

УДК 621.941

Л. Н. Девин, И. А. Петруша, доктора технических наук¹; А. А. Осадчий, Ю. А. Мельничук,
кандидаты технических наук¹; В. В. Гончар, студент²

¹Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

²Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

ОСОБЕННОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ РЕЗЦОВ НА ОСНОВЕ cBN С МАТРИЦЕЙ ГРУППЫ VL ПРИ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКЕ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ

Исследованы закономерности изнашивания режущих пластин из композитов на основе cBN разного фазового состава и различных технологий спекания с керамической матрицей группы VL при чистовой обработке закаленных сталей.

Ключевые слова: кубический нитрид бора, закаленная сталь, износ, чистовая обработка, сверхтвердые материалы.

Введение

Современные экономические условия работы машиностроительных предприятий, требуют непрерывного повышения эффективности механической обработки, которая определяется, прежде всего, производительностью и себестоимостью, в свою очередь зависящими от стойкости режущего инструмента и скорости резания. Среди процессов, свойственных механической обработке, важное место занимает контактное взаимодействие в системе инструмент – деталь, так как оно существенно влияет на качество поверхностного слоя, стойкость инструмента и эффективность протекания адгезионных и диффузионных процессов в зоне обработки, а в итоге на качество обрабатываемых изделий в целом. В настоящее время, наиболее эффективны для обработки труднообрабатываемых закаленных сталей твердостью 50...65 HRC инструменты, оснащенные поликристаллическими сверхтвердыми материалами (ПСТМ) на основе кубического нитрида бора (КНБ). Чистовая токарная обработка деталей из закаленных сталей инструментом из КНБ позволяет в некоторых случаях отказаться от шлифования – традиционного способа получения поверхностей с шероховатостью – $Ra < 1,25$ мкм. Одной из наиболее важных характеристик режущего инструмента в процессе чистового точения закаленных сталей является стойкость. Это особенно актуально при обработке крупногабаритных деталей, таких как прокатные валки, когда необходимо произвести обработку за один проход без смены режущего инструмента.

К прогрессивным материалам на основе КНБ, которые применяются при высокоскоростной обработке закаленных сталей, относятся композиты с керамической матрицей группы VL [1].

Цель настоящей работы – исследовать особенности изнашивания резцов на основе cBN группы VL разного фазового состава и различных технологий спекания.

Методика исследования

Исследовали стойкость режущих пластин из композитов на основе cBN с керамической матрицей группы VL при чистовой обработке закаленных сталей [1]. В качестве характеристики износа режущего инструмента приняли ширину фаски износа по задней поверхности h_3 . Общепринятым критерием износа для инструментов из ПСТМ на основе КНБ является величина $h_3 = 0,3$ мм. Износ резца по задней поверхности h_3 измеряли специальным оптическим приспособлением, не снимая резец со станка. Такой подход позволил избежать погрешности от перестановки резца и сократить продолжительность измерений.

Исследования проводили с помощью высокоточного станка с ЧПУ ТПК-125ВМ [2; 3]. Обрабатываемый материал – сталь ХВГ твердостью 51...59 HRC. Режимы резания: $v = 2$ м/с; $S = 0,11$ мм/об.; $t = 0,1$ мм. Геометрические параметры инструмента: $\gamma = -10^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\phi = 45^\circ$; $\phi_1 = 45^\circ$. Режущие пластины четырехгранной формы (шириной $a = 5,56$ мм, толщиной $S = 3,18$ мм, радиусом при вершине $r = 1,2$ мм). Исследовали три партии пластин: 1 – cBN-TaN-Si₃N₄, сухое смешивание в сите (параметры спекания: $p = 7,7$ ГПа; $T = 1750$ °С; $t = 45$ с); 2 – cBN-TiCN-Si₃N₄-SiC, смешивание в

ацетоне (параметры спекания: $p = 7,7$ ГПа; $T = 2020$ °С; $t = 45$ с); 3 – cBN-TaN-Si₃N₄-SiC, смешивание в ацетоне (параметры спекания: $p = 7,7$ ГПа; $T = 2020$ °С; $t = 45$ с).

Для контроля силовых и вибрационных параметров при точении использовали автоматизированную систему исследования процесса резания, разработанную в Институте сверхтвёрдых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины (рис. 1) [4; 5].

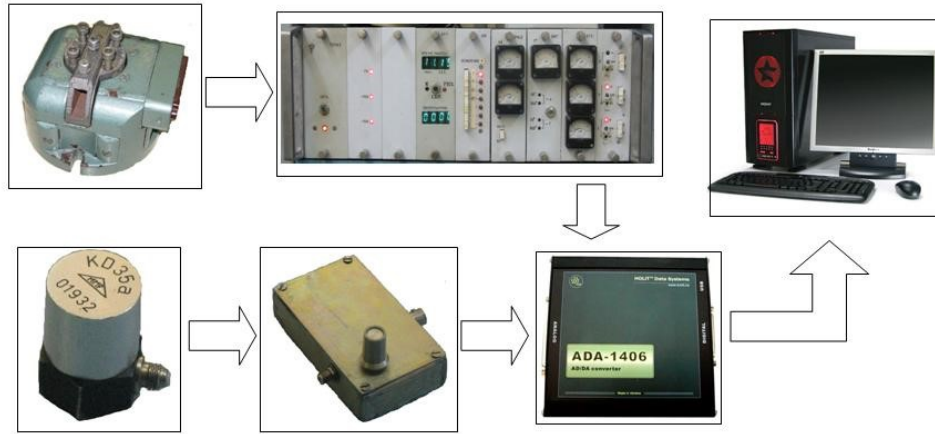


Рис. 1. Блок-схема автоматизированной системы исследования процесса резания

Система состоит из токарного станка повышенной точности ТПК-125 ВМ, трех компонентного динамометра УДМ-100, тензостанции «Топаз», акселерометра КД 35а фирмы «Metra Mess und Frequenztechnik», АЦП ADA 1406 ООО «ХОЛИТ Дэйта Системс» и персонального компьютера.

Автоматизированная система позволяет снимать сигнал по трем составляющим силы резания (P_x, P_y, P_z), а также контролировать виброускорения в процессе обработки.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования пластин трёх партий, получили кривые износа резцов, из композитов на основе КНБ разной технологии изготовления приведены (рис. 2) и графики изменения сил резания в процессе чистовой обработки стали ХВГ.

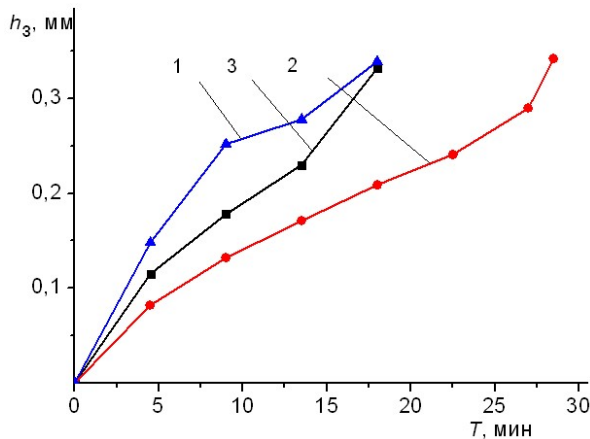


Рис. 2. Кривые износа резцов из композитов на основе КНБ: 1 – cBN-TaN-Si₃N₄; 2 – cBN-TiCN-Si₃N₄-SiC; 3 – cBN-TaN-Si₃N₄-SiC

Согласно результатам исследований наибольшую стойкость имели пластины второй партии ($T \approx 30$ мин), меньшую стойкость имели пластины первой и третьей партий ($T \approx 20$ мин).

Следует отметить, что несмотря на одинаковую стойкость пластин первой и третьей партий, характер их изнашивания различный. Так, пластины третьей партии изнашивались равномерно до износа по задней поверхности $h_3 = 0,26$ мм, после чего наблюдался интенсивный износ до критического значения, который сопровождался резким повышением сил резания (рис. 3) и амплитуды колебаний (рис. 4) в процессе точения.

Пластины первой партии интенсивнее изнашивались на этапе приработки. Режим стабильного изнашивания наступал при достижении износа по задней поверхности $h_3 = 0,22$ мм, после чего резец изнашивался до износа $h_3 = 0,30$ мм.

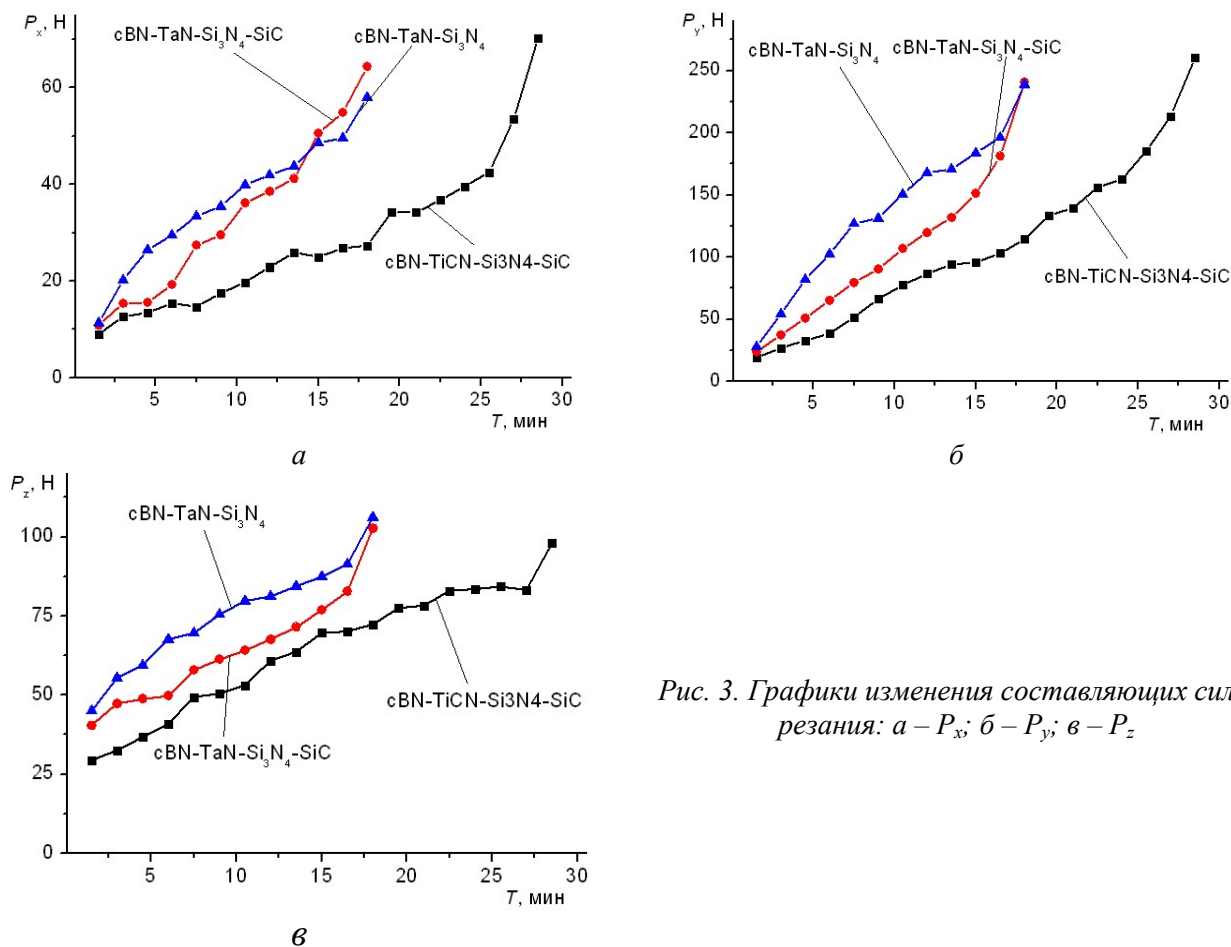


Рис. 3. Графики изменения составляющих силы резания: а – P_x ; б – P_y ; в – P_z

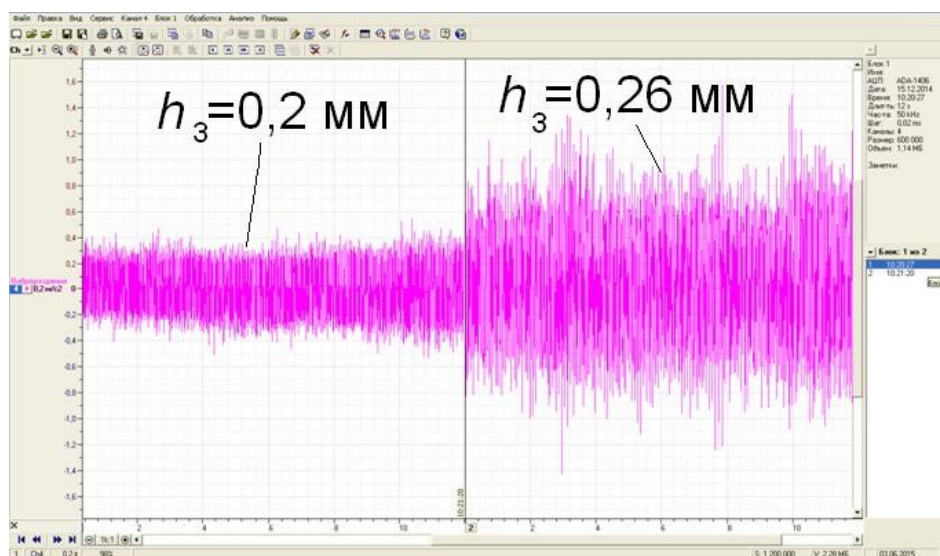


Рис. 4. Осциллограммы виброускорений для пластин $c\text{BN-TaN-Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$ при различной величине износа по задней поверхности h_3 (0,2 и 0,26 мм)

Выводы

Исследованы закономерности изнашивания режущих пластин из композитов на основе cBN различного фазового состава и технологий спекания с керамической матрицей группы ВЛ при чистовой обработке закаленных сталей. Наибольшую стойкость и стабильность работы показали режущие пластины второй группы с фазовым составом $c\text{BN-TiCN-Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$.

Досліджені закономірності зношування різальних пластин з композитів на основі cBN різного фазового складу та різних технологій спікання з керамічною матрицею групи BL при чистовій обробці загартованих сталей.

Ключові слова: кубічний нітрид бору, загартована сталь, знос, чистова обробка, надтверді матеріали.

The regularities of wear of the cutting plates made of composites based on cBN different phase structure and various technologies of sintering with ceramic matrix BL group during finishing of hardened steels was investigated.

Key words: cubic boron nitride, hardened steel, wear, finishing, superhard materials.

Литература

1. Петруша І. А. Керамо-матричні композити на основі кубічного нітриду бору для швидкісної обробки загартованих сталей типу ШХ15 / І.А. Петруша, О.С. Осіпов, В.М. Бушля, та ін. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения : сб. науч. тр. – К. : ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2014. – Вып. 17. – С. 260–265.
2. Пат. UA 57353 U, В 23 В 27/16. Різальний інструмент / Л.М. Девін, О.А. Осадчий. – Заявл. 19.07.2010, Опубл. 25.02.2011, Бюл. № 4.
3. Девин Л.Н. Повышение эксплуатационных характеристик резцов из КНБ путем увеличения их демпфирующих свойств / Л.Н. Девин, А.А. Осадчий // Сверхтвердые матер. – 2012. – № 5. – С. 62–71.
4. Devin L. M. Application of acoustic methods for the monitoring of products made of hard alloys / L.M. Devin, V.P. Bondarenko, O.A. Osadchy, T.V. Nimchenko // Mater. Sci. – 2009. – 45 (3). – P. 392–398.
5. Девин Л. Н. Применение пакета Power Graph для исследования процесса резания / Л.Н. Девин, А.Г. Сулима // Промышленные измерения: контроль, автоматизация диагностика. – 2008. – № 3. – С. 24–26.

Поступила 04.06.15

УДК 621.762.862

В.П. Бондаренко, чл.-кор. НАН Украины; **И.В. Андреев**, канд. техн. наук; **Л.Г. Тарасенко**

Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

ОЦЕНКА ВЫСОТЫ ПОДЪЕМА ЖИДКОГО ЛИТИЯ ПО ПОРАМ ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА, СПЕЧЕННОГО ИЗ ПОРОШКОВ ВОЛЬФРАМА С ЧАСТИЦАМИ РАЗМЕРОМ ДО 1-1000 МКМ

Обоснована методика и выполнен расчет высоты подъема расплавленного лития по капиллярам пористого материала, спеченного из частиц вольфрама размером от 1 до 1000 мкм допористости 20–50 %. Показано, что при использовании указанных материалов при температурах 200–1000 °С можно обеспечить высоту подъема расплава лития от 0,8 до 620 м.

Ключевые слова: поры, жидкий литий, частицы вольфрама, спеченные пористо-капиллярные системы.

Пропитанные литием пористые вольфрамовые материалы перспективны для защиты деталей первой стенки и дивертора, повернутых в сторону плазмы термоядерного реактора (ТЯР) [1]. В этих целях рекомендуется применять материалы из сеток [2; 3], что, вероятно, обусловлено их повышенной проницаемостью, простотой прогнозирования структурных и гидравлических характеристик [4], доступностью изготавливаемых промышленностью исходных сетчатых материалов.