

of temperature of cutting on forward and back surfaces of the instrument is conducted. The new modification MGUA with allowance for of lead in the class of function of supports of analytical relations on definition of temperature is offered and the model is obtained. The analysis is conducted and the guidelines for reaching optimum stability of an end hob are given.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. - Киев: Наукова думка, 1983. - 294 с.
2. Родин П.Р., Равская Н.С., Касьянов А.И. Монолитные твердосплавные концевые фрезы. - Киев: Техника, 1985. - 65 с.
3. Васин С.А., Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов. Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании. - Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 447с.
4. Равская Н.С., Ковалева Л.И. Применение методов самоорганизации для идентификации процессов и объектов. Lucrările științifice ale simpozionului internațional "UNIVERSITARIA ROPET 2002" - INGINERIE MECANICĂ / ***, Petroșani: Focus, 2002.
5. Касьянов А.И. Совершенствование конструкций монолитных твердосплавных концевых фрез: Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. - Киев: КПИ, 1979. - 372с.

Поступила в редколлегию 16 декабря 2002г.

УДК 621.919

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА ИЗНОСА РЕЖУЩИХ ПРОТЯЖЕК, ПОДВЕРГНУТЫХ ИОННОМУ АЗОТИРОВАНИЮ В БЕЗВОДОРОДНОЙ СРЕДЕ

С.Ф. Студенец, н.с.

(Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакула НАН Украины)

Режущие протяжки являются одним из наиболее производительных видов инструментов, в то же время это сравнительно дорогой инструмент. Экономическая эффективность применения режущих протяжек в значительной мере зависит от стойкости инструмента. Износостойкость протяжек определяется не только выбором рациональных технологических режимов, геометрических параметров и конструкций инструмента, но и свойствами материала, из которого он изготовлен. В инструментальном производстве для изготовления режущих протяжек, предназначенных для обработки отверстий в деталях из чугуна, в качестве инструментального материала используются твердые сплавы марки ВК и быстрорежущие стали, в основном Р6М5, Р6М5К5. Твердосплавные протяжки значительно превосходят по стойкости быстрорежущие. Однако дефицитность и непрерывно возрастающая стоимость исходных компонентов твердых сплавов, высокая энергоемкость процесса спекания, необходимость использования алмазного инструмента при изготовлении твердосплавных протяжек существенно ограничивают их применение. Поэтому проблема повышения износостойкости протяжек из быстрорежущих сталей является актуальной.

Выполненный комплекс исследований по изучению износостойкости режущих протяжек из сталей Р6М5 и Р6М5К5 для обработки отверстий в деталях из серого чугуна (НВ 1,6-2,2 ГПа) с диффузионными слоями, полученными по методу безводородного ионного азотирования, показал, что нанесение таких покрытий является эффективным методом повышения работоспособности протяжек, увеличивающим их стойкость до 12 раз по сравнению с обычным инструментом. Режимы нанесения покрытий и микротвердость азотированного слоя представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Режимы технологии БИА

Номер режима	Давление в камере, Па	Время выдержки, мин	Температура, eC	Состав насыщающей среды	Путь резания L, м	Микротвердость HV, ГПа
1	239,98	120	490	25% аргона	48,4	11,40
2	239,98	240	490	75% азота	44,0	11,97
3	106,66	120	490		13,2	15,64
4	106,66	240	490		154,0	13,99
Неазотированный инструмент					11,0	8,04

Особенностью исследуемых протяжек являлось то, что они срезают тонкие слои, максимальная толщина которых не превышала 0,2 мм, при этом предельные отклонения диаметров зубьев находились в пределах 5-20 мкм, поэтому протяжки не перетачивались, а эксплуатировались до наступления полного износа. Протягивание применялось в качестве чистовой операции, поэтому был принят технологический критерий износа - качество и точность обработанной поверхности.

В целом, как показали исследования, механизм износа азотированных протяжек аналогичен характеру износа обычных:

- при обработке серого чугуна обычными и азотированными протяжками преобладают два вида износа - абразивный и адгезионный. Абразивный износ выражается в царапании контактных поверхностей зубьев протяжки твердыми включениями обрабатываемого материала. Адгезионный износ происходит в результате вырывания микрочастиц с поверхности инструмента при срывании нароста;
- износ зубьев как обычных, так и азотированных протяжек происходит преимущественно по задним поверхностям и выражается в образовании фаски износа f_z с нулевым или отрицательным задним углом ($\alpha_f \leq 0^\circ$), а также в увеличении радиуса округления режущего лезвия - ρ (рис. 1);

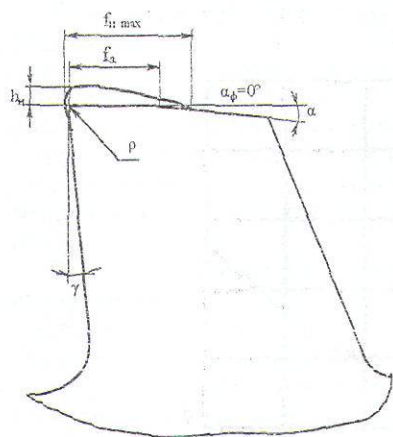


Рисунок 1 - Форма нароста на зубе режущей протяжки

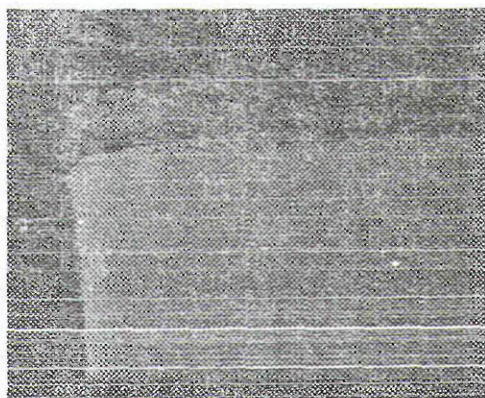


Рисунок 2 - Продольный разрез зуба протяжки

- образование фаски с $\alpha_f \leq 0\epsilon$, а также увеличение ρ сопровождаются адгезионными образованиями обрабатываемого материала в виде нароста, который наиболее развит на задних поверхностях зубьев (рис. 1, 2);
- при достижении наростом определенных размеров наступает увеличение диаметра обработанного отверстия - разбивка и резкое ухудшение шероховатости протянутой поверхности: дальнейшая эксплуатация инструмента становится невозможной;
- шероховатость протянутой поверхности определяется наличием и размерами адгезионных образований на задних поверхностях чистовых и калибрующих зубьев протяжки;
- площадь основания нароста определяется размерами площади износа задней поверхности зуба, т.е. шириной фаски износа, увеличение размеров фаски износа по задней поверхности ведет к увеличению размеров нароста.

Однако анализируя результаты стойкостных производственных испытаний, были установлены различия в характере износа упрочненных и обычных протяжек, оказывающие существенное влияние на стойкость:

- кривые зависимости величины износа протяжек от пути резания у азотированных протяжек имеют участки начального, установившегося и катастрофического износа, а у обычных протяжек они отсутствуют (рис. 3);

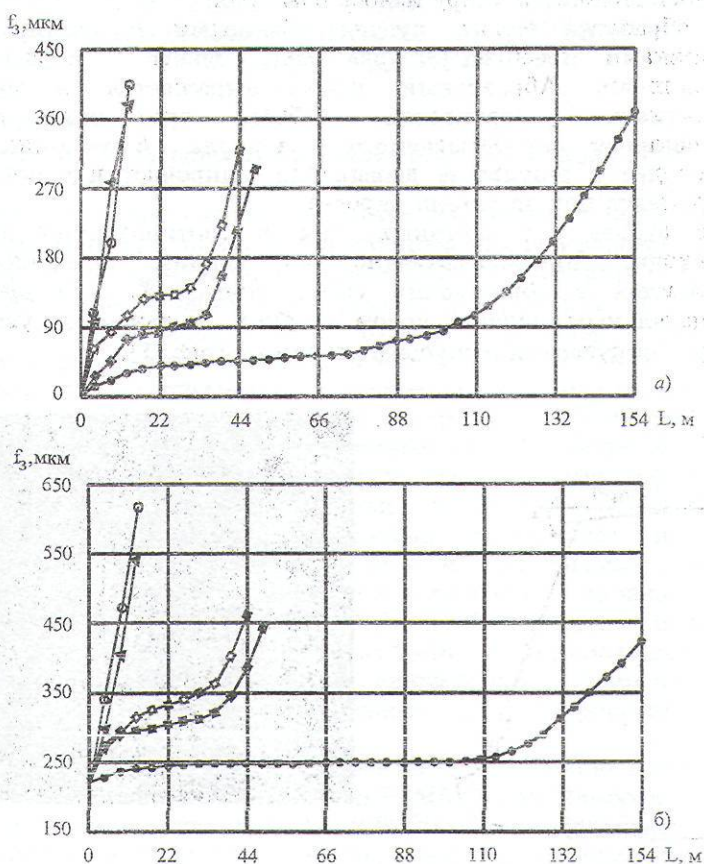


Рисунок 3 - Зависимость ширины фаски износа от пути резания:
а) черновой зуб протяжки; б) чистовой зуб протяжки;

□ - режим 1; ■ - режим 2; ○ - режим 3; ● - режим 4; ◄ - инструмент без диффузионного слоя

- интенсивность увеличения ширины фаски износа на задней поверхности f_3 (рис. 1, 3) у азотированных протяжек значительно ниже, чем у обычных, что объясняется более высокой микротвердостью рабочих поверхностей с диффузионным покрытием. Однако увеличение микротвердости свыше HV 14 ГПа ведет к интенсивному выкрашиванию режущего лезвия (рис. 4);

- площадь, охватываемая наростом на задних поверхностях зубьев, не зависит от режима нанесения азотированного слоя и определяется исключительно размерами фаски износа с $\alpha_f \leq 0e$;



Рисунок 4 - Продольный разрез зуба протяжки, упрочненной по режиму № 3

- физико-механические свойства, структура и фазовый состав азотированного слоя, определяющиеся параметрами режима БИА, оказывают существенное влияние на характер протекания адгезионного износа;

- величина износа азотированного слоя влияет на характер износа зубьев протяжки (рис. 5).

Интенсивность износа зубьев протяжек, упрочненных БИА по режимам №1, 2, 4, значительно меньше по сравнению с инструментом без диффузионного слоя. Оптимальным по параметрам стойкости и качества обработанной поверхности является режим №4. Азотирование по указанному режиму позволяет получить также сочетание параметров диффузионного слоя (глубина, фазовый состав, структура, физико-механические характеристики), которое обеспечивает минимальную величину его износа в период начального и равномерного износа.

Основным отличием механизма износа режущих протяжек с диффузионным слоем, полученным методом БИА, от обычного инструмента является значительное уменьшение интенсивности абразивного и адгезионного износа за счет изменения свойств рабочих поверхностей инструмента. Снижение интенсивности абразивного и адгезионного износа инструмента достигается путем определения оптимального сочетания физико-механических свойств, глубины, строения и фазового состава азотированного слоя для конкретных условий резания. Регулируя технологические параметры процесса БИА, можно оказывать влияние на свойства диффузионного слоя и, таким образом, управлять процессом изнашивания режущих протяжек.

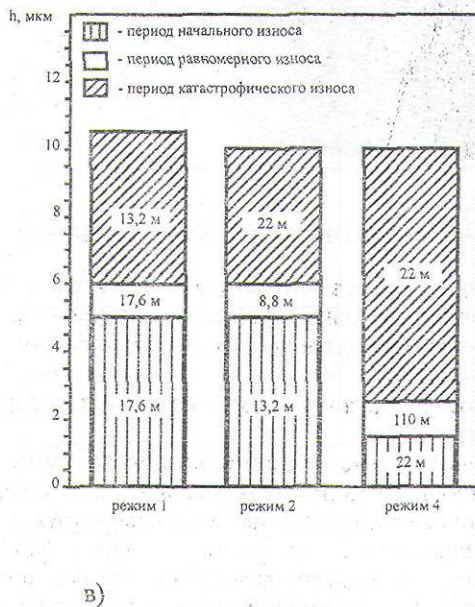
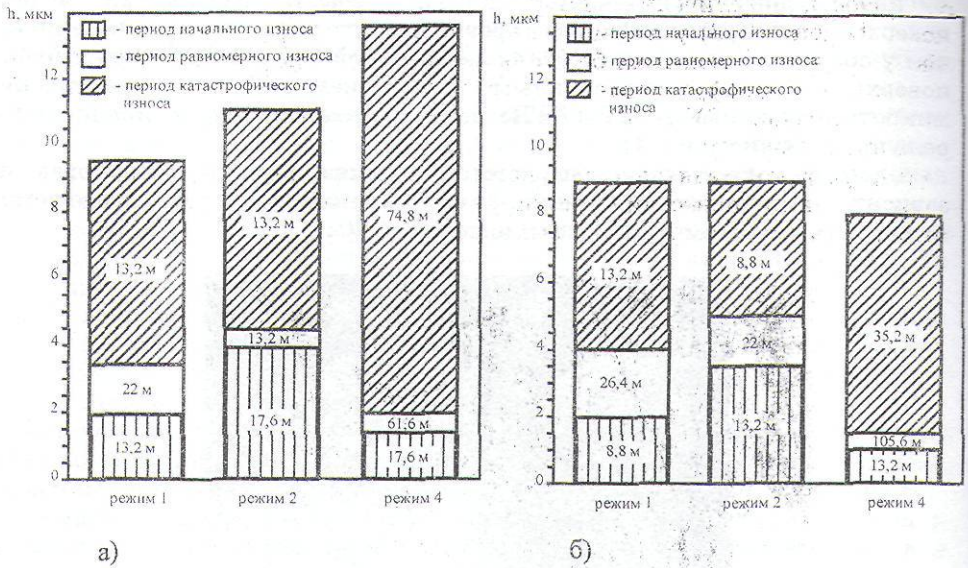


Рисунок 5 - Гистограмма зависимости износа диффузионного слоя на задней поверхности зуба протяжки от пути резания: а) черного зуба; б) чистового зуба; в) калибрующего зуба

SUMMARY

In this article some features of wear mechanics of diffusion coated broach are described. The method of coating was hydrogen-free ionic nitriding. The results of investigation of influence of coating conditions on broach wear in the case of hole processing in cast iron are represented.

Поступила в редколлегию 16 декабря 2002г.