

УДК 621.893

## ВЛИЯНИЕ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЯ НА ТОПОГРАФИЮ ПОВЕРХНОСТИ И КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОРОШКОВЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Н.П. ИВАНОВА**

(Белорусский технологический университет, Минск),

д-р техн. наук, доц. **И.Л. БАРИШАЙ**

(Белорусский национальный технический университет, Минск),

д-р техн. наук, проф. **Е.И. ФЕЛЬДШТЕЙН**

(Зеленогурский университет, Польша)

*Представлены результаты исследования влияния иглофрезерования на формирование топографии поверхности и коррозионную стойкость образцов из порошковых антифрикционных материалов. Установлено, что процесс обработки содействует уменьшению (сокращению) шероховатости поверхности и снижению поверхностной пористости. В результате коррозионная стойкость увеличивается в 2,1 раза в сравнении с исходной.*

Развитие машиностроения требует широкого использования новых конструкционных материалов и технологий их обработки, в первую очередь финишных. К таким технологиям относятся, в частности, способы финишной обработки в условиях дискретного контакта детали с инструментом.

Дискретный контакт между режущим контуром и обрабатываемой поверхностью детали возникает, если формообразующая поверхность (режущая кромка) инструмента имеет прерывистый профиль. Характерным представителем таких технологий является иглофрезерование. Процесс иглофрезерования основан на снятии припуска с помощью значительного количества проволочных элементов – микролезвий. Форма иглофрезы подобна форме шлифовального круга или щетки (рис. 1, а, б).

Режущими элементами иглофрезы являются микрорезцы – проволочные элементы малого диаметра с высокой (до 0,9) плотностью упаковки (см. рис. 1, б). Материал проволочных элементов – легированные пружинные стали 51ХФА, 60С2А, 65С2ВА и др.

Особенность геометрии режущих элементов иглофрезы – незначительный радиус округления режущей кромки, которая в процессе работы самозатачивается. Это обеспечивает при реверсировании вращения инструмента его работу без переточек и без задержек в процессе обработки.

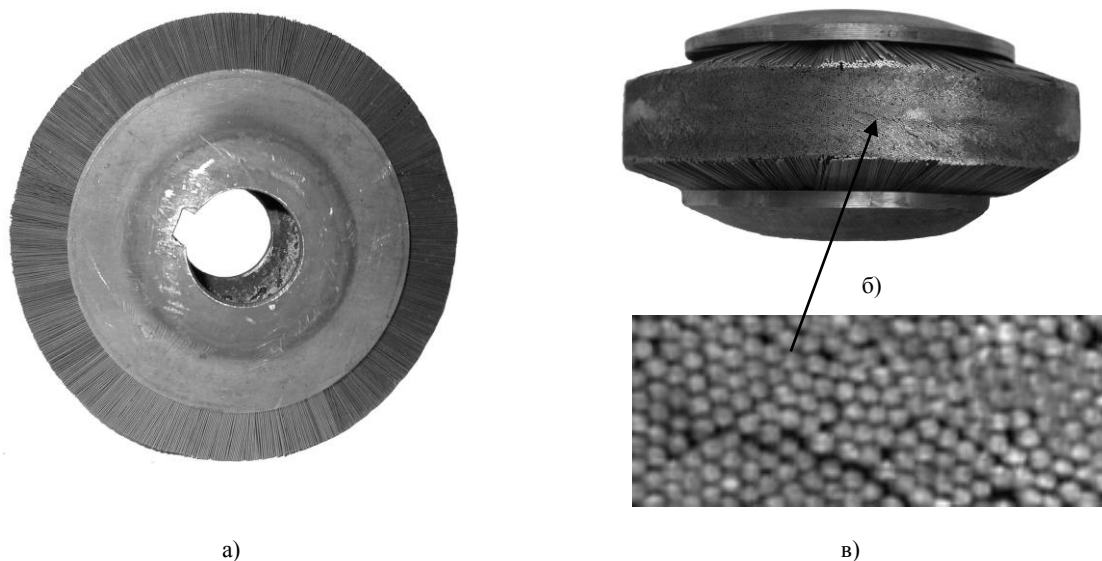


Рис. 1. Иглофреза:  
а, б – внешний вид; в – рабочая поверхность (×20)

Обрабатываемая заготовка и инструмент совершают относительные движения, аналогичные фрезерованию или шлифованию. При этом фреза всегда имеет вращательное движение, а остальные движения зависят от условий обработки.

Иглофрезерование может использоваться для выполнения ряда операций:

- при обработке полос и лент;
- при выравнивании или удалении сварных швов;
- при удалении грата и ржавчины с металлических поверхностей;
- при выравнивании внутренних поверхностей труб;
- для удаления дефектных поверхностных слоев, например, обезуглероженных;
- для подготовки поверхностей под последующее нанесение покрытий;
- при полустойкой и чистой обработке поверхностей деталей машин, в том числе для обеспечения шероховатости поверхности, наиболее хорошо удерживающей смазку.

#### Методика исследований

Исследования проводили на образцах из спеченного материала ПА-ЖГр2 с содержанием графита 2 %, пористостью до 20 % и твердостью 90...100 НВ. Микроструктура материала: перлит + разорванная сетка цементита + частицы свободного графита.

Обработку плоских поверхностей образцов иглофрезерованием выполняли на горизонтально-фрезерном станке 6Н82Г. Использовали иглофрезу диаметром 150 мм, шириной 20 мм и плотностью набивки проволочных элементов 75...85 %. Диаметр единичного проволочного элемента – 0,3 мм; вылет – 20 мм. В начале обработки устанавливали натяг, т.е. расстояние, на которое сближаются иглофреза и обрабатываемая поверхность от плоскости их касания во взаимно перпендикулярном направлении. Благодаря натягу обеспечиваются упругая деформация (изгиб) проволочных элементов, образование рабочих углов и режущих кромок, суммарное силовое воздействие проволочных элементов на обрабатываемую поверхность металла.

Параметры режима иглофрезерования были следующие:

- скорость резания –  $v = 30...150$  м/мин;
- продольная подача –  $S_{пр} = 2...12$  мм/об;
- натяг в системе «иглофреза – обрабатываемая поверхность» –  $i = 0,2...0,6$  мм.

Процесс обработки вели без охлаждения.

Шероховатость обработанных поверхностей после иглофрезерования исследовали на профилометре SURTEST SJ-301. При изучении топографии обработанных поверхностей был использован сканирующий электронный микроскоп JSM 5600-LV.

Изучение коррозионной стойкости исследуемых образцов проводили весовым методом путем полного погружения трех образцов в коррозионную среду в течение 24 часов при температуре  $(18 \pm 1)$  °С. В качестве коррозионной среды применяли 3 %-ный раствор хлорида натрия, при приготовлении которого использовали реактив квалификации х.ч. и дистиллированную воду. Объем коррозионной среды устанавливали в зависимости от величины поверхности всех образцов из расчета 30...50 мл раствора на 1 см<sup>2</sup> испытываемой поверхности. Исследуемые образцы предварительно обезжирили в щелочном растворе состава (г/л): NaOH – 5...15; Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O – 15...35; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – 15...35 при температуре 60...80 °С в течение 5...20 мин, затем травили в соляно-кислом растворе (150...200 г/мл) с ингибитором коррозии КИ-1 (5...7 г/л) при температуре 18...40 °С в течение 1...3 мин.

Детали промывали, высушивали на воздухе и взвешивали; изолировали участки поверхности, не подвергающиеся исследованию, лаком. После коррозионных испытаний с образцов снимали продукты коррозии в 5 %-ном растворе хлорида натрия при температуре 80...90 °С в течение 10...15 мин [2]; образцы промывали, высушивали и взвешивали с точностью  $\pm 1$  мг на аналитических лабораторных весах ВЛР-200 г. Образцы взвешивали до и после испытаний, затем в соответствии с методикой [3] определяли весовой показатель коррозии  $K_m$  (г/м<sup>2</sup> ч) по формуле:

$$K_m = \frac{m_0 - m_1}{S\tau},$$

где  $m_0$  – первоначальная масса образца, г;  $m_1$  – масса образца после удаления продуктов коррозии, г;  $S$  – площадь поверхности образца, мм<sup>2</sup>;  $\tau$  – время испытаний, ч.

#### Результаты исследований

На рисунке 2 представлены фотографии топографии поверхности образцов до и после иглофрезерования. На поверхности образцов до обработки наблюдаются выходы многочисленных пор (рис. 2, а). Поверхность после обработки практически не содержит пор, на ней заметны следы траекторий одиночных проволочных элементов и наплывы деформированного металла по их боковым сторонам (рис. 2, б).

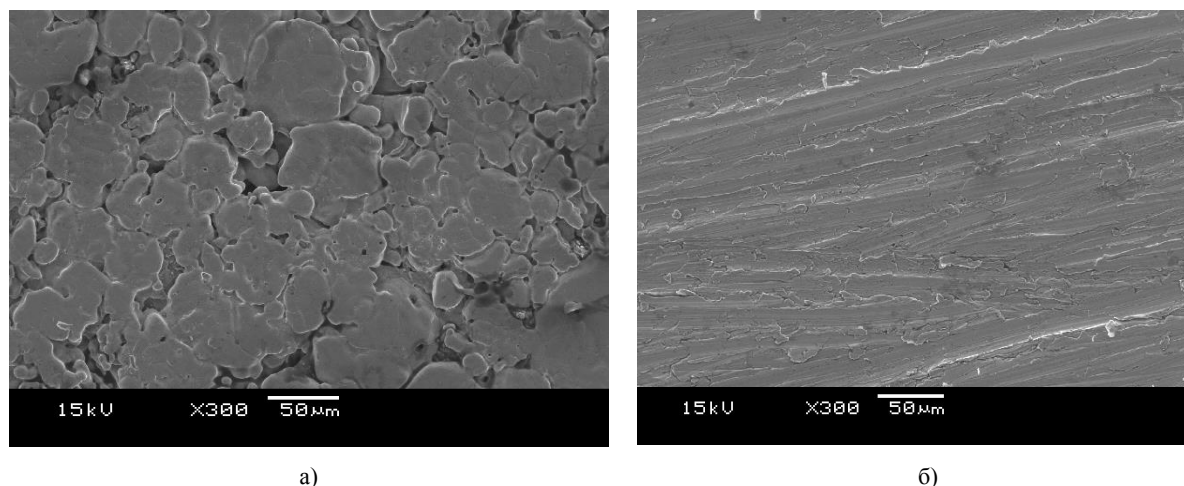


Рис. 2. Топография поверхности образцов:  
а – в исходном состоянии; б – после обработки (× 300)

Шероховатость поверхности образцов в исходном состоянии:

- $R_{max}$  14...29 мкм;
- $Ra$  2,84...3,53 мкм;
- $t_{50} = 62...67\%$ .

Обработка иглофрезерованием приводит к уменьшению шероховатости поверхности, причем на этот процесс влияют сочетания параметров режима обработки. Установлено, что наименьшие значения высотных характеристик шероховатости ( $R_{max}$  2...11 мкм;  $Ra$  0,8...1,2 мкм) и наибольшее значение  $t_p$  ( $t_{50} = 85...90\%$ ) достигается при следующих режимах иглофрезерования резания:

- $v < 110$  м/мин;
- продольная подача до 4 и свыше 8 мм/об;
- натяг в системе «иглофреза – обрабатываемая поверхность» – 0,27...0,33 мм.

Анализ профилограмм обработанных поверхностей свидетельствует о том, что их шероховатость снижается по мере увеличения подачи и натяга. Влияние скорости иглофрезерования не столь однозначно.

Коррозионная стойкость исследуемых образцов после иглофрезерования значительно повышается, что подтверждается весовыми показателями коррозии. Для исходного образца весовой показатель составляет 3,01 г/м<sup>2</sup>·ч, для обработанных в разных режимах – находится в пределах 0,94...2,18 г/м<sup>2</sup>·ч.

#### Заключение

Результаты выполненных исследований свидетельствуют о том, что коррозионная стойкость образцов из исследованного антифрикционного порошкового материала после иглофрезерования значительно повышается. Это подтверждается весовым показателем коррозии. Для образцов в исходном состоянии весовой показатель составляет 3,01 г/м<sup>2</sup>·ч; для обработанных при разном сочетании параметров режима иглофрезерования – находится в пределах 0,94...2,18 г/м<sup>2</sup>·ч.

Таким образом, иглофрезерование повышает коррозионную стойкость обрабатываемой поверхности благодаря ее сглаживанию и уменьшению объема микровпадин, что подтверждается результатами исследований микропрофиля и топографии поверхности образцов.

Следует отметить, что процесс обработки иглофрезерованием более производительен и экологически чист по сравнению с процессом абразивной обработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Салуквадзе В.С., Коптев В.М. Иглофрезерная обработка поверхности металлов // Экспресс-информация, Сер. ХМ- 9. – М.: ЦНИТИхимнефтемаш, 1986. – № 2. – С. 8.
2. ГОСТ 9.907-83 Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы, сплавы, покрытия металлические. Методы удаления продуктов коррозии после коррозионных испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 9 с.
3. Шлугер М.А., Ажогин Ф.Ф., Ефимов Е.А. Коррозия и защита металлов. – М.: Металлургия, 1981. – 216 с.