

УДК 621.914.1

Баршай И.Л., Алифанов А.В., Фельдштейн Е.Э., Гончаров С.П.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ НАКЛЕПА

*Белорусский национальный технический университет
Физико-технический институт НАНБ
РУП «Минский тракторный завод»
Зеленогурский университет
Минск, Республика Беларусь
Зелена Гура, Польша*

Качество поверхности в значительной степени определяет эксплуатационные показатели деталей машин. Как показали исследования [1], доля влияния поверхностной твердости H_μ и глубины наклепа h_n , поверхностного слоя на износ в период приработки составляет 50...55 %. Авторы работ [2, 3] указывают на то, что процесс трения и изнашивания должен протекать в пределах так называемого «третьего» тела или должно иметь место внешнее трение. Одним из наиболее важных условий реализации внешнего трения является правило положительного градиента механических свойств по глубине поверхностного слоя материала детали. Оно означает, что прочность при сдвиге в поверхностном слое должна возрастать от поверхности внутрь тела до определенного предела, т.е. должно соблюдаться условие $dt/dz > 0$. Если это условие не соблюдается, то внешнее трение сменяется внутренним и процесс изнашивания детали интенсифицируется [4].

Иглофрезерование является высокопроизводительным, ресурсо- и энергосберегающим экологически чистым процессом обработки. Однако этот метод обработки до настоящего времени не получил применения для упрочнения поверхности деталей. Это обусловлено недостаточным количеством сведений о влиянии процесса обработки на формирование физико-механических свойств обработанной поверхности, в частности, наклепа. В научно-технической литературе отсутствуют данные о возможности оптимизации и управления формированием наклепа в процессе иглофрезерования.

Обрабатываемые материалы – конструкционные стали: 20ХНЗА и 25ХГМ (ГОСТ 4345-71). Обработка плоских поверхностей образцов иглофрезерованием выполняли на горизонтально-фрезерном станке 6Н82Г. Обработку осуществляли иглофрезой диаметром $D = 125$ мм, шириной $B = 20$ мм и плотностью набивки проволочных элементов 75...85%. Диаметр единичного проволочного элемента $d = 0,3$ мм, вылет $L = 20$ мм. Результаты ранее выполненных исследований [5] позволили выбрать следующие значения параметров режима иглофрезерования, принятые за основной уровень в данном эксперименте: скорость резания (v) – 338 м/мин; минутная подача (S) – 660 мм/мин и натяг в системе «иглофреза-обрабатываемая поверхность» (i) – 0,45 мм.

Для определения влияния параметров режима иглофрезерования на изменение топографии поверхности применяли математическое планирование эксперимента. При планировании применили метод ЛП_т – последовательностей [6]. В этом случае точки реализации опытов плана располагаются в многомерном пространстве так, что их проекции на оси X_1 - X_2 , X_2 - X_3 , ..., X_{i-1} - X_i находятся на равном расстоянии друг от друга. Координаты точек рассчитывали из условия $X_{min} = 0$ и $X_{max} = 1$.

При решении технологических задач для моделирования исследуемого процесса широко используются уравнения множественной регрессии

$$y = C \prod x_i^{m_i} \text{ и } y = \exp(b_0 + S b_i x_i).$$

Их можно привести к линейному виду путем логарифмирования с последующим использованием метода наименьших квадратов. В случае применения ПЭВМ была использована методика Д. Полларда [7].

Реализованные сочетания параметров режима иглофрезерования в соответствии с матрицей планирования представлены в табл. 1.

Таблица 1. Условия проведения опытов

Опыт	X_1 - скорость резания v , м/мин	X_2 - подача S , мм/мин	X_3 - натяг i , мм
1	169	330	0,22
2	84	530	0,11
3	253	170	0,34
4	295	400	0,06
5	127	85	0,28
6	211	270	0,17
7	42	690	0,39

Измерения микротвердости проводили на приборе ПМТ-3 при нагрузке 100 г на поверхности шлифа. Результаты определения микротвердости поверхности образцов из исследуемых сталей представлены в виде гистограмм на рис 1.

После обработки экспериментальных данных были разработаны математические модели влияния параметров режима иглофрезерования на изменения величины наклепа на поверхности образцов в виде уравнений регрессии (1) – (4):

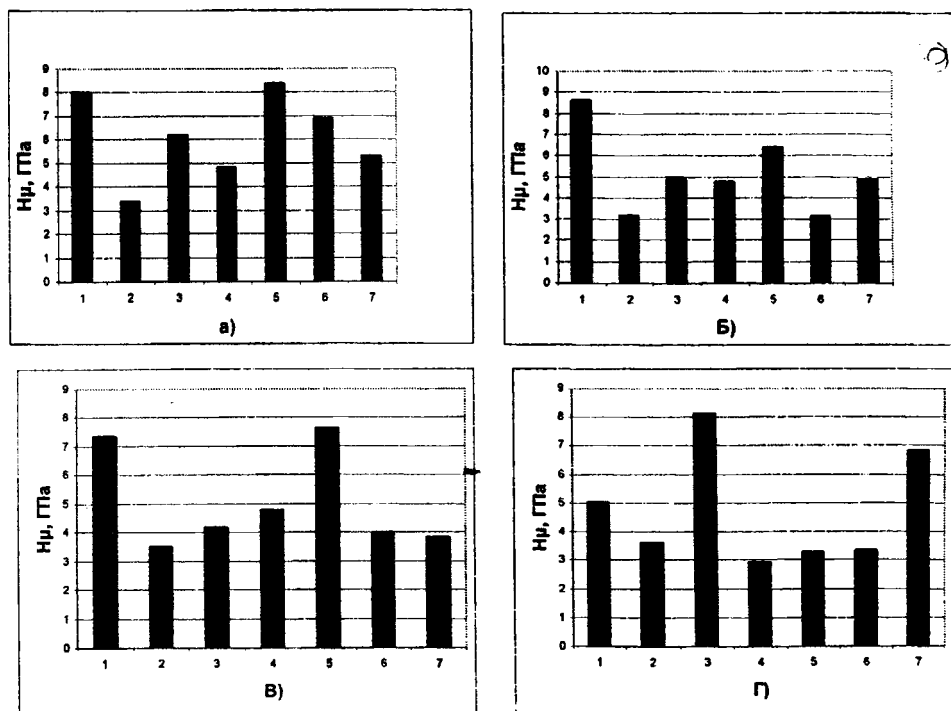


Рис. 1. Сравнение микротвердости поверхности образцов из исследуемых сталей после иглофрезерования (по оси абсцисс номера опытов в соответствии с табл. 1)

20ХН3А

$$H_{\mu} = 5,36 v^{0,113} S^{-0,041} i^{0,092}; \quad (1)$$

20ХНР

$$H_{\mu} = 8,94 v^{0,134} S^{-0,183} i^{0,088}; \quad (2)$$

25ХГМ

$$H_{\mu} = 8,94v^{0,134}S^{-0,183}i^{0,088}; \quad (3)$$

20ХГМ

$$H_{\mu} = 4,29v^{0,042}S^{-0,107}i^{0,032}. \quad (4)$$

На основании уравнений (1) – (4) построены одномерные сечения функции отклика (рис. 2), характеризующие влияние параметров режима иглофрезерования на формирование наклепа на поверхности образцов. Анализ разработанных моделей свидетельствует о следующем.

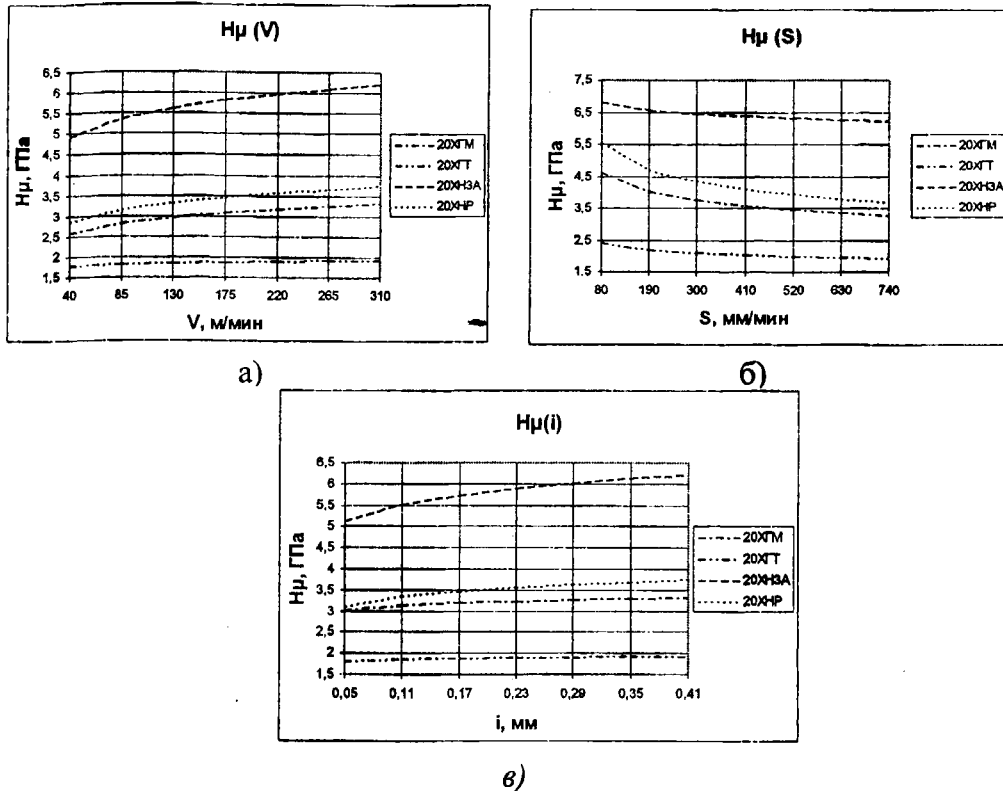


Рисунок 2 - Влияние параметров режима иглофрезерования на формирование наклепа поверхностного слоя: а - скорость резания; б – продольная минутная подача; в – натяг

Характер зависимости изменения микротвердости поверхности от скорости резания (см. рис. 2,а) объясняется тем, что рост этого параметра режима обработки способствует увеличению силового воздействию на обрабатываемую поверхность и превалированию над температурным процессом.

Снижение наклепа с ростом продольной подачи связано с сокращением времени силового воздействия на обрабатываемые участки поверхности (см. рис. 2,б)

Повышение наклепа с увеличением натяга в системе «иглофреза-обрабатываемая поверхность» (см. рис. 2,в) вызвано ростом объема пластической деформации материала поверхностного слоя.

Разработанные модели позволяют оптимизировать параметры режима иглофрезерования и управлять формированием наклепа поверхности деталей из исследованных марок сталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев П.П. Формирование шероховатости поверхности при обработке поверхностей пластической деформацией. Технология машиностроения. – Тула, 1977. – С. 13-17.
2. Костецкий Б.И. Трение, износ и смазка в машинах. – Киев, Техника. 1970. – 395 с.
3. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчета на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – 327 с.: ил.
4. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1969. – 418 с.
5. Ящерицын П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в ма-

пиностроении. – Мн.: Высшая школа, 1985. – 286 с. 6. Баршай И.Л. Обеспечение качества поверхности и эксплуатационных характеристик деталей при обработке в условиях дискретного контакта с инструментом. – Мн., УП «Технопринт», 2003. – с. 246. 7. Поллард Д. Справочник по вычислительным методам статистики/ Пер. с англ. В.С.Занадворова. М.: Финансы и статистика, 1982. - 344 с.

УДК 621.7

Баршай И.Л., Бирич А.В., Гончаров С.П., Фельдштейн Е.Э.

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЧУГУНА

*Белорусский национальный технический университет,
РУП «Минский тракторный завод»
Зеленогурский технический университет
г. Минск, Республика Беларусь,
г. Зелена Гура, Польша*

Качество поверхности в значительной степени определяет эксплуатационные характеристики деталей машин. Установлено, что 70...80% вариаций показателей износостойкости связаны с параметрами шероховатости поверхности деталей машин [1]. Коррозионная стойкость деталей машин также связана с шероховатостью поверхности деталей. Известно [2], что 12% вариации коррозии объясняется изменением характеристик шероховатостью поверхности. Одним из перспективных методов обработки для формирования качества поверхности и эксплуатационных показателей деталей машин является иглофрезерование. Расширение области применения иглофрезерования ограничивается недостаточностью данных влияния параметров режима на формировании топографии обработанной поверхности. Это обуславливает актуальность выполнения данных исследований.

Исследования выполняли на образцах из чугунов марок: ВЧ50, СЧ15 и СЧ25. Иглофрезерование образцов осуществляли на горизонтально-фрезерном станке 6Н82Г. Использовали иглофрезу диаметром $D = 150$ мм, шириной $B = 20$ мм и плотностью набивки 75...85%. Диаметр единичного проволочного элемента $d = 0,3$ мм, вылет $L = 20$ мм. При проведении эксперимента определяли формирование высотных характеристик шероховатости поверхности: R_{max} , R_a и R_z . Измерение характеристик шероховатости до и после обработки выполняли на мобильном приборе для контроля шероховатости поверхности класса точности 1 «Hommel tester» T500 фирмы «Hommelwerke GmbH». Для исследования топографии поверхности был использован комплекс для микро- и макроанализа поверхности на базе микроскопа МКИ-2М-1 (НПО «Планар») с увеличением до 1200 крат и преобразователя изображения с помощью цифровой камеры «Никон» с разрешением 4,5 миллиона пиксель и последующей передачей изображения на ПЭВМ (рис. 1). Определение влияния параметров режима иглофрезерования на изменение характеристик шероховатости поверхности осуществляли на основе математического планирование эксперимента, в частности, метода ЛП₁ – последовательностей [3].

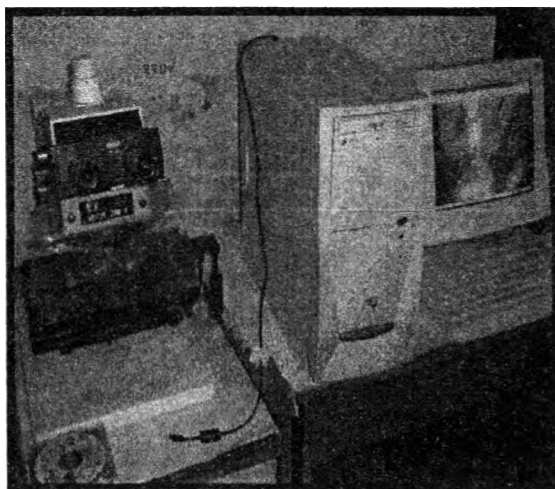


Рисунок 1 - Комплекс для микро- и макроанализа топографии поверхности