

## Расчет эндопротеза тазобедренного сустава на изгиб

Куриленко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Введенный в организм имплантат, такой как эндопротез тазобедренного сустава подвергается различного рода воздействиям: сжатию, растяжению, кручению, сдвигу и изгибу. В данной работе подробно рассматривается система «кость-имплантат» на изгиб в первом приближении. В этой задаче на изгиб рассчитывается сама кость круглой формы (диаметр 40 мм) с прямоугольным вырезом (25x10 мм) и эндопротез прямоугольной формы (25x10 мм). Берется сечение системы в сагитальной плоскости. Предполагается, что система работает в условиях косоугольного изгиба, т.е.  $0 < \alpha < 90^\circ$ .  $\alpha$  – угол, образуемый плоскостью действия изгибающего момента  $M=40\text{Н}\cdot\text{м}$  и главной центральной осью сечения  $У$ . Момент выбран с учетом неблагоприятных условий, возникающих при ходьбе. Принимается  $\alpha=45^\circ$ .

Изгибающие моменты в главных плоскостях:

$$\max M = M \cos \alpha = M \sin \alpha = 40 \cdot 0,707 = 28,28 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Расчет производился исходя из условия прочности для точек, в которых возникают наибольшие растягивающие напряжения. С учетом допустимых значений  $[\sigma]_{\text{кости}} = 20 \text{ МПа}$  и  $[\sigma]_{\text{энд.}} = 160 \text{ МПа}$  были получены следующие значения:

1) Расчет наибольших напряжений кости с прямоугольным вырезом:

$$\sigma_B = \max \sigma_p = \frac{\max M_z y_B}{J_z} + \frac{\max M_y y_B}{J_y} = 6,7 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{\text{кости}}$$

2) Расчет наибольших напряжений эндопротеза

$$\sigma_B = \max \sigma_p = \frac{\max M_z y_B}{J_z} + \frac{\max M_y y_B}{J_y} = 94,5 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{\text{энд.}}$$

Далее было учтено распределение изгибающего момента ( $M=40\text{Н}\cdot\text{м}$ ) на кость и эндопротез в соответствии с их площадями в сагитальной плоскости соответственно. В результате установлены окончательные значения:

$$\begin{cases} \frac{\max M_{z \text{ энд.}} y_C}{J_z} + \frac{\max M_{y \text{ энд.}} y_C}{J_y} = 19,1 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{\text{энд.}} \\ \frac{\max M_{z \text{ к.}} y_B}{J_z} + \frac{\max M_{y \text{ к.}} y_B}{J_y} = 5,4 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{\text{к.}} \end{cases}$$

Таким образом решена задача на изгиб системы «кость-имплантат», а также кости и эндопротеза по отдельности для реального протеза. Установлено, что эти значения не превышают допустимых значений.