

УДК 621.923

# ПРИМЕНЕНИЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ К ИССЛЕДОВАНИЮ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

*Азарова Н.В., Маленко А.Н.*

*Донецкий национальный технический университет*

*Досліджено вплив способу правки алмазного шліфувального круга на характеристики його робочої поверхні за допомогою методів математичної статистики.*

В условиях рыночных отношений повышение производительности и снижение себестоимости конкурентоспособной продукции является одной из основных задач промышленного производства. Повышение производительности обработки шлифованием может быть достигнуто обеспечением необходимой режущей способности круга, а также уменьшением сил резания за счет применения прогрессивных методов правки. Режущая способность круга и силы резания определяются характеристиками рабочей поверхности круга (РПК). Характеристики РПК зависят от способа формирования рабочей поверхности круга, в частности от способа правки [1].

Целью работы является исследование влияния способа правки алмазного шлифовального круга на характеристики его рабочей поверхности с применением методов математической статистики.

Исследование РПК проводили на измерительном комплексе, включающем устройство для закрепления шлифовального круга с узлом его вращения, комплект приборов профилометра-профилографа «Калибр» модели 201 (устройство для профилографирования и блок усиления), компьютер, снабженный преобразователем аналогового сигнала в дискретный, и дисплей (рис. 1).

Комплекс позволяет регистрировать рельеф рабочей поверхности кругов на металлической связке с выделением рельефа зерен и связки [2].

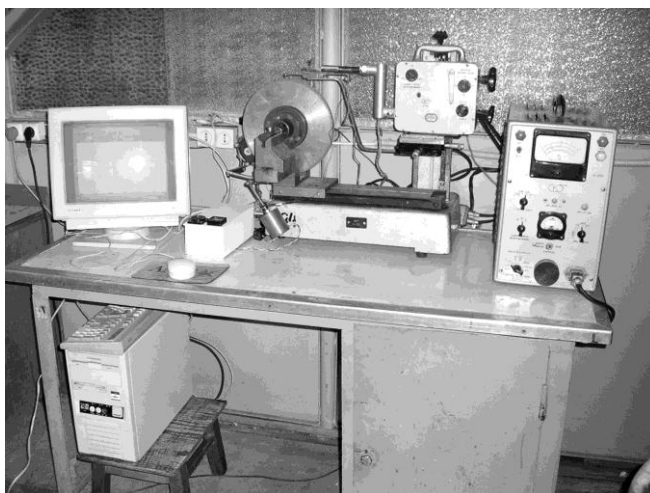


Рис. 1. Общий вид комплекса для регистрации рельефа режущей поверхности алмазных кругов на металлической связке.

На дисплее компьютера отображается рельеф алмазного зерна и металлической связки соответствующим цветом (рис. 2). Таким образом, профилограмма содержит информацию о параметрах РПК.

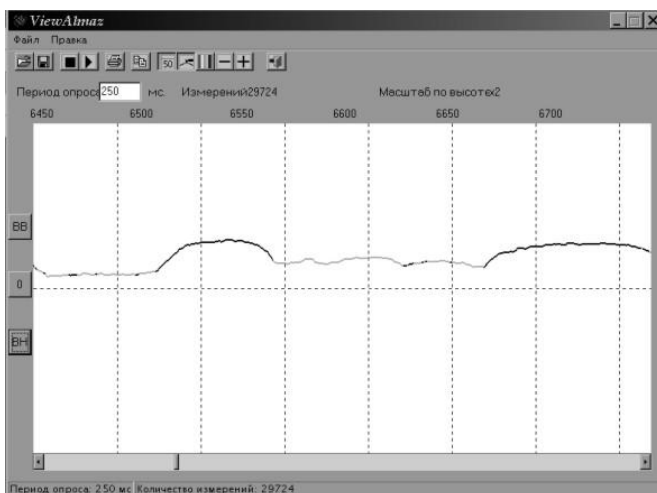


Рис. 2. Окно программы для регистрации параметров РПК с фрагментом профилограммы: **—** – рельеф алмазных зерен; **—** – рельеф связки.

Исследовали рабочую поверхность круга, сформированную различными способами правки: электроэрозионной правкой и правкой шлифованием абразивным кругом [3].

Оценивали стационарность следующих параметров: разноразности зерен относительно наиболее выступающего зерна и выступания зерен из связки на рабочей поверхности круга.

Под разноразностью зерен понимали все многообразие положений вершин зерен относительно наиболее выступающего зерна (рис. 3, а). Выступление зерен из связки оценивали расстоянием от связки, предшествующей зерну, до его вершины (рис. 3, б).

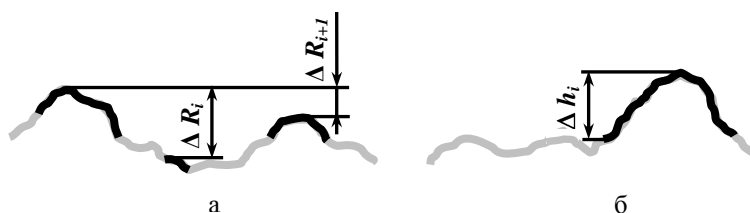


Рис. 3. Определение параметров рабочей поверхности круга:  
а – разноразности зерен; б – выступания зерен над связкой.

Оценка стационарности рельефа производилась по результатам профилографирования рабочей поверхности шлифовального круга 1А1 250×76×15×5 с характеристиками АС6 160/125-4-М2-01 в состоянии поставки (правка шлифованием абразивным кругом в заводских условиях) и после электроэрозионной правки [4]. Выборки параметров формировались по трем профилограммам рабочей поверхности в направлении, перпендикулярном оси круга, со смещением трасс профилографирования вдоль оси круга.

Предварительный анализ гистограмм показал, что выборочные распределения исследуемых параметров не подчиняются нормальному закону. Поскольку классические методы математической статистики чувствительны к отклонениям распределения от нормального, проверку принадлежности выборок единой генеральной совокупности проводили на основе непараметрических методов, в которых относительно

функции распределения исследуемых данных не делается никаких предположений [5].

Для проверки гипотезы однородности выборок применяли критерий  $\chi^2$  [6].

Сущность методики состоит в следующем. Для каждой выборки  $x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn_j}$  ( $j=1, 2, \dots, l$ ) проводят группировку по системе из  $r$  интервалов одинаковой длины.

Статистика  $\chi^2$  имеет вид

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^l \left( n_{ij} - \frac{n_i n_j}{N} \right)^2 / \frac{n_i n_j}{N},$$

где  $n_{ij}$  – число данных из  $j$ -ой выборки, попавших в  $i$ -ый интервал;

$n_i$  – общее число данных, попавших в  $i$ -ый интервал;

$N$  – общее число данных.

Сравниваемые выборки считаются однородными, если  $\chi^2 < \chi_p^2$ ,

где  $\chi_p^2$  – квантиль  $\chi^2$ -распределения с  $f = (r-1)(l-1)$  степенями свободы.

Данные сравнения параметров РПК, сформированных различными способами правки, приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, исследуемые параметры рабочей поверхности круга, сформированные электроэрозионной правкой, с вероятностью 0,95 принадлежат одной генеральной совокупности и не зависят от места профилографирования. Статистические характеристики выборок значений разновысотности зерен и выступления зерен из связки на рабочей поверхности круга, сформированной в процессе электроэрозионной правки, найденные по результатам обработки профилограмм по трем различным трассам, отличаются незначимо. Средняя разновысотность и средняя высота выступления зерен из связки с достаточной полнотой характеризуют всю генеральную совокупность. На рельефе, сформированном в процессе правки шлифованием абразивным кругом, принадлежность одной генеральной совокупности

выборок разновысотности зерен и выступания зерен из связки на уровне значимости 0,05 не подтверждается.

Таблица 1.

Сравнение параметров рабочей поверхности, сформированной правкой шлифованием абразивным кругом и электроэрозионной правкой

Способ правки	Трасса	Количество зерен в выборке	Разновысотность зерен, мкм			Выступание зерен над связкой, мкм		
			$\overline{\Delta R}_i$	$\chi^2_{набл.}$	$\chi^2_{0,95}$	$\overline{\Delta h}_i$	$\chi^2_{набл.}$	$\chi^2_{0,95}$
Шлифование абразивным кругом	1	52	22,5	101,45	28,87	1,84	28,94	23,68
	2	100	49,5			1,61		
	3	50	46,5			1,73		
Электроэрозионный	1	47	39	23,58	28,87	2,07	14,42	23,68
	2	61	48			1,50		
	3	79	52			3,68		

Числовые характеристики распределений разновысотности зерен на РПК, сформированные электроэрозионной правкой и правкой шлифованием абразивным кругом, различны. Так, средняя разновысотность, сформированная электроэрозионной правкой, превышает среднюю разновысотность, сформированную правкой шлифованием абразивным кругом, в 1,2 раза. При этом средняя высота выступания зерен из связки после правки электроэрозионным способом в 1,4 раза превышает аналогичный параметр после правки шлифованием абразивным кругом. Таким образом, электроэрозионная правка обеспечи-

вает более высокую режущую способность круга и уменьшает возможность контактирования связки с обработанной поверхностью в процессе шлифования.

Таким образом, способ правки круга оказывает существенное влияние на характеристики рабочей поверхности. С позиции стационарности рельефа, обеспечивающей большую точность при теоретическом описании РПК, а, следовательно, и увеличение точности прогнозирования выходных технологических показателей шлифования, при подготовке алмазного круга на металлической связке предпочтение необходимо отдать электроэрозионной правке.

### *Литература*

1. Матюха П.Г. Високопродуктивне шліфування ванадієвих штампових та інструментальних сталей / П.Г. Матюха. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2008. – 222 с.

2. Пат. 75483 С2 Україна, МПК G01D 7/00. Пристрій для рестрації рельєфу поверхні абразивних інструментів на металевій зв'язці / П.Г. Матюха, С.В. Константинов, В.П. Цокур, Н.В. Азарова, В.В. Полтавець, О.В. Литвиненко; заявник і патентовласник Донецький національний технічний університет. – № 20040604600; заявл. 14.06.2004; опубл. 17.04.2006, Бюл. № 4.

3. Азарова Н.В. Автоматизация сбора информации о параметрах рабочей поверхности алмазного круга / Н.В. Азарова, С.В. Константинов, П.Г. Матюха // Навчання математики в сучасних умовах: матеріали 2-ої міжнар. наук.-метод. конф., 23-25 трав. 2007 р., Донецьк. – Донецьк: РВВ ДонНТУ, 2007. – С. 99-100.

4. Азарова Н.В. Влияние способа правки алмазного круга на характеристики его рабочей поверхности / Н.В. Азарова, П.Г. Матюха // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Машинобудування і машинознавство. – Донецьк: ДонНТУ. – 2007. – Вип. 4. – С. 16-20.

5. Турчин В.М. Математична статистика / В.М. Турчин. – К.: Академія, 1999. – 240 с.

6. Грановский В.А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях / В.А. Грановский, Т.Н. Сирая. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 288 с.