ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/116

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ КОНТРАСТНЫХ СРЕД
С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ SOFT MATTER, ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО
ИЗУЧЕНИЯ ИХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Коноваленко И.С., Шилько Е.В.

Институт физики прочности и материаловедения, Томск, Россия

Гетерогенные контрастные материалы широко распространены в живой природе. Ярким примером является губчатая костная ткань, поровое пространство которой заполнено биологической жидкостью. Сложная многомасштабная структура этого материала характеризуется набором параметров, среди которых ключевыми являются соотношение микро и макропористости, значение градиента макро-пористости в некотором направлении, содержание слабосвязанного наполнителя в поровом пространстве и другие. В зависимости от значений этих параметров упругие и прочностные характеристики костной ткани могут варьироваться в достаточно широких пределах. Понимание уникальности и очевидных преимуществ сочетаний структурных и механических свойств, присущих данному классу природных материалов, привело к разработке искусственных контрастных материалов, в том числе на керамической основе, с аналогичным сочетанием структурных характеристик. Такие материалы широко используются во многих практически важных приложениях. В частности, гетерогенные контрастные материалы на керамической основе используются для изготовления различных механических демпферов и фильтрующих элементов, несущих механическую нагрузку, для создания керамических эндопротезов с прочной остеоинтеграцией, обеспечиваемой врастанием костной ткани в поры имплантата. Ответственная роль изделий из этих материалов предъявляет строгие требования к их механическим свойствам, в первую очередь, прочности, а также к особенностям деформации и разрушения в процессе эксплуатации материала.

Детальное экспериментальное исследование влияния перечисленных выше структурных параметров контрастных материалов на их механические свойства затрудняется, в том числе, тем, что заполнение порового пространства слабосвязанным наполнителем может изменяться в процессе эксплуатации конкретного изделия (фильтра, эндопротеза и т.д.). В связи с этим данное исследование проводилось теоретически путем численного моделирования методом подвижных клеточных автоматов.

На основе метода подвижных клеточных автоматов разработана механическая модель контрастного материала (хрупкая пористая матрица, заполненная «мягкими» высокопластичными включениями) с градиентом пористости для теоретического исследования его упругих и прочностных свойств, а также особенностей деформации и разрушения при одноосном сжатии. В модели реализованы возможности задания произвольного закона распределения локальной пористости по глубине материала (в работе рассмотрен линейный закон), величины градиента пористости, степени заполнения порового пространства включениями, а также параметров механического взаимодействия компонентов (включая адгезионную прочность). Предварительные тестовые расчеты выявили наличие ярко выраженных нелинейных зависимостей прочностных, упругих и диссипативных свойств материала и характера его разрушения от перечисленных структурных параметров. Показано, что анализ широкого диапазона значений структурных параметров контрастных «биоподобных» материалов откроет возможности не только для качественного, но и количественного изучения взаимосвязи структуры и свойств данного класса материалов. Развита модель может быть использована в качестве основы для компьютерного дизайна многоуровневой внутренней структуры новых контрастных материалов с целью достижения заданного сочетания характеристик их пористости и механических свойств, а также для оптимизации характеристик поровой структуры существующих контрастных материалов.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (Приоритетное направление III.23).