

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ШЛИФОВАНИЯ БОЧКООБРАЗНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РОЛИКОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ИХ ШЕРОХОВАТОСТЬ ПО ПАРАМЕТРУ $Ra$ В ПРЕДЕЛАХ 0,16–0,32 мкм

Канд. техн. наук КРИВКО Г. П., асп. ЧЕРЕЙ Д. А.

Белорусский национальный технический университет

Обработка бочкообразных поверхностей роликов осуществляется на специальном дорогостоящем оборудовании, которое практически не изготавливается для обработки деталей подшипников в Республике Беларусь.

Такое оборудование выпускают ряд машиностроительных заводов стран СНГ, а также много иностранных фирм: «Лядинс», «Томпсон», «Цинтинатти» (США), «Супфина» (ФРГ), «Джустина» (Италия), «НСК» (Япония), «СКФ» (Швеция) и др. Стоимость единицы такого оборудования превышает 500 тыс. дол.

От схемы обработки [1, 2] бочкообразных поверхностей роликов, используемого абразивного и алмазного инструментов зависят качество обработанной поверхности и себестоимость операции. Существует определенная проблема обеспечения шероховатости поверхности в пределах  $Ra = 0,16–0,32$  мкм методом шлифования из-за дороговизны абразивного и алмазного инструментов.

При проведении опытов была принята классическая методика планирования эксперимента с использованием станка SWAATM-63A, который позволяет производить независимое варьирование подач инструмента, времени выхаживания поверхности, числа оборотов ведущего круга и времени правки круга. С целью анализа результатов эксперимента в производственных условиях ставилась задача получить степенные

зависимости шероховатости поверхности от указанных выше факторов.

Для проведения эксперимента использовались бочкообразные ролики, образующая которых обрабатывалась кругами ПП 500×35×203 63 С10СТВ ГОСТ 2424–83.

Определялась зависимость шероховатости  $Ra$ , машинного времени  $T_{\text{маш}}$ , стойкости круга  $C_m$  от времени выхаживания  $t_{\text{вых}}$ , величины врезной подачи  $S_{\text{вр}}$ , частоты вращения ведущего круга  $n_{\text{в.кр}}$ .

В табл. 1 представлены уровни варьирования независимых переменных  $t_{\text{вых}}$ ,  $S_{\text{вр}}$ ,  $n_{\text{в.кр}}$  и их кодовые обозначения, а в табл. 2 – матрица планирования эксперимента.

После производственных расчетов согласно данным матрицы планирования эксперимента были получены искомые зависимости  $Ra$ ,  $T_{\text{маш}}$ ,  $C_m$  от режимных факторов

$$Ra = \frac{0,185S_{\text{вр}}^{0,04}n_{\text{в.кр}}^{0,09}}{t_{\text{вых}}^{0,18}}; \quad (1)$$

Таблица 1

**Уровни варьирования независимых перемещений**

Уровень	$t_{\text{вых}}$ , с	$S_{\text{вр}}$ , мм/мин	$n_{\text{в.кр}}$ , об/мин	Кодовое обозначение		
				$x_1$	$x_2$	$x_3$
Нижний	3	1,5	36	-1	-1	-1
Основной	6	3	71	0	0	0
Верхний	12	6	140	1	1	1

Таблица 2

**Матрица планирования эксперимента**

№ опыта	$t_{\text{вых}}$ , с	$S_{\text{вр}}$ , мм/мин	$n_{\text{в.кр}}$ , об/мин	Уровень независимых переменных			$Ra$ , мкм	$\ln Ra$	$T_{\text{маш}}$ , с	$\ln T_{\text{маш}}$	$C_m$ , шт	$\ln C_m$
				$X_1$	$X_2$	$X_3$						
1	12	1,5	36	+1	-1	-1	0,2	-1,609	19,4	2,965	70	4,2485
2	3	6	36	-1	+1	-1	0,27	-1,309	7,1	1,960	53	3,9703
3	3	1,5	140	-1	-1	+1	0,29	-1,238	10,4	2,342	302	5,7104
4	12	6	140	+1	+1	+1	0,24	-1,427	16,1	2,7788	275	5,6167
5	6	3	71	0	0	0	0,16	-1,833	11,2	2,4159	140	4,9916
6	6	3	71	0	0	0	0,21	-1,561	11,2	2,4159	160	5,0757

$$T_{\text{маш}} = \frac{7,6t^{0,52}}{S^{0,2}n^{0,07}}; \quad (2)$$

$$C_m = \frac{t^{0,07}n^{1,14}}{2,117S^{0,13}}. \quad (3)$$

Оценка доверительных интервалов полученных зависимостей (1)–(3) была произведена с использованием *t*-распределения Стьюдента.

Выполненные расчеты параметров *Ra*, *T*<sub>маш</sub>, *C*<sub>м</sub> по формулам (1)–(3) показали совпадения данных параметров с параметрами, полученными экспериментальным путем. Это подтверждает адекватность математических моделей (1)–(3) результатам эксперимента. Графически зависимости *Ra*, *T*<sub>маш</sub>, *C*<sub>м</sub> от величины выхаживания поверхности, врезной подачи рабочего круга, числа оборотов ведущего круга, представлены на рис. 1–3.

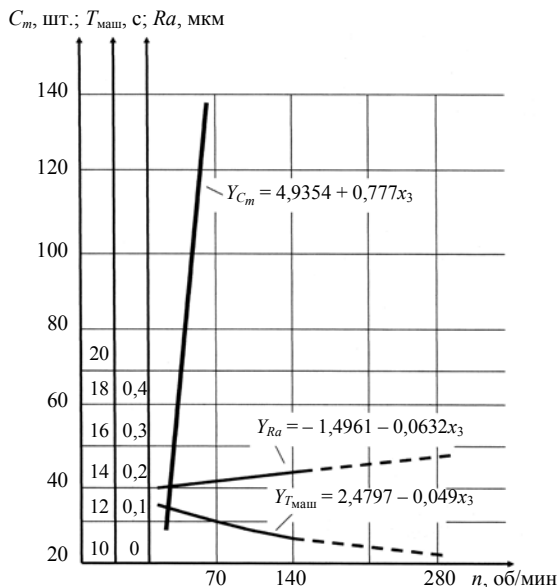


Рис. 1. Зависимость стойкости шлифовального круга, машинного времени и шероховатости от скорости ведущего круга

Анализ результатов расчета и экспериментальных данных показал, что наибольшее влияние на величину шероховатости оказывает время выхаживания поверхности, а оптимальная величина находится в пределах 8–10 с. Снижение числа оборотов ведущего круга уменьшает шероховатость поверхности, но при этом снижается стойкость шлифовального круга по количеству обрабатываемых деталей между правками круга. Влияние рекомендуемой врезной подачи шлифовального круга в диапазоне от 1 до 3 мм/мин незначительно на

шероховатость поверхности по сравнению со временем выхаживания поверхности.

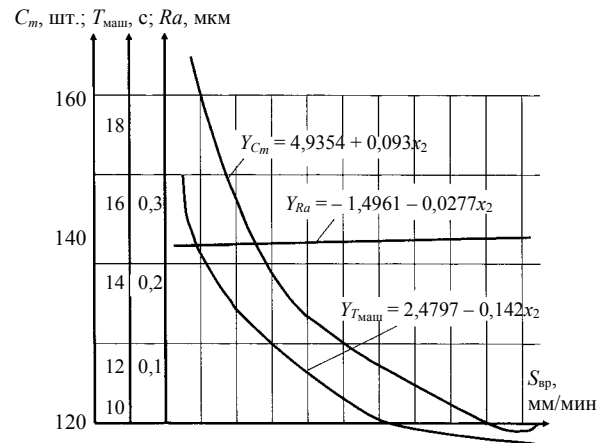


Рис. 2. Зависимость стойкости шлифовального круга, машинного времени и шероховатости от величины подачи

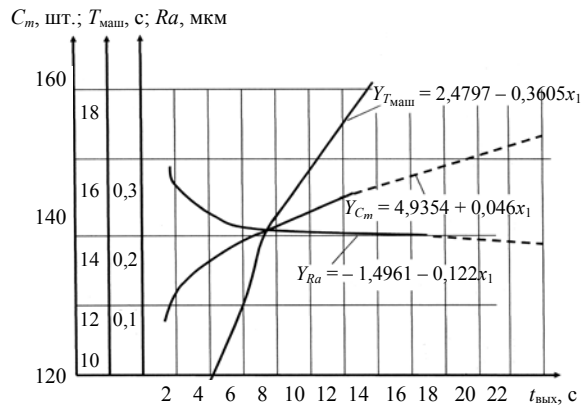


Рис. 3. Зависимость стойкости шлифовального круга, машинного времени и шероховатости от времени выхаживания

### ВЫВОД

Для обеспечения шероховатости бочкообразной поверхности роликов в пределах *Ra* = 0,16–0,32 мкм при *T*<sub>маш</sub> = 13 с и стойкости шлифовального круга 90 шт. обрабатываемых деталей между правками рекомендуются следующие режимы обработки: *t*<sub>вых</sub> = 10 с; *S*<sub>вр</sub> = 3 мм/мин; *n*<sub>в.кр</sub> = 71 мин<sup>-1</sup>.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кривко, Г. П. Основы совершенствования способов и технологических процессов механической обработки деталей подшипников / Г. П. Кривко. – Минск: УП «Технопринт», 2001. – 220 с.
2. Ящерицын, П. И. Новое в технологии шлифования сферических поверхностей / П. И. Ящерицын, Г. П. Кривко, М. Л. Еременко. – Минск: Вышэйш. шк., 1982. – 144 с.

Поступила 30.03.2006