

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ

Оценка качества поверхности машиностроительных изделий на основе комплексного подхода с применением многомерной шкалы

Бавыкин О.Б.
МГТУ «МАМИ»
Ray86@list.ru

Аннотация. В данной статье представлена многомерная шкала для оценки физических и эксплуатационных свойств машиностроительных изделий на основе методов фрактальной геометрии и результатов сканирующей зондовой микроскопии.

Ключевые слова: многомерная шкала; фракталы; сканирующая зондовая микроскопия.

Новые технологии обработки материалов и заложенные в них физико-химические процессы дают возможность изготовить изделия с элементами поверхности весьма разнообразных форм, лежащих в широком диапазоне значений – от микро-, субмикро- и нанодиапазона. Расположение и форма подобных элементов сильно отличается от традиционного представления о шероховатости как периодическом чередовании выступов и впадин, описываемых в рамках евклидовой геометрии, а распределение элементов по поверхности детали носит стохастический характер [1] (рисунок 1).

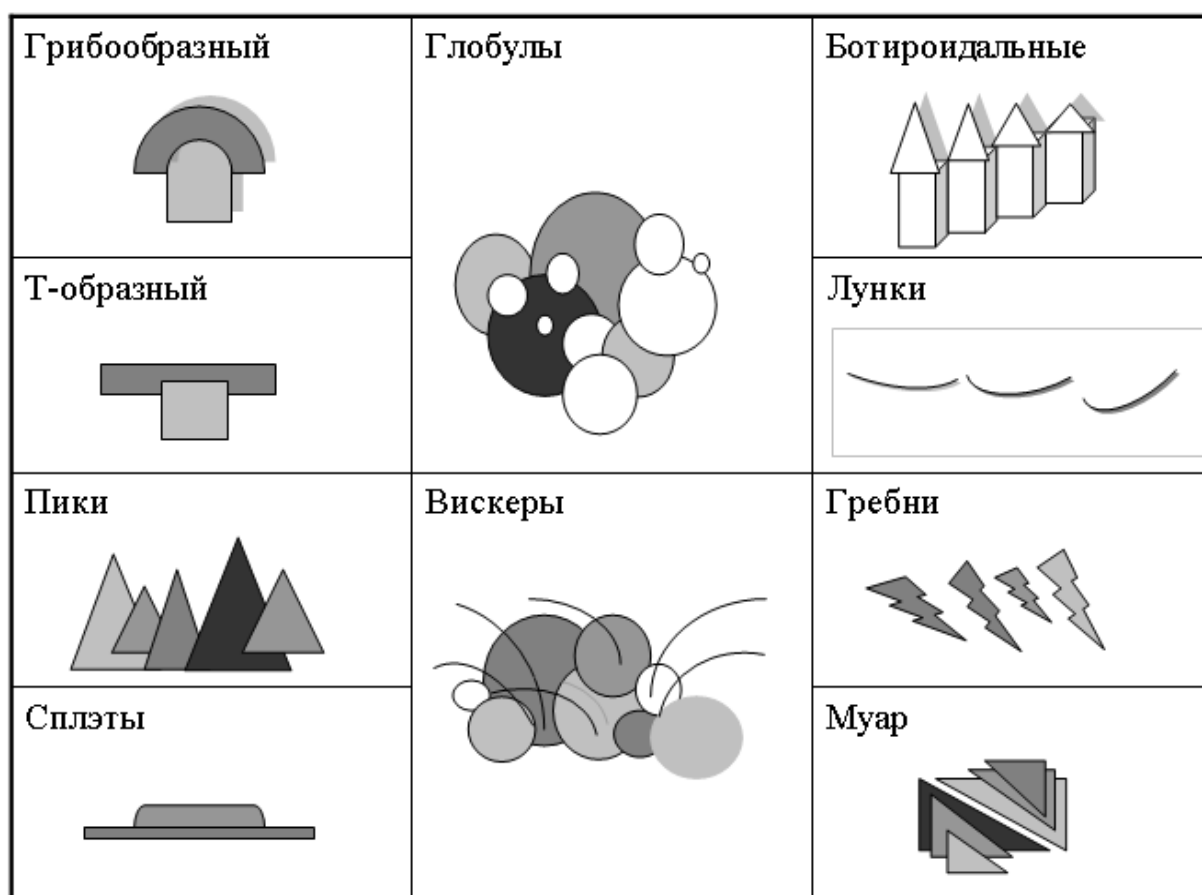


Рисунок 1 – Формы элементов поверхностей

Разнообразие получаемых форм объясняется природой физико-химических процессов, лежащих в основе методов модификаций поверхностей, нанесения покрытий и т.д.

В этой связи возникает проблема адекватного описания рельефа поверхности и процесса его формирования (развития) по времени.

Решение этой проблемы видится в применении современных методов изучения поверхностей, в частности, сканирующей зондовой микроскопии и метода фрактального анализа.

Метод сканирующей зондовой микроскопии выгодно отличается от классических способов исследования шероховатости высокими горизонтальными и вертикальными разрешениями (порядка сотых долей нанометра) и высокими диапазонами измерений (до 100 мкм), а также широкими возможностями компьютерной обработки результатов измерений. Известно несколько разновидностей этого метода, которые отличаются друг от друга различными видами взаимодействий между зондом и образцом [2].

Метод фрактального анализа в свою очередь позволяет связать геометрические параметры поверхности и структурные характеристики обрабатываемого материала [3] (через фрактальную размерность, например).

Одним из направлений решения задачи определения эксплуатационных и физических свойств изделия как зависимости от морфологии и текстуры наружного слоя может послужить применение специального численного критерия, который мог бы определять функциональные свойства на основе данных о топографии. Это подтверждается рядом исследований таких авторов, как Киселевский О.С., Потапов А.А., Булавкин В.В., Герман В.А., Вячеславова О.Ф., Герасименко Н.Н., Апрелов С.А. и др. Так, в работе Киселевского [4] показана зависимость фрактальной размерности и триботехнических характеристик (в частности – коэффициента трения) алмазоподобных покрытий после разного числа циклов трения (рисунок 2). Численные значения фрактальной размерности легко определяются на ЭВМ при обработке данных сканирующей зондовой микроскопии [5].

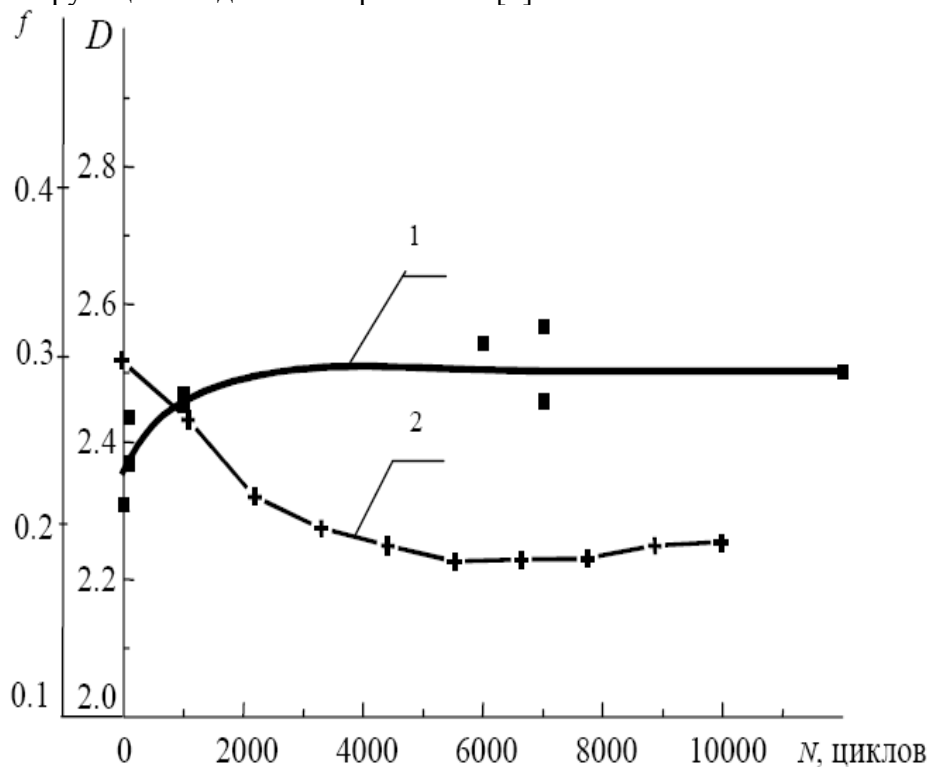
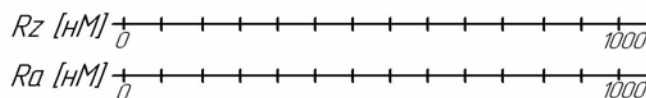


Рисунок 2 – Зависимость фрактальной размерности образца с алмазоподобным покрытием от коэффициента трения при разных значениях числа циклов трения (1- фрактальная размерность D , 2- коэффициент трения f)

Предлагается возможный следующий шаг в реализации идеи с использованием методов фрактальной геометрии для оценки физических и эксплуатационных свойств изделий в суб-микро- и нанодиапазонах. Этим шагом может стать создание многомерной шкалы [6], которая предоставляет возможность одновременно оценить параметры шероховатости и функциональные параметры (рисунок 3).

МНОГОМЕРНАЯ ШКАЛА

геометрические параметры качества поверхности



структурно-динамические параметры поверхности

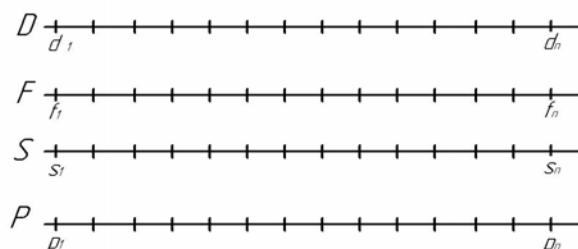


Рисунок 3 – Общий вид многомерной шкалы для оценки и идентификации элементов поверхности деталей машин с применением теории фракталов (R_a - среднее арифметическое отклонение профиля, R_z - высота неровностей профиля по десяти точкам, D - фрактальная размерность, F - коэффициент трения, S - форма объекта, P - степень упорядоченности)

Многомерная шкала включает в себя:

- шкалу отношений параметров шероховатости;
- шкалу разностей с фрактальной размерностью;
- шкалы порядка с условными единицами (F - коэффициент трения, S - форма объекта, P - степень упорядоченности).

Определение значений условных единиц параметров поверхности объектов осуществляется по таблице 1.

Таблица 1

Значения условных единиц для многомерной шкалы и их взаимосвязь со значениями фрактальной размерности

Значения фрактальной размерности D	Номер и условной единицы точки коэффициент трения F	Номер и значение условной единицы разновидности формы объекта S	Номер и значение условной единицы степени упорядоченности P
$d_1 = 2,000$	$f_1 = \dots$	s_1 - идеально гладкая плоскость	$p_1 = \dots$
$d_2 = \dots$	$f_2 = \dots$	$s_1 - \dots$	$p_2 = \dots$
\dots	\dots	\dots	\dots
$d_n = 3,000$	$f_n = \dots$	s_n - идеально гладкий куб	$p_n = \dots$

Выводы

Многомерная шкала позволяет оценить шероховатость поверхности в широком диапазоне, - от микро- до субмикро- и нанодиапазонов, - на основе применения методов сканирующей зондовой микроскопии и фрактального анализа, что дает возможность оценить не только геометрические параметры поверхности, но и структурные характеристики поверхностного слоя деталей.

Литература

1. Потапов А.А., Булавкин В.В., Герман В.А., Вячеславова О.Ф. Исследование микрорельефа обработанных поверхностей с помощью методов фрактальных сигнатур. В журнале «Журнал технической физики», т.75, выпуск 5, Москва 2005 г., стр. 38-45
2. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. - Нижний Новгород: Российская академия наук, институт физики микроструктур, 2004 г., 114 стр
3. Горохов Д.Б. Контактное взаимодействие фрактальных шероховатых поверхностей деталей машин. Диссертация на соискание ученого звания к.т.н. - Братск: ГОУВПО «Братский государственный университет», 2005 г., 123 стр. 2006 г., 120 стр
4. Киселевский О.С. Методика мультифрактального анализа поверхностей по данным атомно-силовой микроскопии. В журнале «БелСЗМ», выпуск 4, Гомель, 2000 г., стр. 31-40
5. ЗАО «Нанотехнология-МТД». Nova. Программное обеспечение для СЗМ. Справочное руководство. - Москва, Август,
6. РМГ 83-2007. Государственная система обеспечения единства измерений. Шкалы измерений. Термины и определения. - Москва: Издательство Стандартов, 2008 г., 17 стр

Новый аппарат оценки согласия эмпирического и теоретических распределений

Басова Е.В., д.т.н. проф. Копылов Л.В., доц. к.т.н. Петухов С.Л.
МГМУ «МАМИ»
mami-ktms@yandex.ru (495)223-05-23

Аннотация. Разработан алгоритм машинной программы для расчета коэффициентов, используемых при расчете размерных цепей с учетом выбранного теоретического закона для аппроксимации, рассматриваемой эмпирической кривой.

Ключевые слова: расчет размерных цепей, аппроксимации эмпирической кривой.

Рассмотрим согласие эмпирического распределения (статистическая функция распределения) и теоретических законов распределения для решения задачи повышения точности прогнозирования надежности заданного точностного показателя. Будем рассматривать только тот участок эмпирической кривой, который, как правило, характеризует количество бракованных деталей, т.е. конец ветви.

Теоретический закон будет приниматься в том случае, если он находится внутри доверительного интервала статистической функции распределения $\bar{F}(x)$, соответствующему коэффициенту доверия g , т.е.

$$\bar{F}(x) - \frac{U_g}{\sqrt{N}} < F(x) < \bar{F}(x) + \frac{U_g}{\sqrt{N}}, \quad (1)$$

где: $F(x)$ - теоретическая функция распределения;

$\bar{F}(x)$ - статистическая функция распределения;

N - размер выборки.

Величину U_g , при достаточно большом числе опытов, можно определить из уравнения