

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

Томск
Издательский Дом ТГУ
2019

DOI: 10.17223/9785946218412/20

**НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ
МАТЕРИАЛОВ КАК НОВАЯ ЗАДАЧА ПЕРКОЛЯЦИОННОЙ ТЕОРИИ**

¹Гергега А.Н., ²Крывченко Ю.В.

¹ Научно-производственный центр, Одесса, Украина

² Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса, Украина

aherega@gmail.com

В работе [1] предложена новая технология армирования гетерогенных материалов, получаемых из растворов, смесью стального порошка и фибры. Результаты компьютерного моделирования и экспериментальных исследований, проведенных ранее авторами [2], показали, что в подобных материалах при критической концентрации заполнителя возникает связанная область перколяционного типа, наличие которой объясняет наблюдающиеся экстремальные зависимости прочностных свойств [3, 4].

В докладе представлена перколяционная модель упрочняющего структурного фазового перехода, в которой изучены строение и свойства кластерной системы заполнителя, образующейся при использовании технологии, описанной в [1]. Для этого сформулирована и исследована новая континуальная перколяционная задача, описывающая кластерную систему с квазиточечными и квазилинейными элементами.

Задача решается методом Монте-Карло в кубе размером 10^6 ячеек. Положение элементов, из которых формируется модельный кластер, определяет генератор случайных чисел с равномерным распределением, он же выбирает углы поворота фибры относительно ребер куба. Элементы кластера считаются соединенными, если у них есть общая точка либо расстояние между ними не превышает некоторое заданное, играющее в модели, как и длина фибры, роль управляющего параметра.

В модели рассчитаны величины порогов протекания и фрактальных размерностей кластеров заполнителя, а также получена характеристическая кривая зависимости перколяционного порога от соотношения долей фибры и порошка. Показано, что интервалы изменений этих величин излишне широки, а характеристическая кривая в виде кривобочной гиперболы, по сути – «толстая» линия, заполняющая некоторую часть плоскости.

Этот феномен обнаруживает интересную особенность перколяционной задачи с необычным составом элементов, а значит, и самой технологии – невозможность обеспечить статистическую устойчивость явления. Потеря стабильности при фиксированном значении максимального угла поворота фибры и ее длины связана с зависимостью интервалов значений порога протекания и фрактальной размерности от степени вариативности параметров конкретных реализаций перколяционного кластера, которая, как оказалось, очень велика. Обсуждение ситуации возможно в рамках представления о гиперслучайных величинах, для которых «статистические оценки в общем случае не являются состоятельными, т.е. при увеличении объема выборки их погрешность не стремится к нулю» [5].

Помимо упрочнения материала металлическим заполнителем, в докладе анализируется обнаруженная авторами работы [1] возможность повышения прочности материала за счет слоя, образующегося в зоне контакта цементного теста со сталью, а также механических напряжений, возникающих в местах контакта этого слоя с затвердевшим бетоном. В рамках предложенной модели получен геометрический критерий возникновения таких напряжений в условиях уменьшения объема бетона при гидратации.

Кроме того, в докладе прослежена аналогия между результатами дисперсного армирования гетерогенных материалов и эффектом дальнего действия в полупроводниках и металлах [6], в которых существует экстремальная зависимость электропроводности и механических свойств от концентрации дефектов.

1. А.Г. Вандоловский и др. Технология создания сталефибробетона с повышенной прочностью на растяжение. / Сб. трудов Харьковского нац. университета воздушных сил. 2018. Т. 2 (56). С. 126-131.

2. А.Н. Гергега, А.И. Костюк, И.А. Столевич. Эффект дальнего действия как универсальное свойство твердых тел. /

Секция 1. Основные принципы и методология физической мезомеханики материалов с иерархической структурой

- Сб. трудов Всерос. конференции «Механика и наномеханика структурно-сложных и гетерогенных сред». Москва. 2015. С. 71-76.
3. J. Feder. Fractals. New York: Plenum Press, 1988.
4. A. Herega. The Selected Models of the Mesostructure of Composites. Heidelberg: Springer, 2018.
5. И.И. Горбань. Гиперслучайные функции и их описание. // Известия вузов. Радиоэлектроника. 2006. Т.1. С.3-15.
6. А.Н. Герега. Моделирование кластерных структур в материале: силовые поля и дескрипторы. // Физическая мезомеханика. 2013. Т. 16, №5. С. 87-93.