

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов В.Ф. Расчеты зуборезных инструментов / В.Ф. Романов. – М.: Машиностроение, 1969. – 255 с.
2. Дорофеев В.Л. Технология производства высокопрочных зубчатых передач. Двойная модификация профиля зубьев // Конверсия в машиностроении. - 2001. - № 5. - С. 79-84.
3. Антонюк В.Е., Кане М.М., Старжинский В.Е., и др. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач / Антонюк, В.Е.[и др.]. – С-Пб.: Профессия, 2007. – 832 с.
4. ГОСТ 13755-81 (СТ СЭВ 308-76). Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные. Исходный контур. – М. – Издательство стандартов. -1981.
5. ГОСТ Р 50531-93. Исходный контур высоконапряженных передач. – М. – Издательство стандартов. -1993.

УДК 621.914.1-669.14:539.4

Галилеев А.Г., Баршай И.Л.

ВЛИЯНИЕ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЯ НА ИЗНОС СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В статье изложены результаты изучения влияния процесса иглофрезерования на износостойкость стальных деталей, в частности, на относительный объемный износ. Использование полученных данных позволит оптимизировать условия для формирования необходимой износостойкости деталей в зависимости от условий эксплуатации.

В основе повышения износостойкости и усталостной прочности деталей лежит воздействие на рабочую поверхность деталей и элементы кристаллической решетки металла путем применения различных видов обработок. В настоящее время с этой целью применяется широкий спектр различных видов обработки, среди которых термические и химико-термические способы, механическая обработка, виброобкатывание, дробе- и гидроструйные методы, электроискровая обработка и т.д. Перспективным методом обработки металла за наибольшую простоту, дешевизну и экологичность по отношению к перечисленным методам считается иглофрезерование.

В качестве инструмента при иглофрезеровании используется иглофреза – режущий инструмент с несколькими сотнями тысяч режущих элементов, собранный в виде тела вращения из прямых и равных по длине отрезков высокоуглеродистой стальной проволоки – игл с твердостью HB 500, с плотностью упаковки на рабочей поверхности 65...85%. Каждая проволока (игла) представляет собой микрорезец с отрицательным передним углом резания. 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. Обязательным условием работоспособности инструмента является упругость каждой иглы и всей совокупности игл, участвующих в контакте с обрабатываемым материалом. Процесс осуществляется при вращении режущего инструмента, который, будучи прижатым к поверхности движущегося изделия (либо двигаясь сам) обрабатывает последнее.

Исследования влияния иглофрезерования на износостойкость конструкционных сталей проводили на образцах – колодках из сталей 45 и 12ХНЗА. Образцы из стали 45 были использованы для сравнения результатов исследований. В качестве другого элемента пары трения (контртела) использовали ролики из закаленной стали 45. Для сравнения использовали образцы из сталей 45 и 12ХНЗА, поверхности которых были обработаны плоским шлифованием.

Обработка плоских поверхностей образцов иглофрезерованием выполнялась на горизонтально-фрезерном станке 6Н82Г. Образцы закреплялись в машинных тисках. Использовалась иглофреза 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.

Исследования трибологических характеристик поверхностей после иглофрезерования выполнялись на машине трения А-135 типа Amsler.

Для определения влияния параметров режима иглофрезерования на изменение характеристик топографии поверхности использовали математическое планирование эксперимента [1]. При планировании исследований применяли метод ЛПт последовательностей. В этом случае точки

реализации экспериментов располагаются в многомерном пространстве таким образом, чтобы их проекции на оси X_1 - X_2 , X_2 - X_3 , ..., X_i - X_j располагались на равном расстоянии друг от друга.

Пример проекции 7 точек на оси X_1 и X_2 изображен на рис. 1. Матрица планирования экспериментов (условия проведения) представлена в таблице 1. Координаты точек рассчитывались из условия $X_{\min}=0$ и $X_{\max}=1$ (таблица 2).

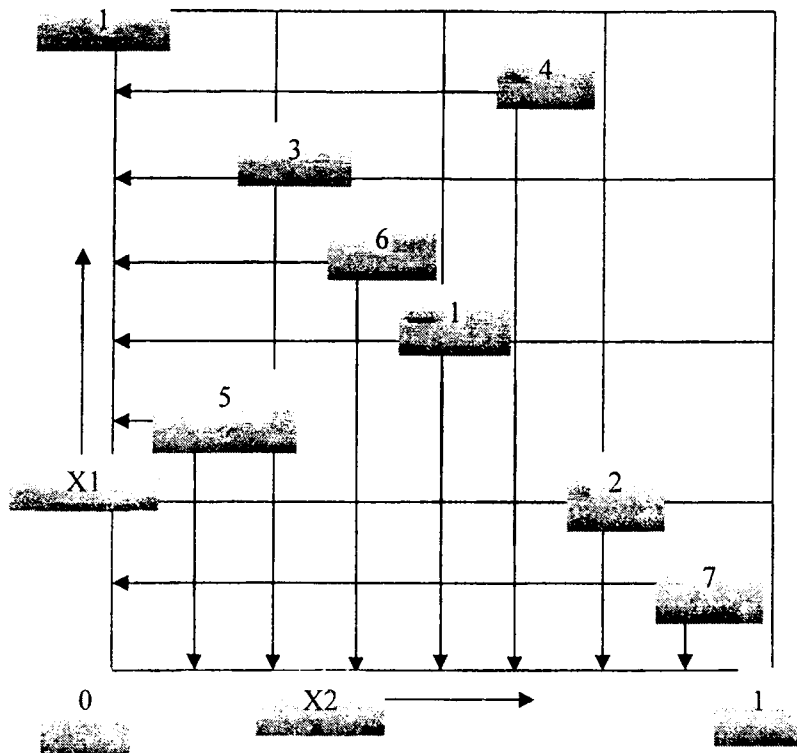


Рис. 1. – Проекция 7 точек на оси X_1 и X_2

Таблица 1 - Матрица планирования эксперимента

Фактор	Точки исследований						
	1	2	3	4	5	6	7
X_1	0,500	0,250	0,750	0,875	0,375	0,625	0,125
X_2	0,500	0,750	0,250	0,625	0,125	0,375	0,875
X_3	0,500	0,250	0,750	0,125	0,625	0,375	0,875

Таблица 2 - Режимы иглофрезерования согласно методу ЛП_т-последовательностей

Номер опыта	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

Результаты ранее выполненных исследований [2] позволили выбрать следующие значения параметров режима иглофрезерования, принятые за основной уровень в данном эксперименте: $v = 340$ м/мин; подачу $S = 660$ мм/мин и натяг $i = 0,45$.

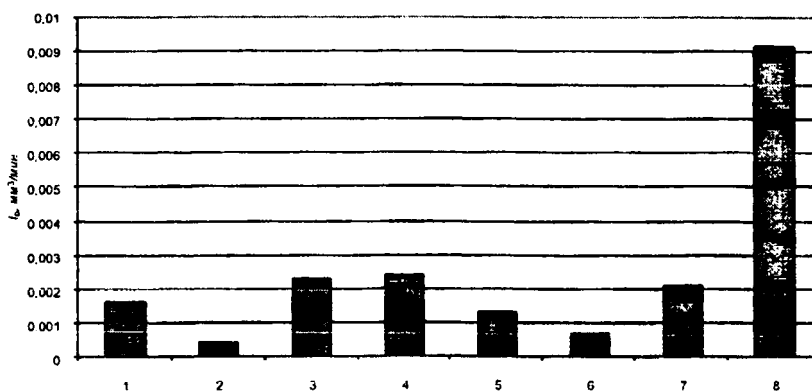
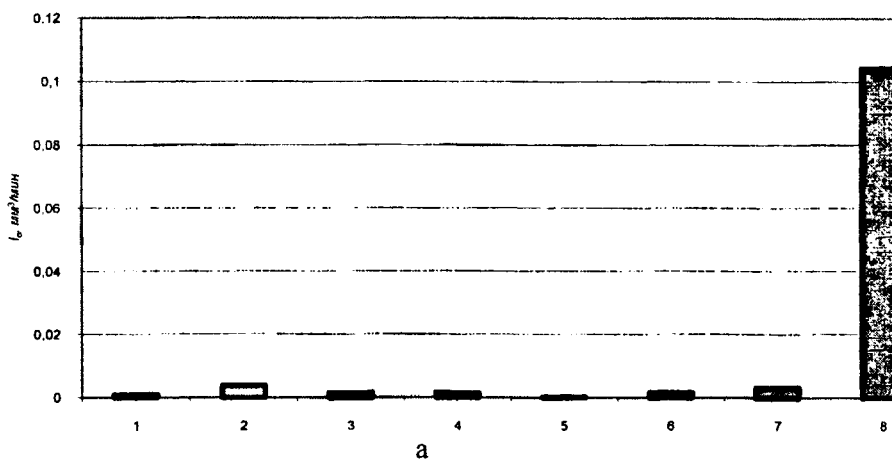
Исследования выполняли в два этапа.

Этап 1 – период приработки: частота вращения 400 мин^{-1} (43,96 м/мин); после 1000 оборотов ролики под нагрузкой 200 Н последняя увеличивалась до 300 Н и эксперимент продолжался 30 мин.

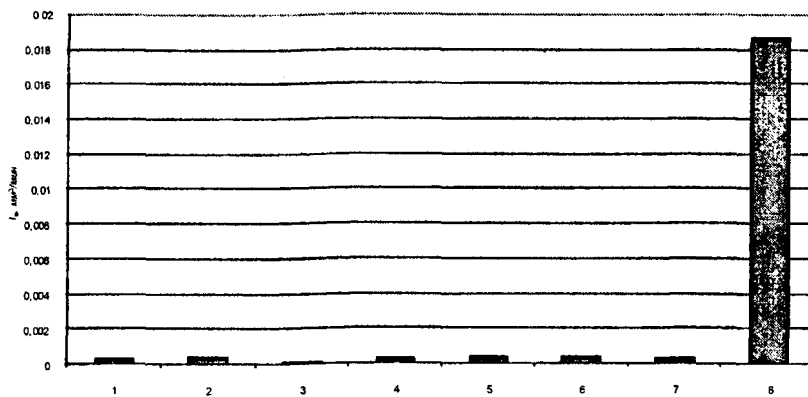
Этап 2 – исследования в условиях возрастающей нагрузки: частота вращения 300 мин^{-1} (21,98 м/мин); после 1000 оборотов при нагрузке 300 Н последняя увеличивалась через каждую 1000 оборотов на 100 Н до достижения уровня 1000 Н; общее время эксперимента 40 мин.

В процессе экспериментов выяснилось, что относительный объемный износ (интенсивность изнашивания) образцов из стали 12ХН3А весьма незначителен и мало зависит от режимов иглофрезерования как в условиях приработки, так и при неравномерной возрастающей нагрузке. Для образцов из стали 45 различия в интенсивности изнашивания при неравномерной возрастающей нагрузке существенны (в несколько раз) и зависят от режимов иглофрезерования (рис. 2.). Характер зависимости этой характеристики износа от параметров режима иглофрезерования для образцов из сталей 20ХН3А, 25ХГМ, 25ХГТ и 20ХНР аналогичен стали 12ХН3А. Однако, величина относительного объемного износа для сталей 20ХН3А, 25ХГМ, 25ХГТ и 20ХНР выше на 5...10 %, чем у стали 12ХН3А, что объясняется большим содержанием углерода в этих сталях.

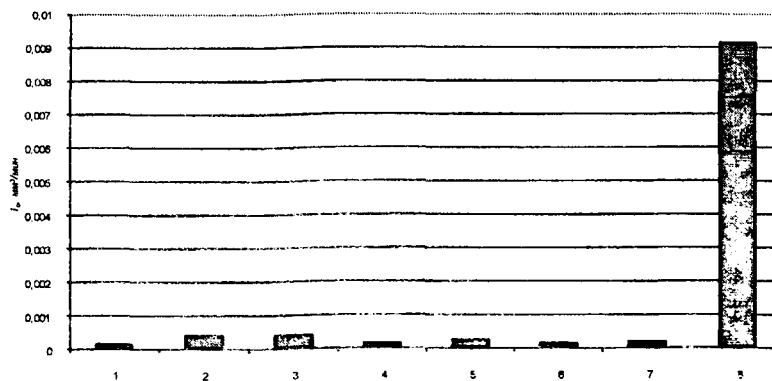
Интенсивность изнашивания шлифованных образцов как для стали 12ХН3А, так и для стали 45 значительно (в несколько десятков раз) превышает обработанные иглофрезерованием. Совершенно очевидно, что такое различие обусловлено весьма большим наклепом иглофрезерованных поверхностей по сравнению со шлифованными.



б



В



Г

Рис. 2. Относительный объемный износ трущихся поверхностей стали 12ХН3А (а, в) и 45 (б, г), обработанных иглофрезерованием (1 – 7) и шлифованием (8): а, б – в условиях переменной возрастающей нагрузки; в, г – в период приработки

Анализ полученных данных позволил разработать математические модели в виде уравнений множественной регрессии для описания зависимости относительного объемного износа от режимов обработки (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 - Регрессионные зависимости для стали 12ХН3А

Относительный объемный износ

Период приработки

$$I_0 = 0,06 v^{-0,679} S^{-0,657} t^{1,183}$$

Переменная возрастающая нагрузка

$$I_0 = 0,035 v^{-0,887} S^{0,20} W^{-0,467}$$

Таблица 4 - Регрессионные зависимости для стали 45

Относительный объемный износ

Период приработки

$$I_0 = 0,00146 v^{0,266} S^{-0,755} t^{-0,909}$$

Переменная возрастающая нагрузка

$$I_0 = 0,012 v^{-0,266} S^{-0,755} t^{-0,905}$$

Результаты анализа представленных зависимостей свидетельствует о том, что интенсивность изнашивания существенно зависит от параметров режима иглофрезерования, что, несомненно, связано с одной стороны с разной степенью упрочнения поверхностного слоя, с другой – с

химическим составом исследованных сталей. Установлено, что более жесткие режимы иглофрезерования поверхности используются, тем меньше оказывается интенсивность изнашивания поверхности. В связи с этим быстроизнашивающиеся поверхности необходимо обрабатывать при высоких скоростях резания и натягах.

Выявлено также, что с увеличением легирующих элементов в составе сталей возрастает интенсивность его изнашивания. Это связано с переходом карбидов (например, хрома и никеля) из металлической матрицы в смазочный слой, что увеличивает интенсивность изнашивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ящерицын П.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении. – Мн.: Высшая школа, 1985.–286 с. 2. Баршай И.Л. Обеспечение качества поверхности и эксплуатационных характеристик деталей при обработке в условиях дискретного контакта с инструментом. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 244 с.

УДК 621.95

Дечко Э.М., Ивашин Э.Я., Воронович А.В.

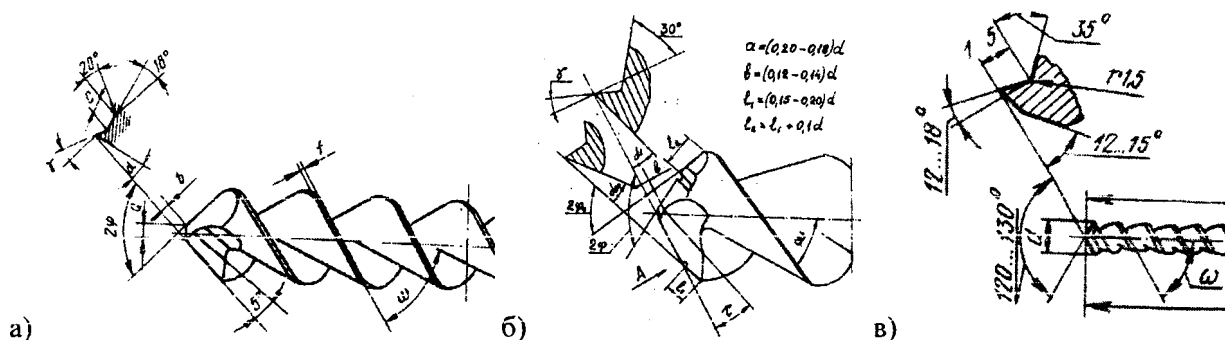
РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ ШНЕКОВОГО СВЕРЛА

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Разработанная 3D модель шнекового сверла позволила детально исследовать параметры транспортирующей и режущей части инструмента при изменении нагрузок, сопровождающих процессы резания. Описана методика разработки твердотельной 3D модели шнекового сверла для дальнейшего исследования влияния сил резания на деформации и напряжения в его режущей и транспортирующей частях.

Особенностью конструкций сверл шнекового типа является разделение рабочей части на режущую и транспортирующую. Это позволяет применять оптимальные параметры режущей части сверла для различных групп обрабатываемых материалов. Разделение рабочей части спиральных сверл для глубокого сверления было предложено в лаборатории Тольяттинского политехнического института, где под руководством профессора А.Н. Резникова были разработаны сверла ИПИЛ, ИПИЛ-2 с углом $\omega = 450$. Данный принцип разработки рабочей части спиральных сверл был реализован в шнековых сверлах, рис. 1.[1,2].



а) – для среднеуглеродистых сталей; б) – для ферритно-аустенитных и малоуглеродистых сталей; в) – для чугунов

Рис. 1. – Шнековые сверла со специальными заточками