

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ФУНКЦИИ СПЕКТРА МОЩНОСТИ

Анисимов Александр Дмитриевич

Московский государственный технологический университет "СТАНКИН", РФ, г. Москва

Аннотация. Изучены достоинства и недостатки методов оценки фрактальной размерности шероховатости поверхности, полученных путем различных процессов формообразования. Проанализирован метод определения фрактальной размерности шероховатости поверхности при помощи функции спектра мощности. По результатам анализа выявлено, что метод оценки фрактальной размерности поверхности, определяемой при помощи оценки его спектра мощности, имеет некоторые преимущества по сравнению с другими методами.

Ключевые слова: шероховатость, спектр мощности, фрактальная размерность, профиль, поверхность.

Рассмотрение понятия «шероховатость поверхности» стоит начать с анализа ГОСТ 25142-82 «Шероховатость поверхности. Термины и определения». Настоящий стандарт определяет применяемые в науке, технической и производственной области термины и основные понятия, относящихся к шероховатости поверхности. Данный нормативный документ определяет шероховатость поверхности как «совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная, например, с помощью базовой длины» [1]. В ГОСТ Р ИСО 25178-2-2014 непосредственно дает определение фракталу следующим образом: «Фрактал — это объект, который выглядит примерно одинаково в определенном диапазоне масштабов или увеличения, т.е. объект должен быть статистически подобен самому себе» [2].

Существует множество методов, с помощью которых определяется фрактальная размерность: определение фрактальной размерности через покрытие объекта или, иначе говоря, «клеточный метод», определение фрактальной размерности через показатель Хёрста, оценка фрактальной размерности по спектру мощности, вычисление фрактальной размерности при помощи функции масштаба-объёма, вычисление фрактальной размерности при помощи функции относительной площади и другие [1, 3, 5, 6].

Каждый метод имеет свои достоинства и недостатки, в зависимости от конкретной сферы применения. Определение фрактальной размерности через покрытие объекта дает точные результаты только для регулярных фракталов, в то время как для случайных фракталов этот метод не очень подходит. Кроме того, метод определения фрактальной размерности через покрытие профиля имеет еще один существенный недостаток — результаты вычислений сильно зависят от размера начальной клетки. Показатель Хёрста используется преимущественно для оценивания фрактальной размерности временных рядов, а также для построения аттракторов динамических систем и анализа мультипликативных рядов данных.

Подробнее рассмотрим метод оценивания фрактальной размерности профиля поверхности по углу наклона аппроксимирующей прямой к графику спектра мощности. Данный метод рассматривается в работе Федорова А.А. [6]. В его основании лежит оценка и изучение спектра мощности сигнала, принимаемого за некоторый случайный процесс [4]. Также анализ метода приведен в работах Курдюкова В.И., Остапчука А.К., Овсянникова В.Е. [3,5].

Авторы заключают, что для определения фрактальных свойств поверхностей материалов вне зависимости от способов их обработки уместно использование методов, основанных на определении спектра мощности, т.к. данные методы имеют достаточную точность, позволяют диагностировать состояние поверхности, позволяют не только прогнозировать механизмы формирования шероховатости и физико-механических свойств поверхностного слоя, но и управлять ими. Не смотря на то, что данные методы также имеют недостатки (искажение на высоких частотах и большая дисперсия), предложены варианты усовершенствования, например метод Уэлша. Еще одним преимуществом метода спектра мощности является его универсальность. Он может быть применен к различным типам данных, включая оцифрованное изображение поверхности материала и профилограммы различных поверхностей.

По итогам исследования можно сделать вывод что, спектр мощности шероховатости, в зависимости от поставленных задач исследования, позволяет проводить многие процедуры при оценке фрактальной размерности шероховатости поверхности. Он универсален, имеет меньшую погрешность, по сравнению с некоторыми другими методами, а также не зависит от высотных параметров шероховатости профиля поверхности, следовательно, фрактальную размерность, полученную при помощи данного метода можно использовать как самостоятельный параметр, характеризующий степень «изрезанности» профиля.

Список литературы:

1. ГОСТ 25142-82 (СТ СЭВ 1156-78) Шероховатость поверхности. Термины и определения (с Изменением N 1) / М.: Издательство стандартов, 2018. С.
2. ГОСТ Р ИСО 25178-2-2014 Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Ареал. Часть 2. Термины, определения и параметры структуры поверхности // Официальное издание. М.: Стандартиформ, 2015 г. С. 32.
3. Курдюков В.И., Остапчук А.К., Овсянников В.Е. Анализ методов определения фрактальной размерности // Вестник КузГТУ. 2008. №5. С. 46-49.
4. Марпл - мл. С. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М : Мир, 1990. С. 1-2.
5. Остапчук А.К., Овсянников В.Е., Рогов Е.Ю. Определение фрактальной размерности клеточным методом v 1.0. – М.: ВНИИЦ, 2008. - №50200801859. С.1-3.
6. Федотов А.А. Спектр мощности как характеристика шероховатости поверхности // Фотоника. 2010. № 6. С. 18-21.