

**Численно-экспериментальное исследование решетчатой структуры с
постполимеризацией и без**

Научный руководитель – Саченков Оскар Александрович

Беспалов Игорь Алексеевич

Студент (бакалавр)

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт математики и механики
им. Н.И. Лобачевского, Казань, Россия

E-mail: bespalovigora@gmail.com

В настоящее время широко распространены методы, посвященные структурному проектированию и топологической оптимизации решетчатых имплантатов [1]. Основная задача данных методов заключается в проектировании неоднородной структуры, которая обладает не только необходимой прочностью, но и усиливает элюцию антибиотика из костного цемента. Улучшение элюции можно добиться путем увеличения контактной площади имплантата с цементом и костью [3]. Одним из способов производства таких имплантатов являются аддитивные технологии [2].

Настоящее исследование было направлено на разработку конечно-элементной модели для анализа напряженно-деформированного состояния нерегулярной структуры, предназначенной для проектирования интрамедуллярного штифта.

В данной работе было исследовано пять конечно-элементных моделей. Для оценки численной модели решетчатой структуры были проведены две серии натуральных испытаний на четырехточечный изгиб. В первой серии нагружались образцы исследуемой структуры с постполимеризацией. Во второй серии испытывались образцы без укрепления ультрафиолетом. Также были проведены натурные эксперименты для сплошных образцов. Модули упругости определялись исходя из данных натуральных экспериментов для сплошных образцов с постполимеризацией и без.

Валидация конечно-элементной модели проводилась путем сравнения реакций в опорах, полученных в результате численного моделирования, с выходными данными испытательной машины. Применение в конечно-элементных моделях модуля упругости, определенного для сплошных образцов с постполимеризацией, привело к занижению реактивных сил на 50 % по сравнению с результатами натуральных испытаний. Однако при использовании в численной модели модуля упругости, полученного для сплошных образцов без постполимеризации, расхождение между данными численного моделирования и натуральных экспериментов не превысило 8.4 %.

Источники и литература

- 1) Акифьев К.Н., Харин Н.В., Стаценко Е.О., Саченков О.А., Большаков П.В. Пилотное исследование потери устойчивости на сжатие решетчатого эндопротеза с помощью рентгеновской томографии // Российский журнал биомеханики. 2023. Т. 27. № 4. С. 40-49.
- 2) Нежинская Л.С., Маслов Л.Б., Боровков А.И., Жмайло М.А., Тарасенко Ф.Д. Разработка градиентной структуры ножки эндопротеза тазобедренного сустава на основе метаматериала решетчатого типа // Российский журнал биомеханики. 2023. Т. 28. №. 3. С. 11-24.
- 3) Шафигулин Р.А., Ахтямов И.Ф., Емелин А.Л., Беспалов И.А., Акифьев К.Н. Элюция антибиотиков из костного цемента: проблемы и пути их решения // Гений ортопедии. 2025. Т. 31. №. 1. С. 119-128.