



ШИРОКОВ
Алексей Владимирович
старший преподаватель



ОСИПОВ
Александр Петрович
кандидат технических
наук, доцент
зав. кафедрой «Технология
машиностроения»



МАНСУРОВ
Руслан Николаевич
студент
(филиал ГОУ ВПО
«Самарский
государственный
технический университет»)

Исследование топограмм шлифовальных кругов различных характеристик

А.В. Широков, А.П. Осипов, Р.Н. Мансуров

Приведено описание экспериментальной установки для получения топограмм рабочих поверхностей шлифовальных кругов методом профилографирования. Представлены результаты анализа топограмм. Исследовано влияние режимов правки на состояние рабочей поверхности шлифовального круга.

Ключевые слова: шлифование, шлифовальный круг, топография круга.

The experimental assembly for making the wheel topography with a stylus method was described. The results of analysis of the wheel topography were showed. The influence of dressing parameters on the wheel topography characteristics was investigated.

Keywords: grinding, grinding wheel, wheel topography.

Финишными операциями технологических процессов изготовления деталей зачастую являются операции шлифования, полирования, доводки абразивными инструментами (АИ). Согласно А.К. Байкалову [1] качество обработанной поверхности, а также производительность, износ и стойкость АИ зависит от свойств его рабочей поверхности (РП), поскольку именно она контактирует с обрабатываемым материалом. В связи с этим вопросам моделирования РП уделяется большое внимание при изучении процессов абразивно-алмазной обработки [1–5, 9, 10].

Существует достаточно много методов исследования РП АИ. Классификация этих методов дана в работах [6, 9]. Наибольшее распространение получил метод профилографирования. Его существенным недостатком является прямолинейное перемещение иглы, которая движется при записи не по вершине зерен, а по их боковым сторонам. Кроме того, логично предположить на РП наличие впадин, куда не может проникнуть алмазная игла профилометра.

Для того чтобы учесть случайность записи и определить истинный рельеф РП применяют два способа: производят запись с помощью параллельных сечений или записывают достаточно длинные профилограммы и определяют статистические характеристики РП [10, 11].

Согласно работам [6, 9] методы исследования топографии определенных участков поверхности инструмента пока разработаны слабо и являются весьма трудоемкими. В ходе проведенных авторами статьи исследований не было найдено работ, посвященных получению топографии методом многократного профилографирования поверхности.

На наш взгляд, топография поверхности позволит более точно оценить рельеф РП различных шлифовальных кругов (ШК).

Цель работы: оценка влияния характеристики ШК и режимов его правки на статистические характеристики топографии РП, полученной методом ее многократного профилографирования. В рамках работы были решены следующие задачи:

- 1) спроектирована и собрана экспериментальная установка по получению топограмм;
- 2) разработан план экспериментов по профилографированию шлифовальных кругов;
- 3) проведены эксперименты согласно разработанному плану;
- 4) обработаны полученные экспериментальные данные;

- 5) определен закон распределения вершин неровностей рабочих поверхностей шлифовальных кругов по глубине;

- 6) получена оценка распределения материала неровностей шлифовальных кругов по глубине рабочей поверхности с помощью кривых относительных опорных площадей;

- 7) сделаны выводы по проделанной работе.

Для топографирования участка РП ШК использовался метод профилографирования, которое производилось с помощью профилометра-профилографа модели 170623 и специального приспособления (рис. 1).

На столе-стойке 1 профилометра-профилографа устанавливались призмы 2. На призмы устанавливался вал 3 с ШК 4. Вал с помощью резьбы соединялся с рычагом 6. Конец рычага опирался на торец ходового винта 8 микрометра 7, закрепляемого в штативе 9.

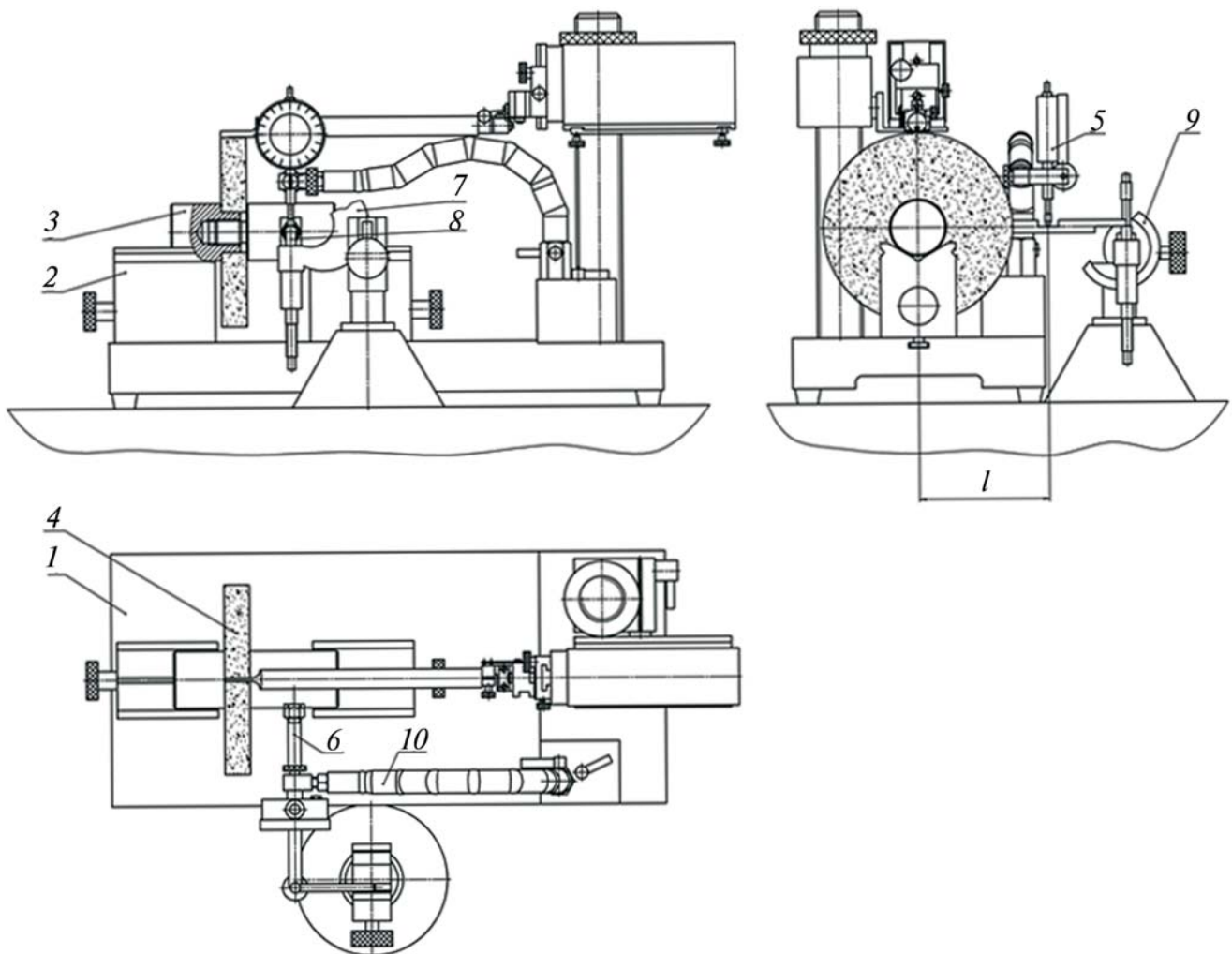


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для профилографирования ШК

На расстоянии L от оси вала на рычаг опиралась индикаторная головка 5, закрепляемая с помощью гибкой стойки 10.

С помощью профилометра-профилографа осуществлялось «ощупывание» РП ШК в осевом направлении. Далее ШК поворачивался на малый угол и цикл повторялся. Угол поворота выбирали таким образом, чтобы через абразивное зерно среднего диаметра d_{cp} проходило 4–5 профилей.

В результате многократного осуществления цикла получали ряд профилограмм (не менее 20), по которым строили модель участка РП (топограмму).

Правка ШК осуществлялась алмазным карандашом с алмазами, расположенными слоями (карандаш 3908—0083 ГОСТ 607—80). Режимы выбирались в соответствии с рекомендациями.

Профилометр-профилограф модели 170623 оснащен информационно-вычислительным блоком: компьютером со специальным программным обеспечением. Программное обеспечение позволяет экспортировать координаты точек снятых профилей в другие приложения (программы). Построение и анализ моделей участков РП ШК производилось в математическом пакете MathCAD. В ходе анализа моделей оценивались распределение вершин неровностей РП по глубине и относительная опорная площадь на различных уровнях. Примеры топограмм РП ШК представлены на рис. 2.

В соответствии с работой [10] в качестве закона распределения вершин неровностей РП ШК был принят закон β -распределения:

$$f_1(x) = \begin{cases} \frac{1}{\mu_1 - \mu_0} \frac{\Gamma(\gamma + \eta)}{\Gamma(\gamma)\Gamma(\eta)} \left(\frac{x - \mu_0}{\mu_1 - \mu_0}\right)^{\gamma-1} \times \\ \times \left(1 - \frac{x - \mu_0}{\mu_1 - \mu_0}\right)^{\eta-1}, & \mu_0 \leq x \leq \mu_1; \\ 0 & \text{— в остальных случаях,} \end{cases}$$

где μ_0 и μ_1 — пределы изменения случайной величины x . Для определения коэффициентов аппроксимации γ и η был использован метод,

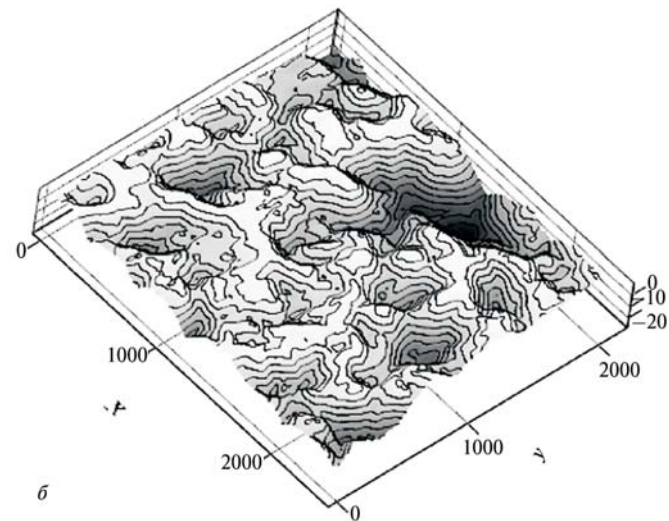
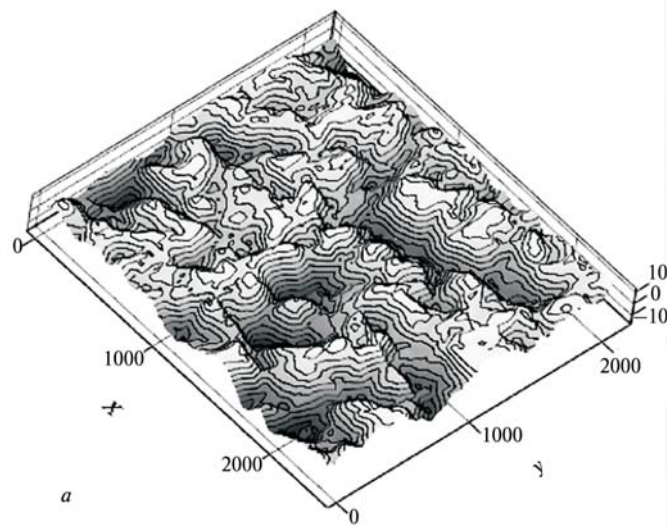


Рис. 2. Топограмма РП ШК ПП 125×16×32 25А 25-Н СМ2 7 К (WA F60 L 7 V):

a — тонкая правка; *б* — грубая правка

приведенный в [10]. Некоторые кривые плотности распределения представлены на рис. 3, *a—г*.

В результате анализа моделей различных РП были построены зависимости относительной опорной площади $t_s(\varepsilon)$, где ε — относительное расстояние между поверхностью выступов и секущей поверхностью. Параметр ε определяется по следующей формуле:

$$\varepsilon = \frac{p}{h_{\max}},$$

где h_{\max} — расстояние между поверхностью выступов и поверхностью впадин. В ходе анализа

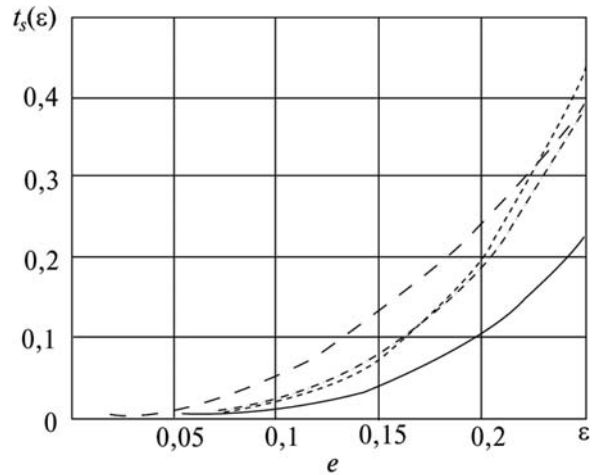
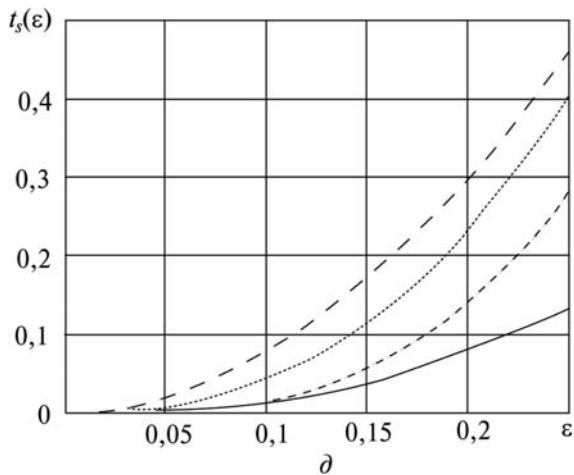
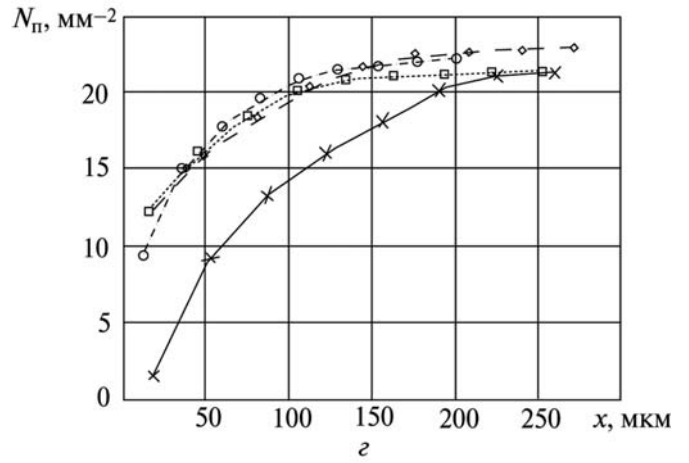
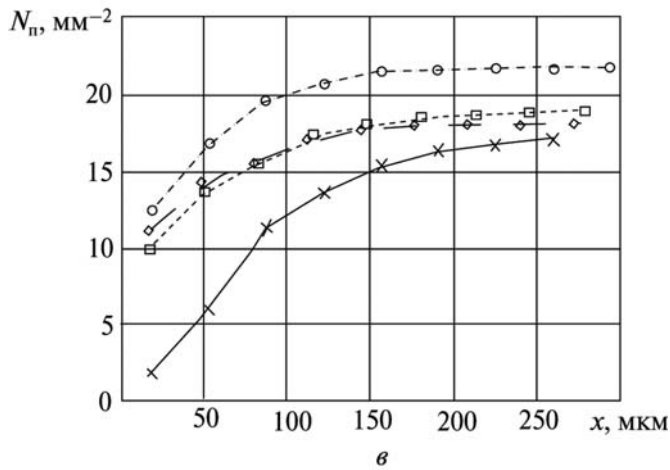
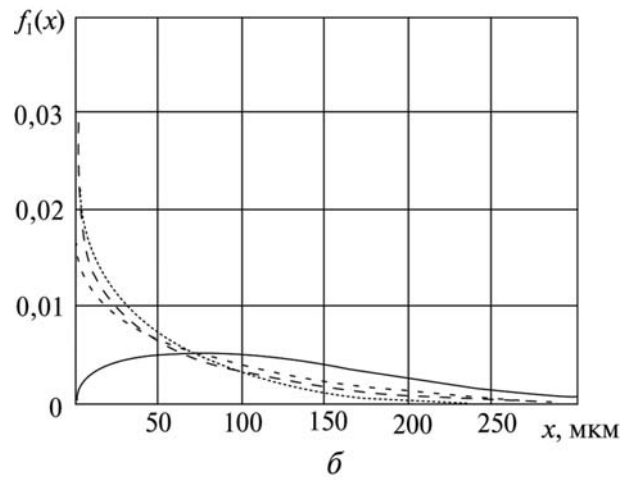
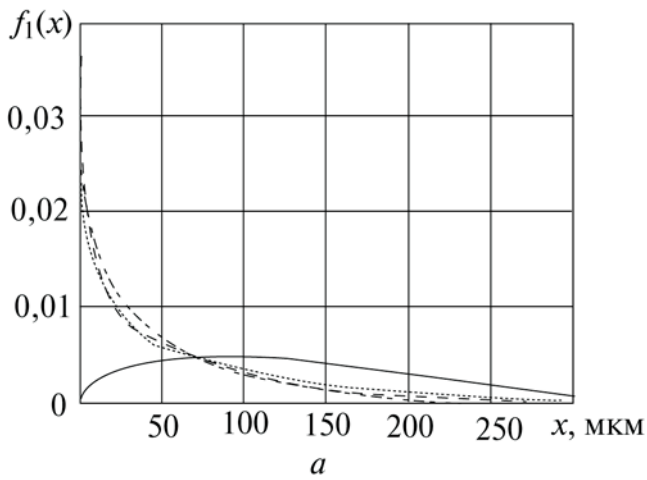


Рис. 3. Характеристики РП некоторых кругов:

$a, в, д$ — ШК 1 125×16×32 25A 25-Н СМ2 7 К (WA F60 L 7 V); $б, з, е$ — ПП 125×20×32 64С 25-Н СМ1 7 К (GC F60 К 7 V);
 $a, б$ — плотность распределения вершин неровностей РП ШК; $в, з$ — количество вершин неровностей на 1 мм² РП на различной глубине; $д, е$ — кривые относительных опорных площадей (новый ШК); — тонкая правка;
 - - - - - — грубая правка; - ... - ... — 3 мин. шлифования)

Статистические характеристики РП некоторых кругов

ШК	Состояние РП	h_{\max} , мкм	Число вершин на 1 мм ² РП	γ	η	b_S	ν_S
25А 25-Н СМ2 7 К (WA F60 L 7 V)	Новый ШК	379	17—21	1,59	3,13	4,14	2,46
	Тонкая правка	379		0,68	3,01	12,5	2,47
	Грубая правка	376		0,63	3,67	6,34	1,89
	Шлифование	334		0,79	4,66	22,46	3,15
64С 25-Н СМ1 7 К (GC F60 K 7 V)	Новый ШК	362	21—23	1,47	3,06	23,3	3,35
	Тонкая правка	293		0,81	4,08	55,47	3,49
	Грубая правка	302		0,7	2,98	7,23	2,11
	Шлифование	334		0,86	3,22	31,21	3,15

топограммы РП ШК начальная часть кривой относительной опорной площади (до уровня $\epsilon = 0,25$) аппроксимировалась степенной функцией

$$t_S = b_S \epsilon^{\nu_S},$$

где b_S и ν_S — параметры аппроксимации. Их можно определить различными методами [6]. Начальные участки некоторых кривых относительных опорных площадей представлены на рис. 3, *д*, *е*.

Статистические параметры рабочих поверхностей ряда исследованных кругов представлены в таблице.

По результатам проведенных экспериментальных исследований топограмм РП ШК различных характеристик можно сделать следующие выводы:

1) получены параметры распределения вершин неровностей по глубине РП различных ШК и параметры кривых относительных опорных площадей;

2) режимы правки кругов слабо влияют на распределение вершин неровностей по глубине РП (рис. 3, *а*, *б*) и их количество (рис. 3, *в*, *г*);

3) режимы правки кругов влияют на форму вершин неровностей РП (см. рис. 2). Это отражается на форме кривых относительных опорных площадей $t_S(\epsilon)$ (рис. 3, *д*, *е*). Таким образом, при моделировании РП ШК необходимо

задать износ каждой РК в зависимости от ее положения по глубине и режимов правки.

Литература

1. Байкалов А.К. Введение в теорию шлифования материалов / Киев: Наукова думка, 1978. 207 с.
2. Бишутин С.Г. Обеспечение требуемой совокупности параметров качества поверхностных слоев деталей при шлифовании. М.: Машиностроение-1, 2004. 144 с.
3. Ипполитов Г.М. Абразивно-алмазная обработка. М.: Машиностроение, 1969. 334 с.
4. Королев А.В., Новоселов Ю.К. Теоретико-вероятностные основы абразивной обработки. Ч.1. Состояние рабочей поверхности инструмента. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, 1987. 160 с.
5. Новоселов Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке. Саратов: изд-во Саратов. ун-та, 1978. 220 с.
6. Попов С.А., Малевский Н.П., Терещенко Л.М. Алмазно-абразивная обработка металлов и твердых сплавов. М.: Машиностроение, 1977. 263 с.
7. Романов В.Ф., Авакян В.В. Технология алмазной правки шлифовальных кругов. М.: Машиностроение, 1980. 118 с.
8. Степанов Ю.С., Шадрин И.Ф., Поляков А.И. Имитационное моделирование процесса внутреннего шлифования сборным комбинированным инструментом. Справочник. Инженерный журнал. 2007. № 6. С. 33—35.
9. Степанов Ю.С., Белкин Е.А., Барсуков Г.В. Моделирование микрорельефа абразивного инструмента и поверхности детали. М.: Машиностроение-1, 2004. 215 с.
10. Филимонов Л. Н., Белкин Е.А., Барсуков Г.В. Высокоскоростное шлифование. Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1979. 248 с.
11. Филин А.Н., Носов Н.В., Рахчеев В.П. Шлифование фасонных поверхностей деталей машин. Самара: СамГТУ, 1994. 57 с.

Статья поступила в редакцию 30.09.2011