

Кубышкин Александр Борисович

**ПУТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2010/11-2/28.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2010. № 11 (42): в 2-х ч. Ч. II. С. 89-91. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2010/11-2/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 621.9.015

*Александр Борисович Кубышкин**Самарский государственный технический университет*ПУТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН[©]

Для повышения надежности и долговечности тяжело нагруженных деталей машин наибольшее распространение за последние годы получило комбинированное упрочнение, содержащее химико-термическую обработку и поверхностное пластическое деформирование. Его эффективность во многом зависит от рационального сочетания всей совокупности операций, составляющих технологический цикл изготовления деталей. При этом все более актуальной становится задача технологического управления их эксплуатационными свойствами, которая не может быть успешно решена без выявления связей между характеристиками качества и эксплуатационными показателями рабочих поверхностей.

В настоящей статье приведены результаты исследования возможностей управления технологическим обеспечением износостойкости беговых дорожек лап буровых долот, эксплуатируемых в условиях высоких контактных давлений и значительных величин износа и являющихся ярким представителем тяжело нагруженных опор качения.

Исследования проводились по плану полного факторного эксперимента (ПФЭ) 2⁴ с двумя повторениями. В качестве переменных факторов были выбраны операции технологического маршрута обработки беговых дорожек цапфы лапы бурового долота: профильное точение - Т, цементация и термическая обработка - Ц, профильное шлифование - Ш, а также поверхностное пластическое деформирование планетарно-ударным накачиванием, которое вводилось в технологический маршрут как в качестве сглаживающе-калибрующей операции (после точения) - Нк, так и в качестве сглаживающе-упрочняющей (финишной) - Ну. Изучалось влияние возможных вариантов упрочняющей технологии на шероховатость, поверхностную твердость, остаточные напряжения, а также показатели износостойкости беговых дорожек, как в период приработки, так и в период установившегося изнашивания.

Табл. 1. Средние значения показателей износостойкости образцов, обработанных по различным технологическим вариантам

№	Технологический маршрут обработки					Показатели износостойкости			
	Т	Нк	ЦГ	Ш	Ну	U, мкм	α	β	I
1	Т	Нк	ЦГ	Ш	Ну	10,35	0,467	5,976	1,44 · 10 ⁻⁶
2	Т	Нк	ЦГ	Ш	-	13,30	0,498	8,415	2,59 · 10 ⁻⁶
3	Т	Нк	ЦГ	-	Ну	8,90	0,486	6,174	0,94 · 10 ⁻⁶
4	Т	Нк	ЦГ	-	-	14,35	0,392	9,441	1,20 · 10 ⁻⁶
5	Т	Нк	ЦГ	Ш	Ну	9,75	0,537	5,331	1,42 · 10 ⁻⁶
6	Т	Нк	ЦГ	Ш	-	13,35	0,583	7,847	2,58 · 10 ⁻⁶
7	Т	Нк	ЦГ	-	Ну	2,85	0,576	1,681	0,81 · 10 ⁻⁶
8	Т	Нк	ЦГ	-	-	4,60	0,449	2,975	1,04 · 10 ⁻⁶
9	Т	-	ЦГ	Ш	Ну	10,90	0,532	6,891	1,56 · 10 ⁻⁶
10	Т	-	ЦГ	Ш	-	14,40	0,500	9,128	2,83 · 10 ⁻⁶
11	Т	-	ЦГ	-	Ну	12,55	0,419	7,417	1,14 · 10 ⁻⁶
12	Т	-	ЦГ	-	-	15,75	0,448	10,448	2,16 · 10 ⁻⁶
13	Т	-	ЦГ	Ш	Ну	10,25	0,552	6,181	1,87 · 10 ⁻⁶
14	Т	-	ЦГ	Ш	-	14,25	0,574	8,417	2,78 · 10 ⁻⁶
15	Т	-	ЦГ	-	Ну	9,55	0,387	6,756	1,07 · 10 ⁻⁶
16	Т	-	ЦГ	-	-	10,90	0,484	7,021	2,14 · 10 ⁻⁶

Испытания на износ проводились при контактном давлении 850 МПа, частоте вращения образца 500 об/мин и коэффициенте проскальзывания 20%. Величина линейного износа определялась в процессе испытания без остановки машины. Кривые износа в период приработки аппроксимировали степенной функцией: $U = L \cdot t^\alpha$, где α и β - параметры аппроксимации, характеризующие соответственно кривизну и удаленность ординат кривой линейного износа; U - линейный износ, мкм; L - путь трения, м. Линейная интенсивность установившегося изнашивания рассчитывалась по известной формуле: $I = U/L$. Результаты испытаний представлены в Табл. 1. Оценка влияния различных вариантов технологического маршрута обработки беговых дорожек на их износостойкость осуществлялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа.

Графическая интерпретация результатов исследования показана на Рис. 1 в виде ранговых диаграмм, из которых следует, что любые изменения в технологическом цикле сопровождаются изменением эксплуатационных показателей обрабатываемых поверхностей.

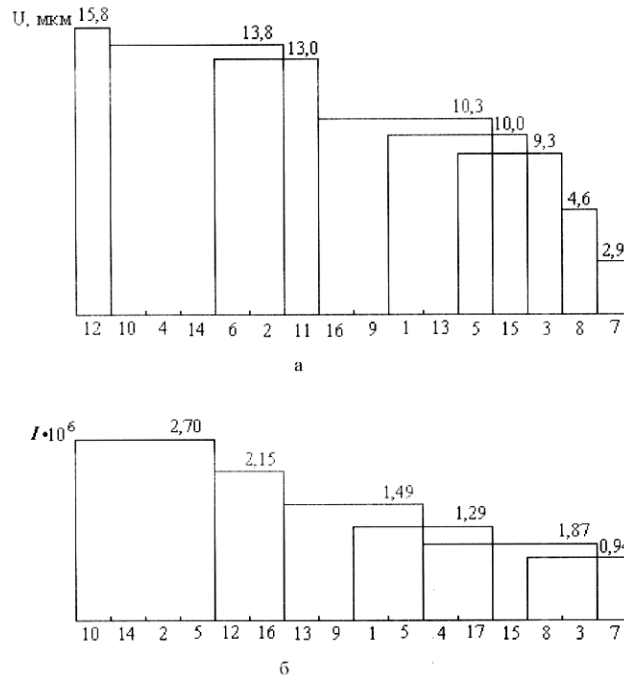


Рис. 1. Влияние технологических вариантов упрочняющей обработки на величину линейного износа в период приработки (а) и интенсивность изнашивания (б)

Была проведена оценка взаимосвязи характеристик качества обрабатываемых поверхностей и показателей износостойкости. С этой целью использован регрессионный анализ, с помощью которого определены коэффициенты парной корреляции R , величина которых меняется от 0 до 1 и характеризует тесноту исследуемых связей. При $R=0$ связь между входными характеристиками качества поверхности и выходными параметрами износостойкости отсутствует. Критерием оценки качества явились поверхностная твердость HV , остаточные напряжения σ и параметры технологического рельефа: среднее арифметическое отклонение микропрофиля R_a , глубина сглаживания R_p , наибольшая высота неровностей R_{max} , относительная опорная длина микропрофиля по средней линии t_m , приведенный радиус скругления вершин r_{np} , а также комплексная характеристика микрорельефа $\Delta = R_{max}/r_{np}^{1/2}$, где v и β - параметры начального участка опорной кривой, r - приведенный радиус кривизны выступов.

Табл. 2. Коэффициенты парной корреляции между показателями износостойкости и параметрами качества поверхности

Исследуемые параметры		Параметры качества поверхности							
		R_a	R_p	R_{max}	t_m	r_{np}	Δ	HV	σ
Показатели износостойкости	U	0,799	0,824	0,806	-0,867	-0,948	0,604	-0,556	0,577
	a	-0,305	-0,156	-0,306	0,060	-0,101	0,236	-0,079	0,310
	β	0,845	0,855	0,848	-0,873	-0,701	0,581	0,583	0,535
	I	0,429	0,612	0,423	-0,806	-0,840	0,861	-0,827	0,917

Параметры качества поверхности	R_a	1	0,966	0,987	-0,765	-0,608	0,476	-0,570	0,420
	R_p	1		0,953	-0,830	-0,725	-0,850	-0,705	0,620
	R_{max}	1			-0,744	-0,559	0,495	-0,532	0,923
	t_m	1				0,897	-0,668	0,851	-0,708
	r_{np}	1					-0,716	0,927	-0,757
	Δ	1						-0,765	0,952
	HV	1							0,828
	σ	1							1

Результаты исследования (Табл. 2) показывают, что параметры U , β и I связаны линейной корреляционной зависимостью практически со всеми принятыми для анализа характеристиками качества поверхности. С некоторыми из них (выделены жирным шрифтом) корреляция оказывается очень тесной ($R = 0,8...0,95$).

Так, наибольшее влияние на величину начального износа U оказывают r_{np} ($R = -0,948$), t_m ($R = -0,867$), R_p ($R = 0,824$) и R_{max} ($R = 0,806$). Продолжительность периода приработки (β) определяется параметром t_m ($R = -0,875$), R_p ($R = 0,055$), R_{max} ($R = 0,848$) и R_a ($R = 0,845$). Изменчивость интенсивности изнашивания находится в тесной корреляционной связи с остаточными напряжениями σ ($R = 0,917$), поверхностной твердостью HV ($R = -0,827$), а также параметрами шероховатости Δ ($R = 0,867$), r_{np} ($R = -0,840$) и t_m ($R = -0,806$).

Данное обстоятельство дает возможность обеспечивать требуемую величину начального износа и интенсивности изнашивания путем управления параметрами качества поверхности, имеющими большой коэффициент парной корреляции. Однако в условиях производства практически невозможно осуществить оперативный контроль большинства их указанных параметров. В связи с этим встает важная задача выбора наиболее информативного и легко контролируемого параметра качества поверхности. С этой целью было проведено исследование связей между отдельными параметрами.

Анализ коэффициентов парной корреляции показывает, что параметры R_a , R_p и R_{max} находятся в очень тесной корреляционной связи ($R = 0,987 ... 0,955$) и могут дублировать друг друга. Тесные связи выявлены между t_m и r_{np} ($R=0,897$). Δ и R_p ($R=0,85$), HV и t_m , r_{np} ($R 0,927 ... 0,851$), σ и Δ , R_{max} ($R = 0,952 ... 0,925$), а также между HV и σ ($R=-0,828$). В результате параметры r_{np} , t_m и σ , имеющие наиболее тесную корреляционную связь с показателями износостойкости U , β и I и являющиеся в связи с этим самым информативными, могут быть заменены одним легко контролируемым в условиях производства параметром HV , тесно с ними коррелирующим. При этом для выбранного варианта технологического маршрута обработки может быть найдено совершенно определенное значение параметров качества поверхности и показателей износостойкости обрабатываемых поверхностей.

Так, в условиях обработки на схеме Т-Нк-Ц-Ну (варианты 3 и 7) достижение в конце технологического цикла поверхностной твердости $HV 860 ... 870$ гарантирует надежное обеспечение таких важных параметров микрорельефа, как $t_m = 0,58 ... 0,63$ (на 72%) и $r_{np} = 1,51 ... 2,11$ мм (86%), а также остаточных сжимающих напряжений $\sigma = 1128 ... 1137$ МПа (на 68,5%) и, что самое важное, интенсивности изнашивания $I = 0,94 ... 0,8 \cdot 10^{-6}$ (на 68,4%).

Задача технологического управления процессом изнашивания в период приработки может быть успешно решена при наличии простых и надежных средств контроля параметров шероховатости в условиях производства, например r_{np} , t_m или R_{max} , обеспечивающих на 72...80% заданные значения U и β .

УДК 621.891

Владимир Николаевич Курицын, Наталья Александровна Панкратова,
Ирина Борисовна Кравченко, Наталья Валентиновна Мещерякова
Самарский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ[©]

Механическая обработка приводит к изменению физико-механических свойств поверхностного слоя. Формируются остаточные напряжения, соответствующие по величине и знаку применяемому методу обработки. Изменения, происходящие в поверхностном слое после механической обработки, сказываются на характеристиках напряженно-деформированного состояния материала после поверхностного пластического деформирования микрошариками (ППД МШ).