

Исследование стойкости режущего инструмента при обработке конструкционных материалов на станках с ЧПУ

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

Приведены результаты исследования стойкости многогранных пластин ISCAR при точении закаленной стали 45 с ударом и без удара. Эти пластины имеют угол при вершине 80 градусов и изготовлены из твердого сплава IC 830. В эксперименте были использованы пластины с двумя видами покрытия с микроструктурным покрытием, осажденным по методу КИБ, и наноструктурным покрытием $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$ осажденным по модифицированному методу КИБ + импульсная подача потенциала (КИБ + ИПП). Показано преимущество использования твердосплавных пластин с наноструктурным покрытием $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$, поскольку наблюдается увеличение стойкости инструмента на 15 ... 20%.

Ключевые слова: стойкость режущего инструмента, наноструктурные покрытия.

Введение

В связи с развитием автоматизированного производства деталей машин и ракетно-космической техники предъявляются новые, более высокие требования к режущему инструменту и методам изготовления деталей. С точки зрения эффективности автоматизированного производства совершенствование и создание новых методов обработки по сравнению с другими направлениями развития отрасли дает наиболее высокий экономический эффект. Одним из перспективных направлений является применение новых технологий физико-химического модифицирования поверхностных слоев режущего инструмента. Существенное повышение работоспособности режущего инструмента достигается за счет нанесения покрытий, которые повышают твердость и износостойкость. Однако проблема обеспечения требуемого качества инструмента ещё далека от решения и наиболее остро стоит при обработке деталей из специальных конструкционных сталей, в том числе труднообрабатываемых, а также при точении закаленных материалов, которое сопровождается ударом вследствие неравномерного прокаливания поверхности. Последнее является серьезным препятствием при внедрении автоматизированной системы инструментального обеспечения (АСИО) на предприятиях машиностроения.

Методика проведения эксперимента

Для оценки результатов технологического процесса осаждения покрытия был выбран процесс черновой токарной обработки закаленной стали 45 ГОСТ 2590-2006 с твердостью 32...42 HRC резцами со сменными многогранными твердосплавными пластинами. Исследование износа режущего инструмента проводилось в два этапа: на первом этапе осуществлялось точение в сплошном материале, на втором этапе рассматривался процесс обработки при точении с ударом, который имитировался с помощью заготовки, где были выполнены три паза, симметрично расположенных по окружности. Процесс обработки был реализован на обрабатывающем центре токарно-фрезерной группы производства Японской фирмы Okuma Multus B300CII, модель ЧПУ OSP – P300S. Управляющие програм-

мы для обработки экспериментальных образцов были разработаны с помощью программного обеспечения SolidWorks и приложения SolidCAM. Режимы обработки, рекомендованные фирмой - производителем твердосплавных пластин, были выбраны из каталога [1]. Для пластин ISCAR из материала IC 830 назначали следующие режимы при точении без удара в сплошном материале: скорость $V_p = 120$ м/мин, подача $S = 0,3$ мм/об, глубина $t = 2$ мм, при точении с ударом скорость $V_p = 50$ м/мин, подача $S = 0,1$ мм/об, глубина $t = 0,3$ мм. Для измерения величины износа режущего инструмента по задней поверхности использовали инструментальный микроскоп БМИ-1Ц. Критерием износа режущего инструмента по задней поверхности было принято значение $h_3 = 0,5$ мм. Предварительно было определено, что при достижении такой величины износа пластины (режущая кромка) уже не могут эффективно эксплуатироваться. При визуальном наблюдении и измерении величин износа видно, что износ инструмента с микроструктурным покрытием $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$ при точении закаленной стали 45 ГОСТ 2590-2006, носит характер разрушения задних поверхностей пластин (рисунок 1).

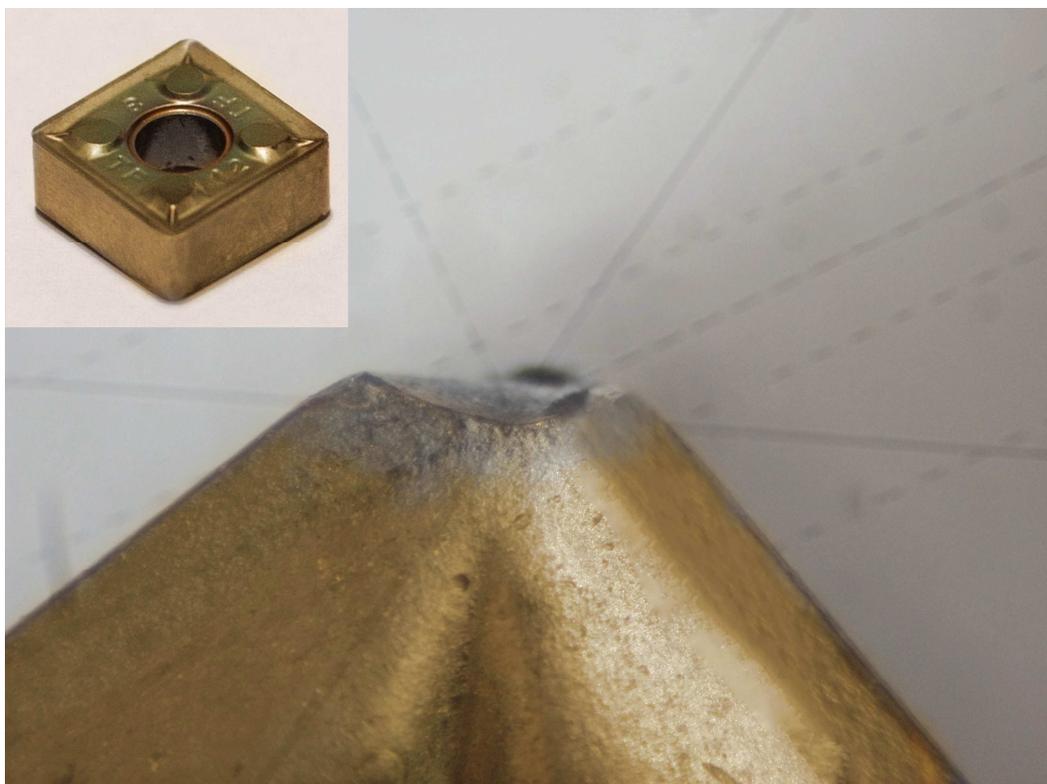


Рис. 1. Износ инструмента с микроструктурным покрытием $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$

Результаты эксперимента и их обсуждение

На рисунке 2 показан график зависимости износа от времени задней поверхности режущей кромки при точении без удара, а на рисунке 3 – при точении с ударом.

Сравнение графиков показывает, что при использовании инструмента с наноструктурным покрытием, осажденным по методу КИБ+ИПП, наблюдается повышение стойкости режущего инструмента на 15 ... 20%, по сравнению с инструментом, имеющим микроструктурное покрытие.

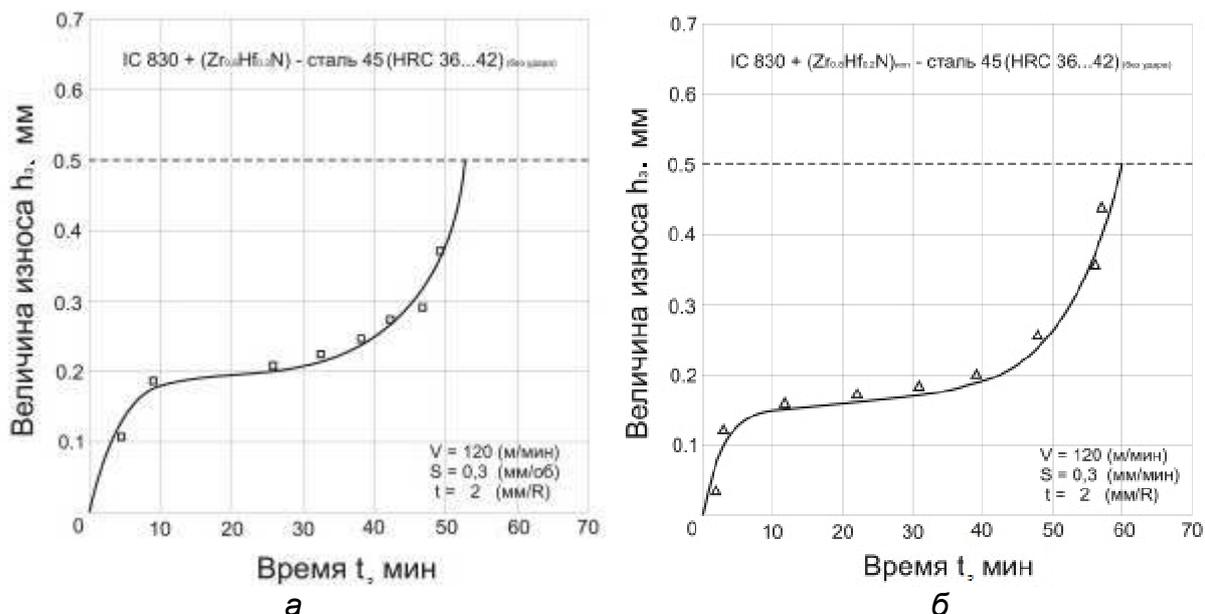


Рис. 2. Зависимость износа по задней поверхности h₃ от времени, пластина ISCAR +КИБ, точение без удара

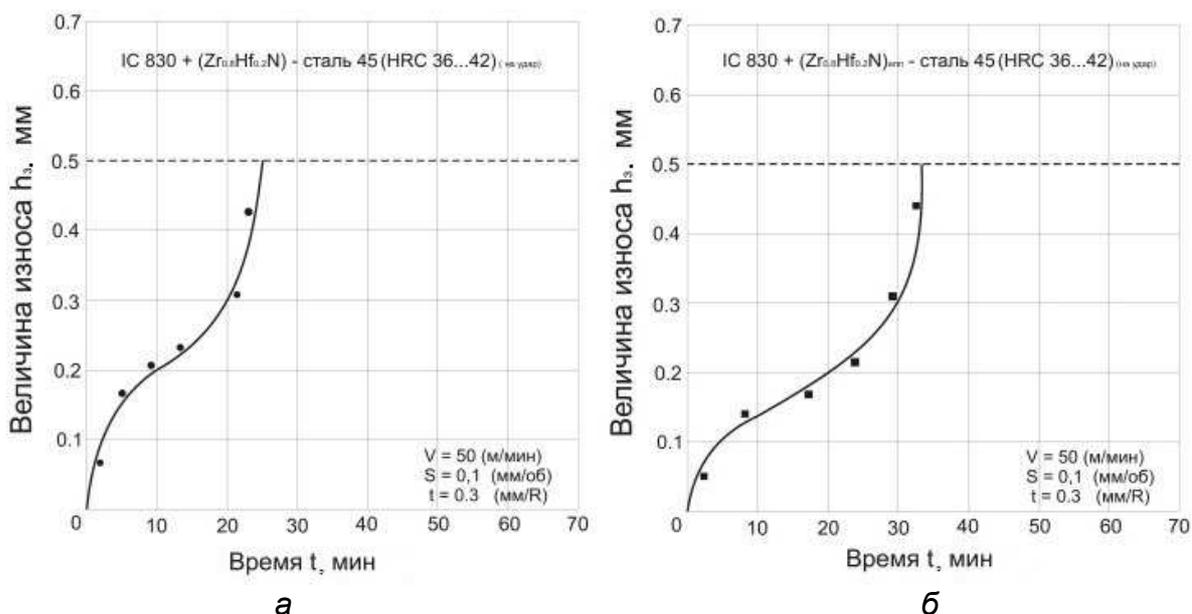


Рис. 3. Зависимость износа по задней поверхности h₃ от времени, пластина ISCAR – КИБ, точение с ударом

По результатам исследований была также определена масса снимаемого материала, за период стойкости инструмента T.

Масса снятой стружки, кг, находим по формуле, предложенной в работе [4]:

$$G = \frac{\gamma V_p S t_p T}{10^6}, \quad (1)$$

где γ – плотность материала мишени, кг/м³; V_p – скорость резания, м/мин; S – по-

дача, мм/об; t_p – глубина резания, мм; T – срок эксплуатации инструмента, мин.
Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

Масса снимаемой стружки за период стойкости

Состояние поверхности и условия резания	Подача S , мм/об	Стойкость, мин	Объем снимаемого материала, кг
Покрытие $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$ КИБ + ИПП. Твердый сплав IC830, точение без удара; скорость резания 120 м/мин, глубина резания 2 мм	0,3	60	7,2
Покрытие $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$ КИБ + ИПП. Твердый сплав IC830, точение с ударом; скорость резания 50 м/мин, глубина резания 0,3 мм	0,1	33	1,5

Заключение

На основании проведенного эксперимента по точению закаленной стали 45 ГОСТ 2590-2006 можно сделать выводы, что при использовании наноструктурного покрытия, полученного методом КИБ+ИПП наблюдается повышение стойкости на 15 ... 20% по сравнению с методом КИБ. Полученные результаты могут быть реализованы на предприятиях при внедрении автоматизированного процесса резания. При стоимости сменных многогранных пластин порядка 300 грн это экономить до 60 грн на пластине.

Список литературы

1. <http://www.iscar.com.ua/catalogs.aspx/CountryId/33>.
2. Костюк, Г. И. Физико-технические основы напыления покрытий, ионной имплантации и ионного легирования, лазерной обработки и упрочнения, комбинированной технологии [Текст]: моногр. / Г. И. Костюк. – К.: АИНУ, 2002. – Кн. 1. – 587 с.
3. Шулаев, В. М. Сверхтвердые наноструктурные покрытия в ННЦ ХФТИ / В. М. Шулаев, А. А. Андреев // Физическая инженерия поверхности. - 2008. - Т.6, №1-2. - С. 4 – 19.
4. Костюк, Г. И. Эффективные покрытия и модифицированные упрочненные слои на режущих инструментах [Текст]: моногр.-справ./ Г. И. Костюк. – К.: Междунар. академ. наук и иннов. техн., 2012. – 728 с.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А. И. Долматов, зав. каф. Национального аэрокосмического университета «ХАИ» им. Н.Е. Жуковского, Харьков

Поступила в редакцию 05.09.2014

Дослідження стійкості різального інструменту при обробці конструкційних матеріалів на верстатах із ЧПК

У статті наведено результати дослідження стійкості багатогранних пластин ISCAR при точінні загартованої сталі 45 з ударом і без удару. Ці пластини мають кут при вершині 80 градусів і виготовлені з твердого сплаву IC 830. В експерименті використано пластини з двома видами покриття, з мікроструктурним покриттям, нанесеним за методом КІБ, і наноструктурним покриттям $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$ нанесеним за модифікованим методом КІБ + імпульсна подача потенціалу (КІБ + ІПП). Доведено перевагу використання твердосплавних пластин із наноструктурним покриттям $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$, оскільки спостерігається збільшення стійкості інструменту на 15 ... 20%.

Ключові слова: стійкість різального інструменту, наноструктурні покриття.

Investigation of resistance of the cutting tool at an-processing of structural materials on CNC machines

The paper presents the results of a study of resistance polyhedral plates ISCAR, when turning hardened steel 45 with a bang and without knocking. These plates have a vertex angle of 80 degrees, and are made of hard alloy IC 830. In experimen-plates were used with two types of coverage, the covering to the microarray-Thieme deposited by the CIB, and nanostructured coatings $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$ deposited by the modified method of CIB + pulse supply potential (CIB + IPP). The advantage of using carbide inserts with nanostructure coating $Zr_{0,8}Hf_{0,2}N$, because there is an increase in tool life by 15 - 20%.

Keywords: resistance of the cutting tool, nanostructured coatings.