

Автоматизация измерений параметров шероховатости поверхности

Automation of measurement of surface roughness parameters

Бавыкин О.Б.

Канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация», Московский политехнический университет, г. Москва

Bavykin O.B.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, department "Standardization, Metrology and Certification", Moscow Polytechnic University, Moscow

Кривоzubова Е.В.

Магистрант кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация», Московский политехнический университет, г. Москва

Krivozubova E.V.

Master's Degree Student, department "Standardization, Metrology and Certification", Moscow Polytechnic University, Moscow

Аннотация

В статье предложена методика определения геометрических параметров шероховатости поверхности с применением компьютерной программы Gwyddion и планшетного сканера Canon Lide 220. По написанной методике исследованы образцы шероховатости поверхности. Анализ полученных результатов показал низкие значения абсолютной погрешности измерения параметров шероховатости.

Ключевые слова: образцы шероховатости, шероховатость поверхности, сканирующая зондовая микроскопия, Gwyddion, планшетный сканер.

Abstract

The article proposed a method for determining the geometric parameters of surface roughness using the Gwyddion computer program and a Canon Lide 220 flatbed scanner. Using the method, surface roughness samples were investigated. Analysis of the obtained results showed low values of the absolute error of measurement of roughness parameters.

Keywords: roughness samples, surface roughness, scanning probe microscopy, Gwyddion, flatbed scanner.

Известно, что качество поверхности материала – это комплексная характеристика, включающая в себя ряд свойств: усталостная прочность, износоустойчивость, коррозионная стойкость и др.

Качество поверхности оценивают физическими и геометрическими характеристиками. Последние вычисляются при анализе шероховатости поверхности и определены нормативными документами: ГОСТ 2789-73; ISO 4287:1997; ISO 13565-1:1996; ISO 13565-2:1996 и др.

Условно можно разбить все традиционные методы измерения параметров шероховатости на 4 группы:

- визуальный способ;
- бесконтактный способ с применением оптических средств измерительной техники;
- контактный метод;
- метод, в основе которого лежит применение электронных микроскопов.

В работе [1] подробно рассмотрены все перечисленные выше методы и на основе проведенного их анализа сформулированы недостатки каждого метода.

К современным методам изучения топографии поверхности можно отнести сканирующую зондовую микроскопию (СЗМ) [2-3]. Этот метод предоставляет широкие возможности по анализу (в том числе и по фрактальному анализу [4-5]) поверхностного слоя материала в нанометровом диапазоне. Однако, в силу своих особенностей [6], СЗМ малоприменяема для технических измерений и используется в основном в научных исследованиях и в измерениях повышенной точности.

В последнее время активно развивается подход к измерению параметров шероховатости с использованием компьютерных программ. Так, например, авторы работы [7] предлагают для оценки качества поверхности материала использовать планшетный сканер и программное обеспечение для математических вычислений MathCad [8]. Дальнейшим развитием подхода, предложенного в упомянутой выше работе, может быть применение компьютерной программы, предназначенной для математической обработки графических файлов (рис. 1).

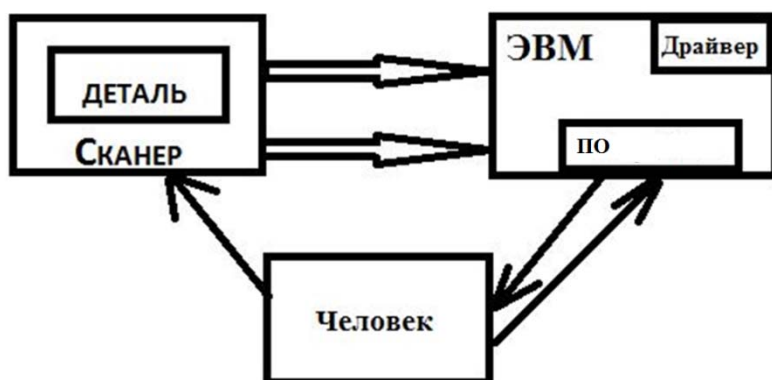


Рис. 1. Схема измерения параметров шероховатости поверхности с применением планшетного сканера и программного обеспечения

В качестве простого и удобного программного обеспечения предлагается использование специализированной компьютерной программы Gwyddion [9]. Данное программное обеспечение распространяется бесплатно и предназначено для работы с СЗМ. При этом стоит отметить, что в программу можно загрузить не только файлы, полученные со сканирующего зондового микроскопа, но и графические файлы популярных форматов: *.bmp, *.tif, *.jpg. Кроме того, программа работает без подключенного к компьютеру СЗМ.

Для реализации предлагаемой схемы (рис. 1) разработана методика измерения параметров шероховатости. Она основана на совместном применении компьютерной программы Gwyddion и планшетного сканера (модель Canon Lide 220).

Методика состоит из следующих этапов:

1. Базирование детали на сканере.
2. Запуск процесса сканирования поверхности детали с последующим сохранением полученного изображения на компьютере.
3. Анализ графических данных в программе Gwyddion.
 - 3.1. Загрузка исследуемого изображения (Файл → Открыть (выбор анализируемого изображения)).
 - 3.2. Внесение в специальном окне программы Gwyddion линейных размеров цифрового изображения (по умолчанию сканер сканирует все поле формата А4).
 - 3.3. Вычисление на компьютере геометрических параметров шероховатости через команду «Рассчитать параметры шероховатости».

По предложенной методике были исследованы образцы шероховатости (рис. 2), изготовленные в соответствии с требованиями документов ГОСТ 9378-93 и ГОСТ 2789-59.

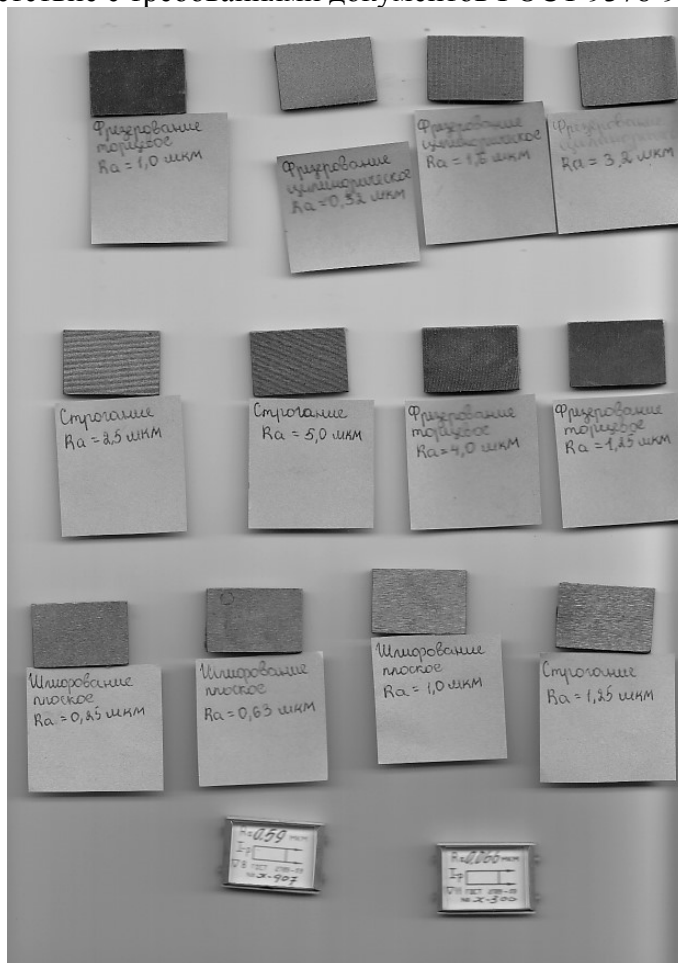


Рис. 2. Скан исследуемых образцов

Табл. 1 содержит результаты измерений параметров шероховатости поверхности образцов.

Таблица 1

Результаты измерений параметров шероховатости поверхности образцов

Метод обработки поверхности образца	Нормируемое значение параметра Ra (мкм)	Вычисленное значение параметра Ra (мкм)	Абсолютная погрешность (Δ)
Фрезерование торцевое	1,25	1,236	0,014
Фрезерование цилиндрическое	0,32	0,334	-0,014
Фрезерование торцевое	1,0	1,100	-0,1
Фрезерование цилиндрическое	1,6	1,587	0,013
Фрезерование торцевое	3,2	3,367	-0,167
Фрезерование цилиндрическое	3,2	3,158	0,042
Шлифование плоское	1,0	1,123	0,123
Шлифование плоское	0,63	0,660	-0,03
Шлифование плоское	0,25	0,249	0,001
Строгание	5,0	5,123	-0,123
Строгание	1,25	1,246	0,004
Строгание	2,5	2,578	-0,078
Образец шероховатости по ГОСТ	0,59	0,161	0,429

Метод обработки поверхности образца	Нормируемое значение параметра Ra (мкм)	Вычисленное значение параметра Ra (мкм)	Абсолютная погрешность (Δ)
2789-59			
Образец шероховатости по ГОСТ 2789-59	0,066	0,182	0,478

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

– для образцов шероховатости, изготовленных в соответствие с требованиями нормативного документа ГОСТ 9378-93, значение абсолютной погрешности [10] варьируется от -0,03 до 0,014 мкм. Данный результат позволяет использовать предлагаемый метод для измерения параметров шероховатости поверхности из различных металлов;

– абсолютная погрешность измерения параметров шероховатости образцов из стекла (по ГОСТ 2789-59) почти на порядок больше по сравнению с аналогичным параметром для образцов из металла. Это объясняется невозможностью сканером получить изображения неровностей на стекле.

Литература

1. *Бавыкин О.Б.* Модернизация микроинтерферометра МИИ-4 [Текст] / О.Б. Бавыкин, О.Ф. Вячеславова // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2013. – Т. 2. – № 2 (16). – С. 290–293.
2. Современные методы исследования поверхности с использованием программы "NOVA". Критерии и цели: учеб. пособие для проведения лабораторно-практических занятий по курсам «Средства и методы управления качеством», «Метрология» для студентов, обучающихся по направлениям 221400.62 и 221700.62 / О.Ф. Вячеславова [и др.]: Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), 2012 - 44 с.
3. *Бавыкин О.Б.* Применение в образовании специализированных компьютерных программ «NOVA» и «MYTESTX» [Текст] / О.Б. Бавыкин // IDO Science. – 2011. – №1. – С. 10–11.
4. *Feder J.* Fractals // N.Y.: Plenum Pub. Corp.- 1988. - P. 310
5. *Бавыкин О.Б.* Исследование точности фрактальной обработки данных в компьютерной программе Fractan [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2 (45). URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_108_bavykin.pdf_99b786585e.pdf
6. *Потапов А.А.* Параметрическая методика определения наличия фрактальных свойств у электрохимически обработанных поверхностей [Текст] / А.А.Потапов, О.Ф.Вячеславова, О.Б. Бавыкин // Нелинейный мир. – 2014. – Т. 12. – № 3. – С. 3–12.
7. *Яковлев А.В.* Оценка результатов в системе автоматизированного анализа шероховатости поверхности [Текст] / А.В. Яковлев, А.Н. Миловзоров // Межвузовский сборник научных трудов МИ ВлГУ. – 2001. – №5. – С. 42–44.
8. *Орешин Г.Ю.* Решение задачи строительной механики по расчету трехшарнирной, вертикально нагруженной арки параболического абриса в вычислительной среде Mathcad [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_164_oreshin_N.pdf_086e9b174d.pdf
9. Gwyddion – Free SPM (AFM, SNOM/NSOM, STM, MFM) data analysis software [Электронный ресурс] // URL: gwyddion.net
10. *Placko. D.*, 2006. Metrology in Industry. The Key for Quality French College of Metrology, pp: 38-39.