

Председателю диссертационного
совета Д 999.048.02
доктору физ.-мат. наук, профессору
С.В. Клименко
603950, Нижний Новгород,
ул. Ильинская, 65
Нижегородский государственный
архитектурно-строительный ун-т

Отзыв

**кандидата физико-математических наук Хатунцевой Ольги Николаевны
на автореферат диссертации Брылкина Юрия Владимировича
на тему «Геометрическое моделирование микроструктуры поверхности
на основе теории фракталов»,
представленной на соискание учёной степени кандидата технических
наук по специальности 05.01.01**

Представленная работа посвящена совершенствованию методов исследования микроструктуры поверхности для решения задач газовой динамики и тепло-массообмена.

Одной из важнейших задач при разработке спускаемого пилотируемого летательного аппарата (ЛА) является разработка теплозащитных материалов (ТЗМ), которые сохраняли бы свои свойства при воздействии аэродинамических и тепловых нагрузок на протяжении необходимого для эксплуатации интервала времени. В работе Брылкина Ю.В. показана необходимость проведения экспериментальных исследований структуры поверхности образцов материалов для определения их теплофизических свойств. Проведение таких исследований позволит использовать математические модели, учитывающие газодинамические и физико-химические процессы, протекающие на поверхности.

В настоящее время учет влияния различной степени шероховатости поверхности при математическом моделировании обтекания спускаемых аппаратов в практических приложениях используется крайне редко. Это связано с тем, что, во-первых, нужно решать уравнения Навье-Стокса с разрешением минимального масштаба турбулентности (для чего требуются значительные вычислительные мощности), во-вторых, в связи со сложностью построения поверхности с шероховатостью, эквивалентной реальным поверхностям.

Вхл/757 от 06.02.2018г.

В диссертационной работе Брылкина Ю.В., показано, что структуру реальных поверхностей можно моделировать с помощью фрактальной геометрии.

Такой подход, с одной стороны, позволяет использовать достаточно простой компьютерный алгоритм, а, с другой стороны, достаточно хорошо моделируют реальные поверхности.

Таким образом, исследование и решение вопросов, связанных с оценкой и учётом мелкоразмерной шероховатости, является актуальной научной и практической задачей, при разработке ТЗМ возвращаемых аппаратов (ВА).

Научная новизна полученных результатов работы состоит в определении параметра эффективной оценки микрогеометрии поверхностного слоя, одинаково качественно отражающей данные о структуре рельефа как в микрометровом диапазоне, так и в нанометровом.

В диссертационной работе усовершенствованы алгоритмы формирования фрактальной поверхности (моделирующей пространственные неровности локального фрагмента поверхностного слоя), пригодной для использования в численных расчётах. Усовершенствования позволили сократить количество шагов в процессе работы алгоритма, необходимых для построения поверхности с заданной фрактальной размерностью.

Продемонстрирована прямая зависимость таких характеристик материалов как каталитическая активность и коэффициент зеркального отражения от величины фрактальной размерности.

Автором показано, что параметр фрактальной размерности для описания неоднородности структуры рельефа может быть использован для реальных поверхностей, что, безусловно, представляет научный интерес и является значимым результатом проведённого автором диссертационного исследования.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы предприятиями-разработчиками ТЗМ.

Достоверность исследований подтверждается использованием результатов в ПАО «РКК «Энергия» для интерпретации эффекта снижения конвективных тепловых потоков на выступающие элементы конструкции стыковочного агрегата пилотируемого транспортного корабля (ПТК), покрытые высокотемпературной краской.

В качестве недостатка можно отметить следующее:

- в работе показано, что, несмотря на хорошее совпадение значений размерности реальной микроповерхности медного сплава и модельной фрактальной поверхности, прочие их геометрические характеристики

(высотные, шаговые характеристики профиля) достаточно сильно отличаются. Однако в автореферате не приводится оценка влияния этих параметров на физические аспекты процессов при расчете взаимодействия высокотемпературного диссоциированного потока с теплозащитным материалом.

В целом, диссертационная работа выполнена на высоком уровне, посвящена актуальной теме, представляет собой завершённое исследование. По тематике, научному уровню, актуальности поставленных задач и полученным результатам, работа Брылкина Юрия Владимировича на тему «Геометрическое моделирование микроструктуры поверхности на основе теории фракталов» соответствует требованиям Положения ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Брылкин Ю.В. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.01.01 – «Инженерная геометрия и компьютерная графика».

Учёный секретарь ПАО «РКК «Энергия»
кандидат физико-математических наук



Хатунцева О.Н.

24.01.2018

141070, Московская область, г.Королёв,
ул. Ленина, д. 4А
Тел.:+7(495) 513-75-89
E-mail: olga.khatuntseva@rsce.ru