

## КОМПЛЕКСНЫЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

**Е.М. КУЗНЕЦОВА, В.Е. ОВСЯННИКОВ, Д.В. КУЗНЕЦОВ**  
**ФГБОУ ВО Курганский государственный университет,**  
**г. Курган, Российская Федерация**

*В статье рассматриваются вопросы контроля и измерения шероховатости поверхности. Проводится анализ технических возможностей, требований к квалификации персонала, простоте реализации метода. Также проведен комплексный технико-экономический анализ методов с целью выявления наиболее пригодного для решения задачи автоматического обеспечения шероховатости.*

Шероховатость поверхности является нормированным показателем и присутствует во всех видах технологической и конструкторской документации. Соответственно, решение задачи обеспечения качества продукции и требуемых потребительских свойств, в числе прочего, зависит от обеспечения ее параметров [1]. Причем, следует отметить тенденцию непрерывного повышения требований к шероховатости поверхности. Это в свою очередь требует применения соответствующих инструментов ее измерения и контроля.

Методы измерения и оценки шероховатости можно разделить на прямые и косвенные [2]. Основная характеристика прямых методов измерения шероховатости поверхности приведена в таблице 1.

Таблица 1. – Сравнительная характеристика прямых методов измерения и оценки шероховатости поверхности

Наименование метода	Диапазон измеряемых высотных значений, мкм	Возможность вывода результатов на ЭВМ	Сложность метода
Бесконтактные методы			
Сравнительный метод с использованием образцов	$Ra > 1.25$ мкм, $Rz > 10$ мкм	Отсутствует	Низкая
Метод светового сечения	$Ra = 0.8 \dots 62.5$ мкм	Отсутствует	Низкая
Интерференционный метод	$Ra > 0.1$ мкм	Отсутствует	Средняя
Лазерная эллипсометрия	$Ra = 0.003 \dots 0.06$ мкм	Имеется	Высокая
Растровая электронная микроскопия	$Ra > 0.001$ мкм	Имеется	Очень высокая
Контактные методы			
Профилографы (профилометры)	$Ra = 0.08 \dots 63$ мкм	Имеется	Средняя
Атомно-силовая микроскопия	$Ra > 0.0001$ мкм	Имеется	Очень высокая

Как видно из таблицы 1 прямые методы имеют разную сложность и точность. Однако в общем можно отметить, что все они не применяются в задачах автоматического обеспечения шероховатости поверхности. Хотя попытки такого использования были [3], однако промышленного применения данные решения не получили.

Поэтому целесообразно рассмотреть косвенные методы оценки шероховатости поверхности. Данные методы основаны на том, что при настройке станка на получение заданных размеров и качества обработки выставляются такие параметры технологических режимов, которые обеспечивают требуемые выходные параметры автоматически. Однако главным фактором, влияющим на появление брака здесь, является износ инструмента, поэтому целесообразно рассмотреть методы оценки износа инструмента, которые можно использовать для косвенной оценки шероховатости поверхности. Характеристика данных методов приведена в таблице 2.

Таблица 2. – Сравнительная характеристика косвенных методов

Метод	Инвариантность к условиям обработки	Быстродействие алгоритмов	Точность измерений	Надежность и достоверность	Простота технической реализации
Измерение температуры (A1)	Средняя	Низкое	Средняя	Средняя	Средняя
Измерение электрической проводимости (A2)	Низкая	Среднее	Средняя	Низкая	Низкая
Измерение силы (A3)	Высокая	Низкое	Средняя	Низкая	Средняя
Измерение крутящего момента (A4)	Высокая	Низкое	Средняя	Низкая	Средняя
Измерение мощности (A5)	Высокая	Низкое	Средняя	Низкая	Средняя
Виброакустические измерения (A6)	Средняя	Высокое	Высокая	Высокая	Высокая

Комплексный анализ проводился на основе определения коэффициентов сравнения, которые вычислялись по методу анализа иерархий. Результат оценки представлен на рисунке 1.

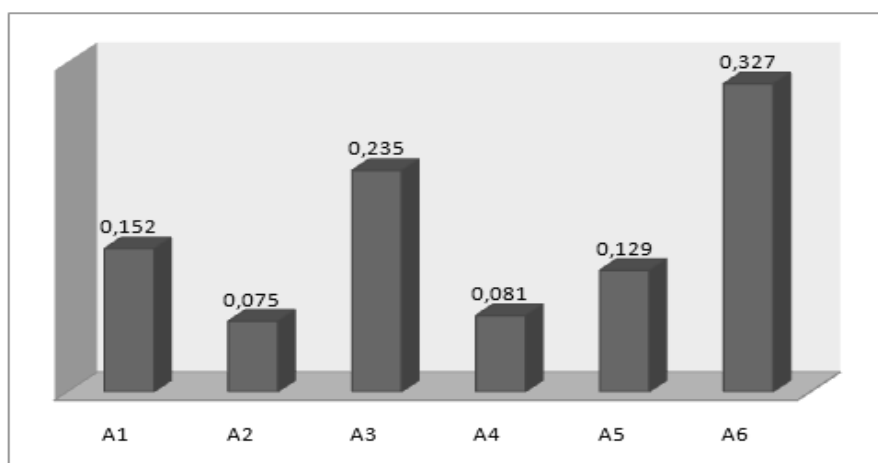


Рисунок 1. – Результат оценки

Таким образом, в результате анализа установлено, что наилучшим сочетанием критериев обладает метод, основанный на виброакустике.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методы исследования и контроля шероховатости поверхности металлов и сплавов / Ю. Ф. Назаров, А. М. Шкилько, В. В. Тихоненко, И. В. Компанец // ФП ФИП PSE. – 2007. – Т. 5. – № 3–4. – Vol. 5. – No. 3–4.
2. Анализ современных методов исследования шероховатости поверхности деталей / А. В. Макеев, В. С. Айрапетян // Вестник СГГА. – 2014. – №4 (28). – 80-86.
3. Пат. РФ на полезную модель № 2009149563/22(073206) МПК В23Q15/007 (2006.01) Самообучающаяся технологическая система обеспечения заданных параметров качества поверхностного слоя / А.Г. Суслов, Д.И. Петрешин.