

ПРЯМЫЕ И ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ БИОМЕХАНИКИ В ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ

Чехонин К.А.

*Хабаровское отделение Института прикладной математики ДВО РАН,
Хабаровский Федеральный исследовательский центр, Хабаровск
lex7861@rambler.ru*

В настоящей работе исследуются задачи технологического процесса эндопротезирования с цементной фиксацией имплантата: инъекция жидкотекучего костного цемента на акриловой основе в костную ткань с последующим отверждением при протезировании. Предложена новая математическая модель реологических свойств костного цемента. Идентификация параметров модели производилась методом наименьших квадратов с включением заданных ограничений. Параметрическое исследование заполнения и отверждения костного цемента производилось с построением функционала Лагранжа и решалась методом смешанных конечных элементов как оптимизационная задача. Получены области значений определяющих параметров задачи приводящих к бездефектным условиям технологии протезирования с цементной фиксацией. При исследовании технологического процесса эндопротезирования с биомеханической фиксацией имплантата, прямая задача формулировалась в виде контактного адгезионного взаимодействия двух тел с трением и эффективными свойствами: ортотропный упругий имплантат и пористая упругая бедренная кость. Процесс остеоинтеграции костной ткани описывался моделью Ковина. Для исследования влияния формы и структурно-механических свойств имплантата и его поверхности на процесс адаптации костной ткани сформулирована задача топологической оптимизации с известными ограничениями на объем и плотность. В качестве варьируемых параметров принимались геометрические размеры и вид микроструктуры имплантата. Численное решение задач топологической оптимизации производилось многосеточным методом конечных элементов с использованием фильтрации и проекции плотности. Для оптимизированных имплантатов приведены уровни экранизации напряжений в проксимальной области костной ткани при различных нагрузках и ее остеоинтеграции.