

ОТЗЫВ

официального оппонента,
кандидата технических наук, доцента **Короткого Виктора Анатольевича**
на диссертацию Брылкина Юрия Владимировича
«Геометрическое моделирование микроструктуры поверхности на основе теории
фракталов», представленную на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальности 05.01.01 – Инженерная геометрия и
компьютерная графика

Актуальность. К настоящему времени одним из наиболее интенсивно развивающихся разделов геометрии является геометрия поверхности. Развитие микро- и нанoeлектроники, технологий гетерогенного катализа и создания теплозащитных покрытий для космических аппаратов стимулируется фундаментальными исследованиями в области геометрии поверхности. В частности, с помощью туннельной и сканирующей силовой микроскопии в настоящее время возможно исследование поверхности на микро и наноуровнях.

В работе использован комплексный подход к рассмотрению геометрических и физико-химических характеристик материалов. Особое внимание уделено исследованию морфологических характеристик в части определения фрактальной размерности поверхности. Ценность исследования заключается в моделировании поверхности, схожей по геометрическим характеристикам с микроструктурой реальной поверхности. Результаты моделирования подтверждаются прикладными исследованиями и теоретическими оценками. Это, в свою очередь, позволяет оценить степень влияния геометрических характеристик поверхности на физические и химические показатели, получаемые в результате экспериментов и численных расчётов, что является актуальной научной задачей.

Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения и библиографического списка. Общий объём диссертации составляет 121 страницу, 64 рисунка, 11 таблиц. Библиографический список включает 119 наименований, в том числе 42 иностранных.

Во введении обоснована актуальность темы, определена цель исследования, поставлены задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели, сформулированы научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе соискатель рассматривает применяющиеся в настоящее время численные характеристики рельефа поверхности. Приведены определения, формулы расчета и особенности применения как традиционных характеристик шероховатости (амплитудные и шаговые параметры по ГОСТ 2789-73; параметры кривой Эбботта-Файрстоуна по стандарту ISO), так и альтернативной

б.х.№51 от 01.02.2018г.

характеристики микроструктуры поверхности – ее фрактальной размерности. Сделан вывод о недостаточности традиционных характеристик шероховатости для достоверного описания ее рельефа. Автор диссертационной работы выделяет показатель фрактальной размерности как содержательную характеристику микрогеометрии поверхности. Также в главе 1 рассматриваются наиболее распространенные методы расчета фрактальной размерности поверхности по ее трехмерным изображениям, получаемым с помощью сканирующего туннельного микроскопа.

Вторая глава посвящена обзору основных принципов моделирования незакономерных негладких форм. Показано, что общепринятые геометрические подходы моделируют либо микроструктуру, либо наноструктуру. Автором предлагаются усовершенствованные алгоритмы моделирования, основанные на принципах фрактальной геометрии. Алгоритмы позволяют моделировать геометрию поверхности, имеющую неровности в микро- и нанометровых масштабах одновременно, и получать реалистичные структуры с заданной размерностью, геометрически аппроксимирующие параметры реальных поверхностей.

В этой же главе рассмотрена задача применения сглаживающих фильтров на заключительном этапе моделирования. Проводится верификация методов моделирования и вычисления фрактальной размерности. В качестве тестовых объектов использовались: плоскость, «чёртова» лестница, поверхность из кривой Коха и сгенерированная фрактальная поверхность с известной размерностью.

В третьей главе проведено комплексное изучение отдельных участков поверхностей конкретных материалов с целью выявления зависимости между значением фрактальной размерности каждого из материалов и его физическими свойствами. Знание такой зависимости позволяет использовать показатель фрактальной размерности в численных расчётах, тем самым повышая их достоверность.

Новизна работы заключается в следующих положениях:

1. Фрактальная размерность является наиболее эффективной характеристикой микро- и наноструктуры поверхности.
2. Разработанные фрактальные модели поверхностей позволяют наиболее полно описывать геометрические параметры структуры поверхностного слоя.
3. Разработанные фрактальные модели позволяют упростить численные расчёты взаимодействия газового потока с фрагментом поверхности.

Основным результатом диссертационной работы Ю.В. Брылкина являются усовершенствованные алгоритмы построения геометрически корректных моделей поверхности, основанные на теории фракталов. Алгоритмы предназначены для вычисления уточняющих коэффициентов (например,

коэффициента аккомодации) к параметрам системы “газ-стенка”.

Вместе с тем имеются замечания, а именно:

1. Не рассмотрено влияние технических характеристик сканирующего туннельного микроскопа (размер матрицы узловых точек сканируемого поля, время сканирования и др.) на вычисляемую фрактальную размерность.

2. Отсутствует сравнение фрактальной размерности для снимков одного и того же образца, но полученных разными микроскопами (атомно-силовым, сканирующим электронным и т.д.) с различными измерительными масштабами.

3. В теоретической части диссертации недостаточно подробно рассмотрен геометрический смысл понятия фрактальной размерности поверхности применительно к поверхностям, на которых микронеровности распределены броуновским образом.

В целом, несмотря на замечания, диссертация выполнена на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Основные результаты диссертации опубликованы в 19 работах, в том числе 7 работ в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России. Результаты исследования докладывались и обсуждались на научных конференциях и семинарах. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Работа удовлетворяет требованиям п. 9 действующего Положения о присуждении учёных степеней, а её автор, Брылкин Юрий Владимирович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.01.01 - Инженерная геометрия и компьютерная графика.

Официальный оппонент, кандидат технических наук,
доцент кафедры инженерной и компьютерной графики
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)»

В.А. Короткий

Адрес: 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

Тел. +7 (351) 267-97-41, e-mail: ospolina@mail.ru

Подпись В.А. Короткого заверяю

Проректор по научной работе ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)»



А.А. Дьяконов