

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Еленской Наталии Витальевны **«Моделирование структуры решетчатых скаффолдов с учетом их механического отклика и вариации морфометрических параметров»**, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Скаффолды – это особый класс систем доставки веществ с регулируемыми свойствами. В медицине под скаффолдом понимают структуру биоматериала, которая служит субстратом и направляющей для регенерации тканей. При этом, важным параметром скаффолда является его морфологическое строение. Пористая структура скаффолда влияет на его механические свойства и способность с остеоинтеграции. Среди перспективных пористых структур для медицинского применения в эндопротезировании рассматривают пористые скаффолды с трижды периодической поверхностью минимальной энергии (ТПМП). Такие поверхности позволяют создать структуру с открытыми порами и хорошими механическими свойствами, близкими к механическим свойствам кости. Однако количество известных компьютерных моделей ТПМП ограничено. Также, свойствами ТПМП структур можно управлять, меняя их внутреннюю геометрию, например, используя градиентные размеры пор. Таким образом, тему кандидатской диссертации Еленской Н.В., которая посвящена разработке численных моделей построения периодических и функционально-градиентных решетчатых ТПМП структур с моделированием деформационного поведения в скаффолдах на основе таких структур, можно считать актуальной и практически важной.

Еленской Н.В. был разработан новый алгоритм построения и создана компьютерная программа для создания решетчатых градиентных ТПМП структур, включающая возможность изменения размера и количества пор, а также их морфологии. Проведен компьютерный эксперимент по одноосному сжатию полученных структур методом конечных элементов. Показано, что градиентные структуры с ориентацией градиента перпендикулярно приложенному нагружению сжатием более устойчивы к деформации, за счет перераспределения напряжений в элементах структуры. Также Еленской Н.В. были исследованы гибридные ТПМП структуры с различной морфологией ячеек и уровнем пористости, предлагаемые для замещения костных участков на границе раздела тканей и имитирующие неоднородность строения кости. Обнаружено, что величину концентрации

напряжений в скаффолде можно снижать за счет варьирования параметрами градиента размера и морфологии пор. Полученные теоретические расчеты сопоставлены в работе с экспериментальными данными по испытаниям на сжатие PLA образцов, полученных с помощью 3Д принтера. Расхождение между расчетом и экспериментом составило менее 3%, что допустимо для моделей. Результаты, полученные в работе Еленской Н.В. являются новыми, проведенные в работе расчеты не противоречат существующим физическим законам.

Основные результаты работы апробированы на российских конференциях, защищаемые положения достаточно полно отражены в научных публикациях. Еленская Н.В. имеет 6 Свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и является соавтором 8 научных статей.

Таким образом, по научному уровню, актуальности, новизне полученных результатов и практической полезности, диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а соискатель Еленская Н.В. заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Доктор физ.-мат. наук, шифр специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния, главный научный сотрудник лаборатории «Аддитивных технологий» Федерального государственного учреждения Института физики металлов им. М.Н. Михеева, Уральского отделения Российской Академии наук

Казанцева Наталия Васильевна

«15» ноября 2024 г.

Почтовый адрес: 620108, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18

Тел.: +7(343)3783746, E-mail: [kazantseva@imp.uran.ru](mailto:kazantseva@imp.uran.ru)

Я, Казанцева Наталия Васильевна, даю своё согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Еленской Наталии Витальевны «Моделирование структуры решетчатых скаффолдов с учетом их механического отклика и вариации морфометрических параметров», и их дальнейшую обработку.



Казанцева Н.В.

общего отдела

15.11.2024 г.

