

0.1. Бокиев Т.П., Цымарман Я.Д. Моделирование медицинских изделий с эффектом памяти формы в условиях, приближенных к эксплуатации.

Отечественные производители медицинских изделий интенсивно наращивают изготовление своей продукции в современных реалиях импортозамещения. Это касается в частности, изготовления имплантатов. Медицинская статистика утверждает, что большая часть населения в возрасте от 20 до 64 лет имеет проблемы, связанные с дегенерацией межпозвоночных дисков (МПД). В свете этого наиболее востребованными и высокотехнологичными для лечения озвученной болезни позвоночника считаются спинальные имплантаты с эффектом памяти формы (ЭПФ). Однако производство подобных ответственных изделий базируется на трудоемких экспериментальных научно-исследовательских работах, которые необходимо проводить в непрерывающемся режиме для каждого индивидуального случая использования имплантата. Облегчить стадию проектирования и создания каждого нестандартного имплантата избегая многочисленных стадий экспериментальных исследований, позволяет математическое моделирование.

В работе, с использованием методов численного моделирования на основе конечно-элементного анализа, отработан алгоритм расчета функциональных свойств спинальных имплантатов в момент их установки при оперативном вмешательстве. Алгоритм позволяет на этапе планирования операции и выбора имплантата при взаимодействии с производителем предсказать его необходимые геометрические размеры и свойства. Для этого создана прогностическая физико-математическая модель, которая при термомеханических воздействиях достаточно точно описывает особенности деформационного поведения материалов с ЭПФ [1]. В качестве тестовых геометрических модельных образцов были выбраны реальные конструкции зарубежных спинальных имплантатов МПД [2]. В качестве материала с ЭПФ для изготовления имплантатов подобран отечественный сплав на основе никелида титана. Выбор данного материала обусловлен способностью «запоминать» заданную ему форму в состоянии аустенита при повышенных температурах. При этом после перехода в состояние мартенсита при охлаждении материал отличается пластической деформацией достаточной, чтобы облегчить установку имплантата в тело человека. Для определения основных параметров сплава были проведены оригинальные эксперименты, результатами которых являются графики, показывающие накапливаемую и обратимую деформацию, возникающие напряжения, а также характерные температуры превращений. Чтобы смоделировать работу спинных имплантатов необходимо приложить к модели по-

следовательность адекватных граничных условий – близких к реальным условиям при установке во время оперативного вмешательства, что соответствует точке перехода в фазу мартенсита при комнатной температуре 297 К и восстановления формы при нагреве до 326 К.

Полученная модель позволяет изучить историю деформационного поведения имплантата на разных этапах расчета, на основе которой можно сделать прогноз функциональности изделия.

Научный руководитель – д.ф.-м.н. Козулин А. А.

Список литературы

- [1] MARCHENKO E. S., KOZULIN A. A., YASENCHUK YU. F., VETROVA A. V., VOLINSKY A. A., ZHANG Y. Numerical and experimental study of porous NiTi anisotropy under compression // Journal of Materials Research and Technology. 2023. Vol. 22. N. 1. P. 3502–3510.
- [2] PETRINI L., MIGLIAVACCA F., MASSAROTTI P., SCHIEVANO S., DUBINI G., AURICCHIO F. Computational studies of shape memory alloy behavior in biomedical applications // Journal of Biomedical Engineering. 2005. Vol. 127. N. 1. P. 716–725.