

УДК 620.186.14

DOI: 10.17223/00213411/64/7/54

*Вал.И. СУРИКОВ, Е.А. РОГАЧЕВ, А.М. ЛАСИЦА***ВЗАИМОСВЯЗЬ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА И ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЕГО ПОВЕРХНОСТИ**

Показана перспективность применения параметра «фрактальная размерность» для качественного и количественного анализа структуры поверхности образцов на основе микрофотографий, полученных методами растровой электронной микроскопии и атомно-силовой микроскопии. Исследована взаимосвязь данного параметра с некоторыми механическими характеристиками полимерного композиционного материала ПТФЭ-3%ТУ121.

*Ключевые слова:* полимерные композиционные материалы, механические свойства, фрактальный анализ, растровая электронная микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия.

**Введение**

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) широко распространены в технике. Комбинирование свойств полимерной матрицы и различных наполнителей позволяет получать материалы с уникальными, заданными на этапе разработки ПКМ эксплуатационными характеристиками. Наряду с элементарным и химическим составом, все свойства ПКМ определяет структура, поэтому изучение структур ПКМ, их связи с характеристиками материала и изменения в процессе эксплуатации является актуальной научной задачей.

Многообразие методов исследования порой затрудняет проведение сравнительного количественного анализа результатов. В связи с этим вызывает интерес подход, основанный на элементах теории перколяции, в частности использование понятия вероятностного фрактала и величины фрактальной размерности при описании структурных элементов поверхности материалов. Данный подход, предложенный несколькими десятилетиями назад Мандельбортом [1], в последние 3–5 лет стал достаточно распространенным, особенно среди российских авторов. Его использование связано с применением достаточно сложного математического аппарата, реализованного в виде авторских методик. Так, например, в работе [2] предложена самоафинная модель роста трещин и расчета величины энергии упругой деформации вдоль трещины. Данная работа, как и многие другие подобные работы, прежде всего дает математическую модель, позволяющую описать взаимосвязь формы поверхности трещины и механических характеристик материала. Но применение этой модели на практике требует серьезных знаний и навыков расчета, что не делает ее доступной широкому кругу пользователей. Среди подобных исследований особый интерес вызывает работа [3], в которой авторы предприняли попытку сравнительного анализа поверхностей полукристаллического полипропилена и аморфного полистерола, полученных методами растровой электронной микроскопии (РЭМ) и сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). Анализ проводился с применением компьютерной программы, разработанной в их образовательном учреждении. Эффективность применения фрактального анализа для описания свойств структуры дисперсно-наполненных полимерных композитов показана в работе [4]. В ней использовалась концепция структуры полимерного композита как совокупности двух фракталов (мультифракталов). Попытка сделать некоторое обобщение методик оценки фрактальной размерности и их применимости к вопросу изучения прочности строительных материалов предпринята авторами работы [5], тем не менее применяемый авторами подход, так же как и в большинстве других работ, основан на установлении математической взаимосвязи физических характеристик материалов и фрактальной размерности.

В большинстве подобных работ используются авторские методики оценки фрактальной размерности, но в последние два года появилась тенденция к унификации. Так, во многих работах в качестве инструмента анализа изображений применен программный пакет Gwyddion, реализуемый по лицензии GNU GPL. Открытость лицензии распространения, большой набор функций, хорошая поддержка фактически делают использование данного пакета и встроенных в него алгоритмов стандартом de facto в мировом научном сообществе.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>