Ю. П. Сердобинцев, М. П. Кухтик

**ИОННАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: app@vstu.ru

Проведены испытания с целью определения возможности шлифования и полирования различных материалов с помощью ионной обработки. Полученные результаты можно использовать для разработки методических и технологических основ ионного шлифования и его применения в прецизионном машиностроении.

Ключевые слова: ионная обработка, прецизионное оборудование, шероховатость, микротвердость.

Yu. P. Serdobintsev, M. P. Kukhtik

ION-BEAM PROCESSING OF METAL MATERIALS FOR PRECISION EQUIPMENT

Volgograd State Technical University

The tests have been carried out with the aim of determination of grinding and polishing of various materials with the help of ion-beam processing. The obtained results can be used of development of methodical and technological basics of ion-beam grinding and its application in precision engineering.

Keywords: ion-beam processing, precision equipment, roughness, microhardness.

Одним из высокоэффективных способов улучшения качества прецизионного оборудования является использование ионной обработки поверхностей [1; 2].

Возможность использования ионной обработки в качестве финишной операции для деталей из конструкционных материалов исследовали в вакуумной камере, откачиваемой паромасляным агрегатом ВН-20 с использованием азотных ловушек [3].

Испытания проводились с целью определения возможности шлифования и полирования различных материалов с помощью ионной об-

работки. Испытаниям подвергались следующие образцы материалов: сталь 40Х, сталь У8, сталь ШХ15 и латунь Л62 размерами 1,25 мкм, 0,63 мкм и 0,25 мкм.

Источником ионов служил модуль М-70. Модуль устанавливался на расстоянии 500 мм от технологических образцов. Поток ионов ксенона падал на образцы под углом 15° с $U = 200\text{--}240$ В. Некоторые результаты испытаний представлены в таблице, где столбцы I, II, III означают шероховатость Ra после ионной обработки в течение 30, 90 и 180 мин соответственно.

Изменение шероховатости при обработке образцов ионами ксенона

Материал образца	Шероховатость Ra , мкм			
	до испытаний	I	II	III
Сталь У8	1,07	0,74	0,66	0,59
То же	1,43	1,65	1,16	1,18
Сталь ШХ15	0,85	0,80	0,80	0,74
Латунь Л62	1,35	0,91	0,89	0,81

На рис. 1 приведена топография поверхности образца из стали 40Х, обработанного пучком ионов ксенона (экспозиция 180 мин), полученная на сканирующем электронном микроскопе BS-301 при увеличении $\times 750$. На фотографии наблюдается определенная направленность следов обработки в виде столбчатой слоистости, совпадающая с направлением потока ионов. Профилограммы, снятые с поверхностей образцов вдоль и поперек следов обработки, характеризуются приближенным равенством $Ra_{\text{поп}} = Ra_{\text{пр}}$ (рис. 2), то есть после ионной обработки практически отсутствуют следы механической обработки.

Рис. 1. Топография поверхности образца из стали 40Х, обработанного пучком ионов ксенона $\times 750$

Рис. 2. Профилограммы участка поверхности образца из стали 40Х, подвергнутого воздействию потока ионов ксенона вдоль (а) и поперек (б) следов обработки В.У. $\times 5000$, $Ra = 0,35\text{--}0,40$ мкм Г.У. $\times 100$

В результате проведенных исследований установлено (рис. 3), что при ионной обработке шероховатость поверхности детали снижается, в основном, в первые 30 мин, и ее снижение сопровождается незначительным уменьшением микротвердости обработанной поверхности (например, для стали У8 исходная микротвердость $H_{50} = 291\text{--}306$ МПа, а после ионной обработки $H_{50} = 280\text{--}295$ МПа).

С целью разработки методических и технологических основ ионного шлифования и его применения в прецизионном машиностроении

необходимо: повысить плотность потока ионов, увеличить энергию потока, проверить возможность ионного шлифования при углах падения ионов 30°, 45°, 60°; снизить время обработки, чтобы уменьшить производственные затраты за счет сокращения операций тонкого шлифования или другой финишной механической обработки.

Рис. 3. Зависимость глубины h и средней микротвердости отработанной зоны H_{50} от удельной погонной энергии до Дж/мм²

В результате проведенных испытаний можно сделать следующие выводы и предложения:

1. Все образцы подвергаются ионному шлифованию, при этом класс чистоты поверхности образцов возрастает.

2. Необходимо отработать методику определения количества съема материала при шли-

фовании и скорректировать методику определения Ra .

3. Режим работы источника ионного потока был выбран неоптимальным для шлифования материалов. При последующих испытаниях необходимо:

- повысить плотность потока ионов на образцы (увеличением ионного потока и приближением образцов к источнику ионов);

- увеличить энергию потока ионов (в пределах возможности данного источника ионов);

- проверить возможности ионного шлифования поверхностей при углах падения ионов на образцы 45° и 60°;

- снизить время обработки до 10...20 мин между измерениями Ra и скорости уноса материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инженерия поверхностей конструкционных материалов с использованием плазменных и пучковых технологий / А. В. Белый [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 457 с.

2. Иващенко, С. А. Влияние ионной обработки на изменение исходной шероховатости поверхности образцов из сплава Д16Т / С. А. Иващенко, С. Г. Койда // Наука и техника. – 2010. – № 5. – С. 14–17.

3. Сердобинцев, Ю. П. Технологические методы обеспечения требуемых свойств поверхностного слоя технологического оборудования : дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.08 : защищена 1991 г. / Сердобинцев Ю. П. – М., 1991. – 411 с.