstjournal.com/index.php/mjst/article/view/4081>

7. Шербутаев. Ж. А., Хасанов Б. Б. (2024). РАСЧЕТ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 4(8), 53–58.

Retrieved from <https://mjstjournal.com/index.php/mjst/article/view/1797>

<https://zenodo.org/records/13293507>

8. Бобоев Х.Х., Хасанов Б.Б. СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ. Multidisciplinary journal of science and technology. ISSN: 2582-4686 SJIF 2021-3.261, SJIF 2022-2.889, 2024-6.875 ResearchBib IF: 8.848 / 2024

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14564951>

9. Turapov E.I. (2025). MOMENTS OF INERTIA, SECTION MODULI, AND RADII OF GYRATION OF PLANE SECTIONS. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 5(11), 308–310.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17582774>

10. Turapov E.I., Khasanov B.B., Khurramov D.X. (2025). Central tension and compression of rods. Vol. 4 No. 10 (2025): Journal of Multidisciplinary Sciences and Innovations 601-606.

Published: 2025-11-05. ISSN number: 2751-4390 IMPACT FACTOR: 9,08

<https://ijmri.de/index.php/jmsi/article/view/2742/2679>