

пузырьки, собственная частота колебаний которых совпадает с частотой колебания концентратора.

Зависимость развития эрозионных повреждений от температуры рабочей жидкости показана на рис.3. Появление пика на кривой зависимости скорости потери веса от температуры приходится на температуру около 50°C . Это хорошо согласуется с результатами исследований [1,2].

Итак, при разработке методики исследования кавитационной стойкости материалов следует учитывать влияние параметров режима работы установки; для достижения максимальной скорости кавитационной эрозии параметры режима работы установки должны быть в следующих пределах: $A = 7 \cdot 10^{-6}$ м; $\Delta h = /0,4... 0,5/10^{-3}$ м, $t_{\text{воды}} = 50^{\circ}\text{C}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. В о с к р е с е н с к и й И.Н. Коррозия и эрозия судовых гребных винтов. – Л., 1949.
2. Eisenberg P., Preiser S., Thiruvengadam A. On the Mechanism of cavitation damage and methods of protection. – "Transactions SNAME", 1965, vol. 73.

УДК 621.822.71

М.Ю.ПИКУС, М.Г.КИСЕЛЕВ, В.П.ЛУГОВОЙ

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ШАРИКОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ ДОВОДКИ

Известно, что доводка шариков сопровождается повышением микротвердости поверхностных слоев, которая повышается с увеличением силы давления, скорости вращения и времени доводки.

Введение ультразвуковых колебаний перпендикулярно поверхности контакта характеризуется наличием отрыва и ударным взаимодействием поверхностей, результатом которого является увеличение микротвердости и толщины наклепанного слоя [1]. Это подтверждается также результатами экспериментов по ультразвуковой доводке твердосплавных шариков, приведенными в работе [2].

В целях исследования контактного взаимодействия поверхностей при доводке шариков из стали ШХ-15 диаметром 3,176 мм и его влияния на поверхностное упрочнение были проведены из-

мерения микротвердости поверхности обработанных шариков и дорожек доводочных дисков. Экспериментальные исследования по доводке шариков проводились на установке, в которой акустическая система состояла из магнитострикционного преобразователя и доводочного диска, где возбуждались изгибные и радиальные ультразвуковые колебания частотой 20,9 кГц и амплитудой, изменяемой в пределах 3...9 мкм [3].

Обработка производилась при следующих условиях: $v = 0,5$ м/с; $P = 14$ Н/шар. Нагрузка на пирамиду была принята равной 50 Г, так как измерение при меньшей нагрузке прибора приводит к разбросу значений микротвердости. Сравнительные графики изменения микротвердости поверхностей шариков в процессе доводки обычным методом и с применением ультразвуковых колебаний амплитудой 6 мкм приведены на рис. 1. Каждая точка на графике является результатом 8...10 измерений. Из приведенных графиков следует, что наклеп поверхности шариков при ультразвуковой доводке происходит значительно интенсивнее и достигает значения $H_{50} = 11,8$ ГН/м², что оказывает благоприятное влияние на их эксплуатационные характеристики.

Надо отметить, что поверхностное упрочнение происходит не только в результате ударного взаимодействия, но и вследствие многократного пластического деформирования микронеровностей, производя пластическое отеснение выступающих частей и закрывая возникающие трещинки. В табл. 1 приведены результаты измерения микротвердости поверхности шариков при различных режимах доводки. Из таблицы можно заключить, что основными факторами, влияющими на наклеп поверхности, являются амплитуда ультразвуковых колебаний и статическая нагрузка.

Поверхностная микротвердость шариков, обработанных в узле радиальных и изгибных колебаний, составила $H_{50} = 9,8$ ГН/м².

На рис. 2 представлены результаты измерения микротвердости по толщине поверхностного слоя шарика, обработанного при амплитуде 3 мкм. Наклеп поверхности наблюдается в слое толщиной до 10 мкм. Установлено, что с уменьшением амплитуды и статической нагрузки уменьшается и деформированный слой.

Было также произведено измерение микротвердости в поперечном сечении дорожки верхнего доводочного диска. На рис. 3 представлены графики изменения микротвердости по толщине наклепанного слоя по трем сечениям дорожки верхнего диска, полученной после доводки шариков в обычных условиях (а) и с применением ультразвука (б), при $v = 0,5$ м/с; $P = 1,4$ Н/шар; материал нижнего доводочного диска — сталь 45. Видно, что верхний слой профиля дорожки имеет невысокую твердость, затем распо-

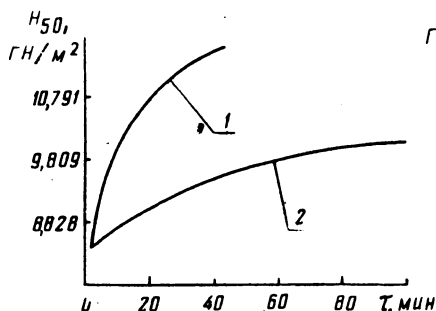


Рис. 1. Изменение микротвердости шариков в процессе доводки:

1 — с ультразвуком; 2 — без ультразвука.

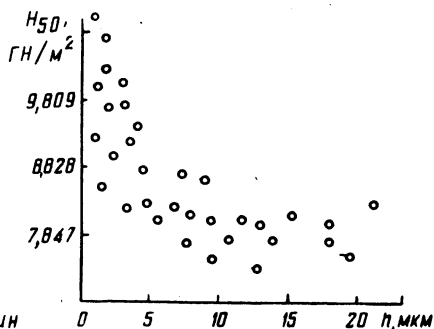


Рис. 2. Изменение микротвердости шарика по толщине поверхностного слоя.

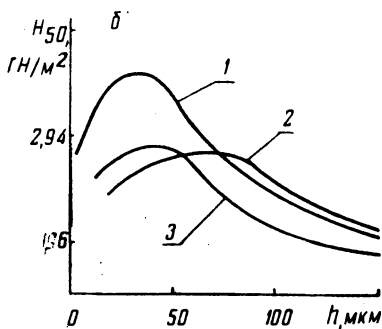
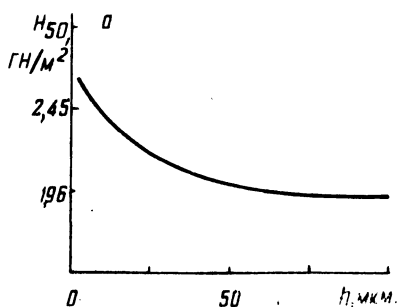


Рис. 3. Изменение микротвердости по толщине поверхности дорожки после обработки:

а — без ультразвука, б — с ультразвуком (1, 2, 3 — в левом, среднем и правом сечениях профиля дорожки).

Т а б л и ц а 1. Изменение микротвердости шариков при различных режимах доводки

Изменяемый параметр	Микротвердость поверхности, ГН/м ²	Режим доводки
$A_{и} = 3 \text{ мкм}$	10,79	$D = 45 \text{ мм}; v = 0,5 \text{ м/с};$ $P = 1,4 \text{ Н/шар}$
$A_{и} = 6 \text{ мкм}$	11,10	
$A_{и} = 9 \text{ мкм}$	11,60	
$P = 0,5 \text{ Н/шар}$	9,60	$A_{и} = 6 \text{ мкм};$ $v = 0,5 \text{ м/с};$ $D = 45 \text{ мм}$
$P = 1 \text{ Н/шар}$	10,30	
$P = 1,4 \text{ Н/шар}$	11	
$v = 0,25 \text{ м/с}$	10,40	$A_{и} = 6 \text{ мкм};$ $P = 1,4 \text{ Н/шар};$ $D = 45 \text{ мм}$
$v = 0,5 \text{ м/с}$	10,40	
$v = 0,75 \text{ м/с}$	10,70	

ложены упрочненные слои, после чего микротвердость постепенно сравнивается с микротвердостью основного материала.

Измерения на дорожках, образованных при других режимах доводки шариков, указывают на сохраняющуюся закономерность указанную выше.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований подтверждают предположение о том, что доводка шариков в поле ультразвуковых колебаний производится как в результате выкалывающего действия абразивных зерен под влиянием колебаний инструмента и химического воздействия поверхностно-активных веществ, так и в результате пластического деформирования обрабатываемой поверхности, которое, очевидно, является доминирующим фактором.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г о л у б е в Ю.М., М и н а х и н Н.Е. Повышение износостойкости пуансонов ультразвуковым наклепом. — Станки и инструменты. 1966, № 6. 2. И д о М. Ультразвуковая доводка. — Кикай. гидзюцу. 1965, т. 13, № 14. 3. К и с е л е в М.Г., П и к у с М.Ю., Л у г о в о й В.П. Доводка шариков в поле ультразвуковых колебаний. — Промышленность Белоруссии. 1978, № 1.

УДК 621.9.013

Э.А.СВИДЕРСКИЙ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ МИНИМАЛЬНОГО ЗАДНЕГО УГЛА ИНСТРУМЕНТА ПРИ ПОПУТНОМ ТОЧЕНИИ

В последнее время все большее распространение получают способы обработки поверхностей с кинематическим дроблением стружки. К таким методам относится попутное точение. Особенности его являются весьма большие кинематические изменения геометрии и вход инструмента в зону резания задней поверхностью. Эти особенности накладывают определенные требования на выбор величины заднего угла инструмента α . С одной стороны, он должен быть минимальным для обеспечения жесткости инструмента, с другой — он должен обеспечивать первоначальное касание заготовки режущей кромкой инструмента.

Для определения зависимости величины наименьшего заднего угла инструмента от геометрических параметров процесса резания на рис. 1 представлена схема вхождения инструмента в зону резания в условиях попутного точения. Для обеспечения универсаль-