

**МИНОБРНАУКИ РФ**

**ФГБОУ ВО ИГЭУ им. В.И. Ленина**

**Кафедра теоретической и прикладной механики**

# **Исследование механических напряжений в корпусе прибора для диагностики двигателей**

**Выполнил: студент гр. 4-33 Осокин А.Н**

**Руководитель: д-р техн. наук, проф. Смирнов С.Ф.**

# Цель и задачи работы

**Цель работы:** расчет на прочность корпуса прибора компрессометра.

**Задачи:**

- Рассчитать аналитически изгибающий момент, действующий на стенку корпуса устройства, и выражение продольной силы в стенке;
- Выполнить расчет напряжений в стенке корпуса при заданных материале, размерах корпуса и давлении;
- Разработать конечно-элементную модель нагруженную внутренним давлением.

# Описание объекта



Рис. 2. Измерительная часть компрессометра

Рис. 1. Компрессометр-пневмотестер

На (рис. 1) представлен прибор для диагностики двигателей компрессометр-пневмотестер, разработанный на кафедре технического сервиса и механики Ивановской ГСХА. Корпус представляет собой полый прямоугольный параллелепипед с продольными и поперечными стенками внутри, напечатанный на 3Д принтере. Материал изделия – пластик PETG (Полиэтилентерефталатгликоль)

# Расчетная модель

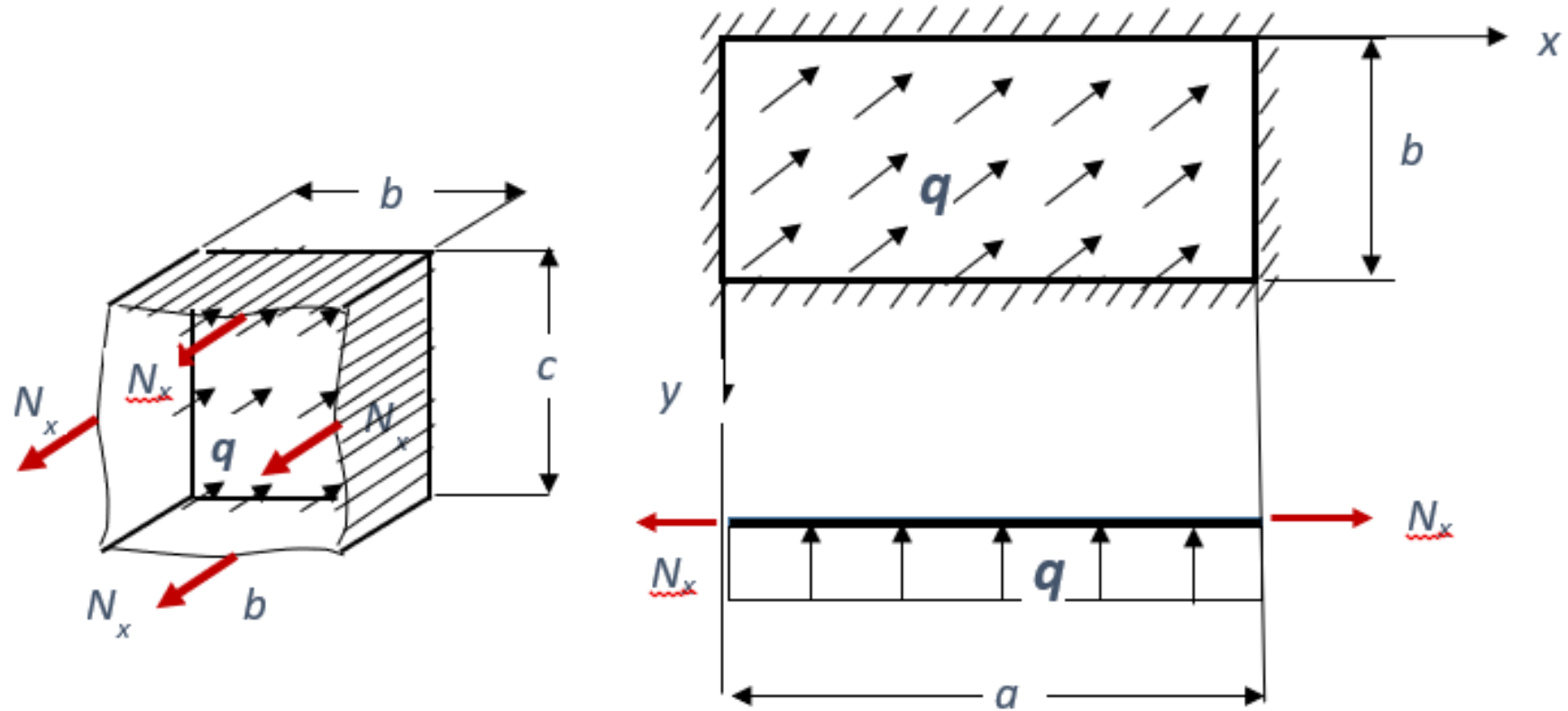


Рис. 3. Расчетная модель части корпуса компрессометра

# Расчет продольных сил и изгибающих моментов

$$N_x = \frac{qbc}{2(b+c)} \quad N_y = \frac{qac}{2(a+c)}$$

$$\omega_1 = \frac{qa^4}{4\pi^4 D} \frac{\left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a}\right) \left(1 - \cos \frac{2\pi y}{b}\right)}{3 + \frac{2a^2}{b^2} + \frac{3a^4}{b^4}} \quad \left. \begin{aligned} M_x &= -D \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right) \\ M_y &= -D \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right) \end{aligned} \right\}$$

$$M_x = \frac{qa^4}{\left(3 + \frac{2a^2}{b^2} + \frac{3a^4}{b^4}\right) 2\pi^4} \left[ \left(\frac{2\pi}{a}\right)^2 + \nu \left(\frac{2\pi}{b}\right)^2 \right]$$

$$M_y = \frac{qa^4}{\left(3 + \frac{2a^2}{b^2} + \frac{3a^4}{b^4}\right) 2\pi^4} \left[ \left(\frac{2\pi}{b}\right)^2 + \nu \left(\frac{2\pi}{a}\right)^2 \right]$$

# Расчет напряжений

$$\sigma_x = \frac{N_x}{h} + \frac{6M_x}{h^2}; \quad \sigma_y = \frac{N_y}{h} + \frac{6M_y}{h^2}$$

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2} \leq \sigma_{\text{adm}}$$

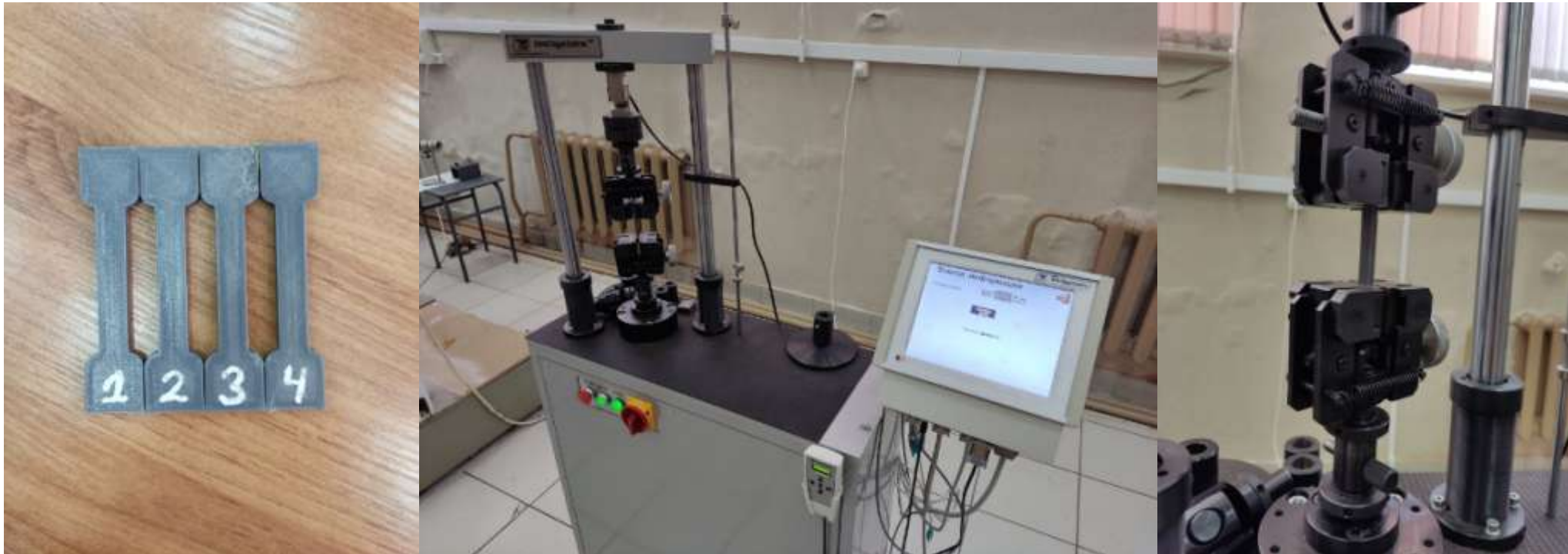
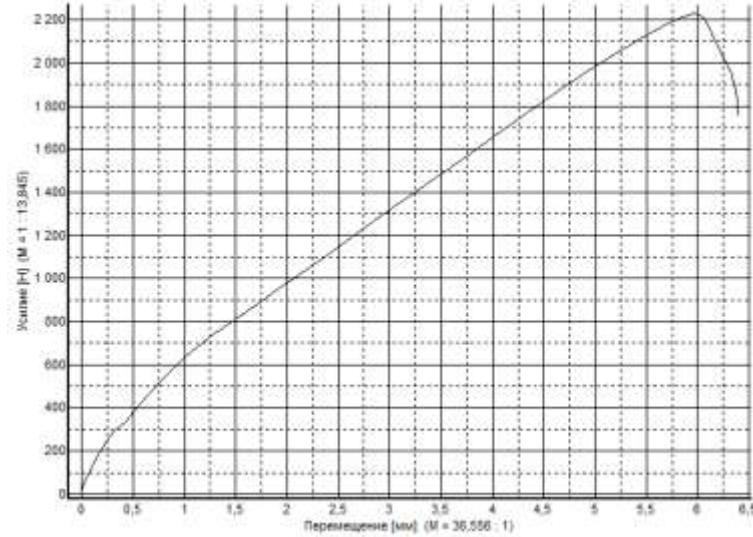


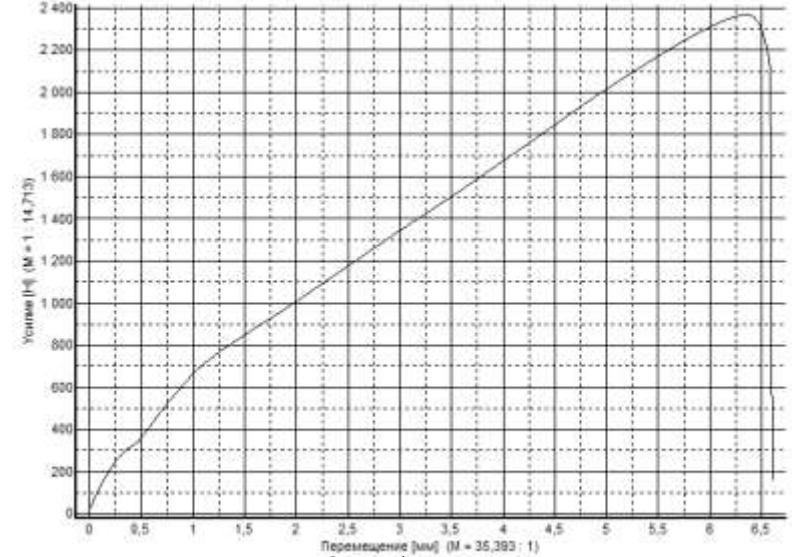
Рис. 4. Образцы и машина для испытаний

# Графики зависимости усилия в образцах от деформаций



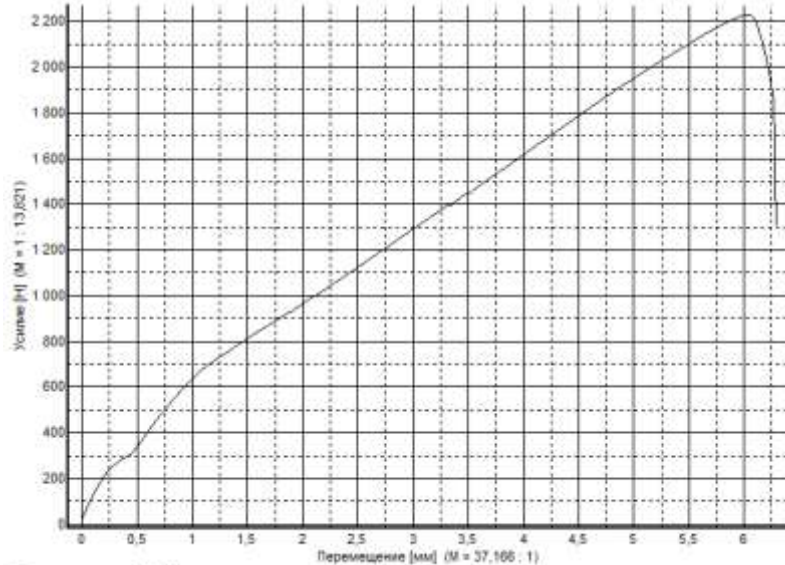
Температура исп. 20,0 °С

1 образец



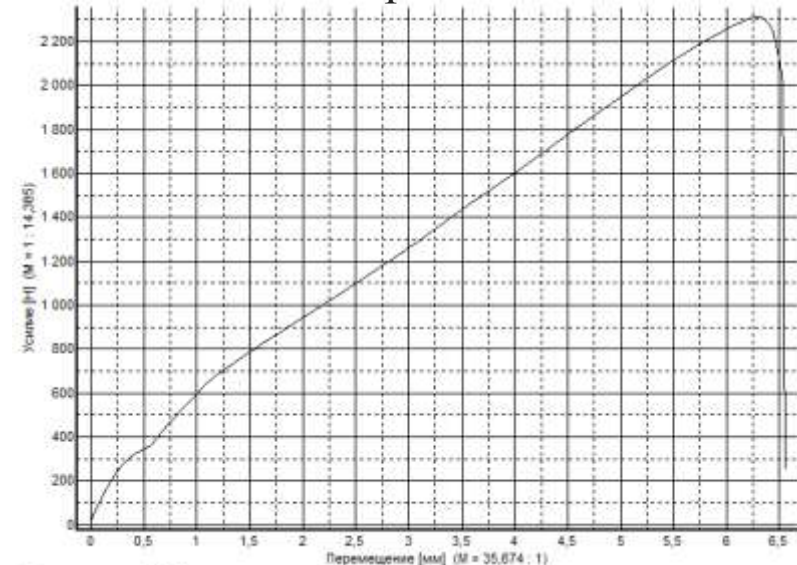
Температура исп. 20,0 °С

2 образец



Температура исп. 20,0 °С

3 образец



Температура исп. 20,0 °С

4 образец

Рис. 5. Графики зависимости усилия в образцах от деформации

## Расчет допускаемых напряжений

$$\sigma_{\epsilon i} = \frac{F_{maxi}}{A} \quad \bar{\sigma}_{\epsilon} = 45,7 \text{ МПа} \quad \sigma_{adm} = \bar{\sigma}_{\epsilon} (1 - 1,64 \cdot C_V^*)$$

$$C_V^* = \left(1 + \frac{1}{4n}\right) C_V \quad C_V = \frac{S(\sigma_{\epsilon})}{\bar{\sigma}_{\epsilon}} \quad S(\sigma_{\epsilon}) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (\sigma_{\epsilon i} - \bar{\sigma}_{\epsilon})^2}$$

По результатам испытаний получено:  $S(\sigma_{\epsilon}) = 1,34$  МПа,  $C_V^* = 0,031$ ,  $\sigma_{adm} = 43,3$  МПа.

$\sigma_{\text{ЭКВ}} = 42,8$  МПа  $\leq \sigma_{adm} = 43,3$  МПа при толщине стенки  $h = 5,5$  мм.

Следовательно, необходимая толщина стенки корпуса компрессометра должна быть не менее 5.5 мм.



# Конечно-элементная модель

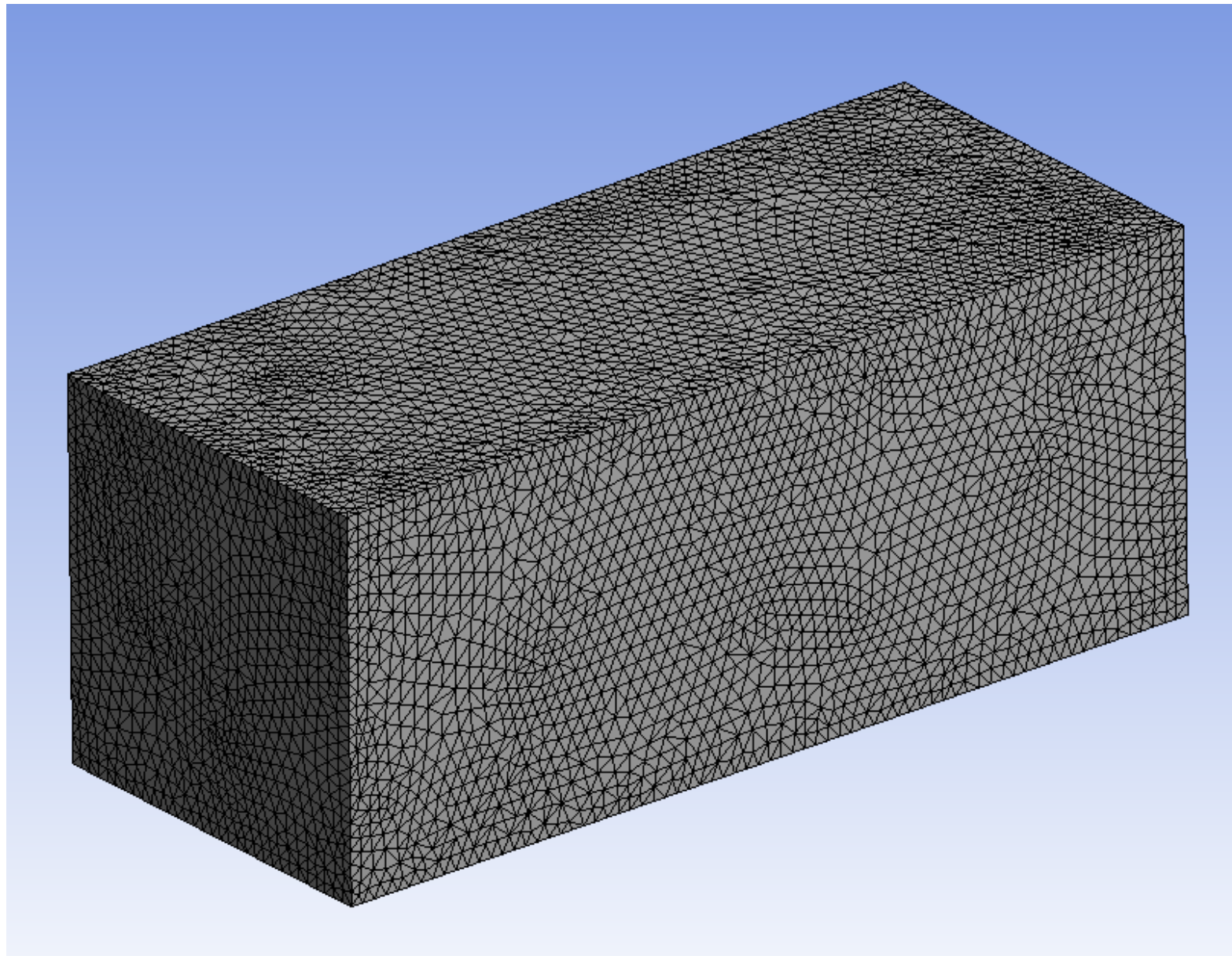


Рис. 6. Конечно-элементная модель корпуса