УДК 621.9.025

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ ПСТМ НА ОСНОВЕ КНБ С ИЗНОСОСТОЙКИМ ПОКРЫТИЕМ ИЗ АМОРФНОГО НИТРИДА БОРА

С.А. Клименко, С.Ан. Клименко, А.С. Манохин
Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, Киев

Показано, что эффективным методом модификации поверхности режущего инструмента является нанесение защитного покрытия. Рассмотрены особенности обработки закаленной стали инструментом из поликристаллического кубического нитрида бора с покрытием из нитрида бора в аморфном состоянии.

С учетом явлений взаимодействия инструментального материала с обрабатываемым в контактной зоне резания, можно предположить, что наиболее эффективными износостойкими покрытиями для инструментов из ПСТМ на основе КНБ (ПКНБ) будут покрытия, обладающие следующими свойствами: низкий коэффициент трения; высокая теплопроводность; повышенная сопротивляемость усталостному разрушению; пониженная склонность к химическому взаимодействию с обрабатываемым материалом. Таким комплексом свойств обладает покрытие из нитрида бора в аморфном состоянии.

Нужно отметить, что применение покрытия, близкого по своему химическому составу к составу основы, позволяет снизить уровень внутренних напряжений в композите, вызванных разностью коэффициентов температурного расширения. Аморфная структура также обусловливает меньший уровень остаточных напряжений в покрытии, вызванных несовершенством самой его структуры.

Исследования физико-механических характеристик покрытия методом алмазного индентирования, показали, что оно имеет достаточно низкий модуль Юнга ~ 200 ГПа и твердость по Кнупу – 15 ГПа.

Для установления влияния покрытия на основные параметры процесса резания, были проведены исследования по определению температуры и силы резания, а также стойкости режущего инструмента при чистовой обработке закаленной стали ШХ15 (60 HRC).

Снижение температуры в зоне резания инструментом с покрытием связано с изменением контактных характеристик процесса резания, вызванных снижением коэффициента трения, силы резания и длины контактных участков. Результаты исследований показаны на рис. 1.

Для инструмента с покрытием характерны меньшие значения составляющих силы резания (рис. 2), что обусловлено снижением коэффи-

циента трения на контактных поверхностях. Это же имеет отношение и для соотношения составляющих силы резания (P_y/P_z).

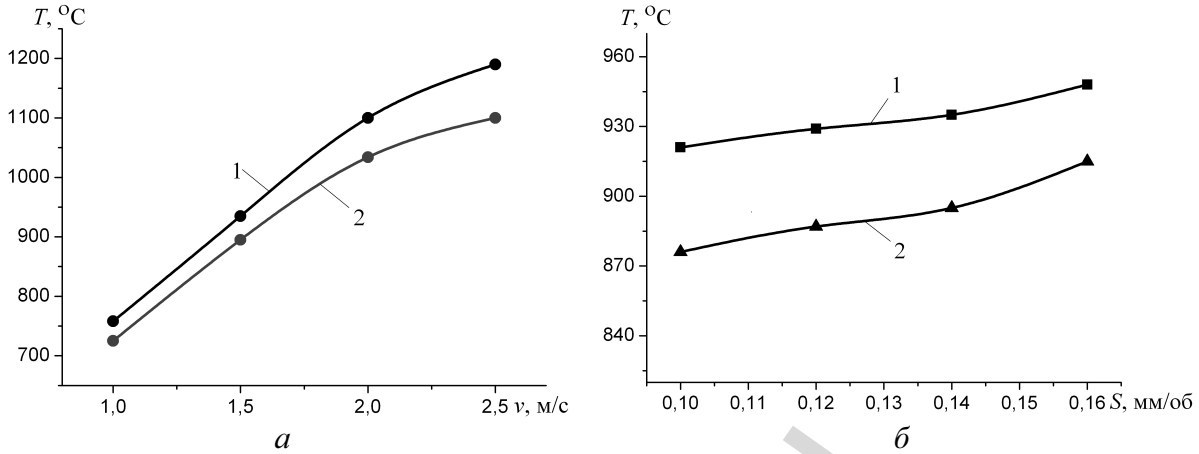

Рис. 1. Зависимость температуры резания от скорости (*а*) и от подачи (*б*) для инструмента без покрытия (*1*) и с покрытием на основе аморфного BN (*2*)

Сравнение размера контактного участка на передней поверхности инструментов свидетельствует о существенном уменьшении его длины для инструмента с покрытием (рис. 2).

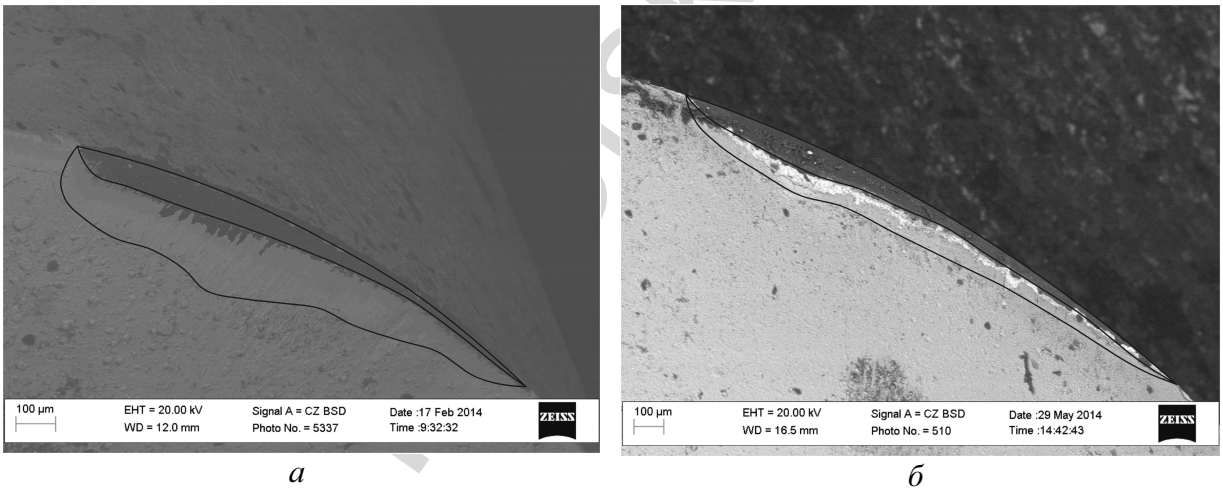

Рис. 2. Контактный участок на передней поверхности инструмента без покрытия (*а*) и с покрытием (*б*) (в режиме фазового контраста) (v = 1,5 м/с; S = 0,12 мм/об; t =0,2 мм)

Уменьшение длины контакта стружки с передней поверхностью инструмента с покрытием происходит вследствие изменения условий трения на контактных участках, что обусловливает меньшую величину усадки стружки и увеличение скорости схода стружки.

Изменение термобарических условий взаимодействия на контактных участках инструмента при использовании покрытия отражается на напряженном состоянии инструмента. Анализ эпюр распределения нормальных и касательных напряжений на длине контакта стружки с передней поверхностью инструмента без покрытия и с покрытием (рис. 3), позволяет за-

ключить, что применение покрытия несколько повышает значение нормальных напряжений только в области вершины резца – 2,784 ГПа, для инструмента без покрытия – 2,661 ГПа, что объясняется увеличением радиуса вершины инструмента, а на расстоянии ~ 0,01 мм от вершины резца и до места выхода стружки из контакта с передней поверхностью инструмента, покрытие снижает уровень нормальных напряжений.

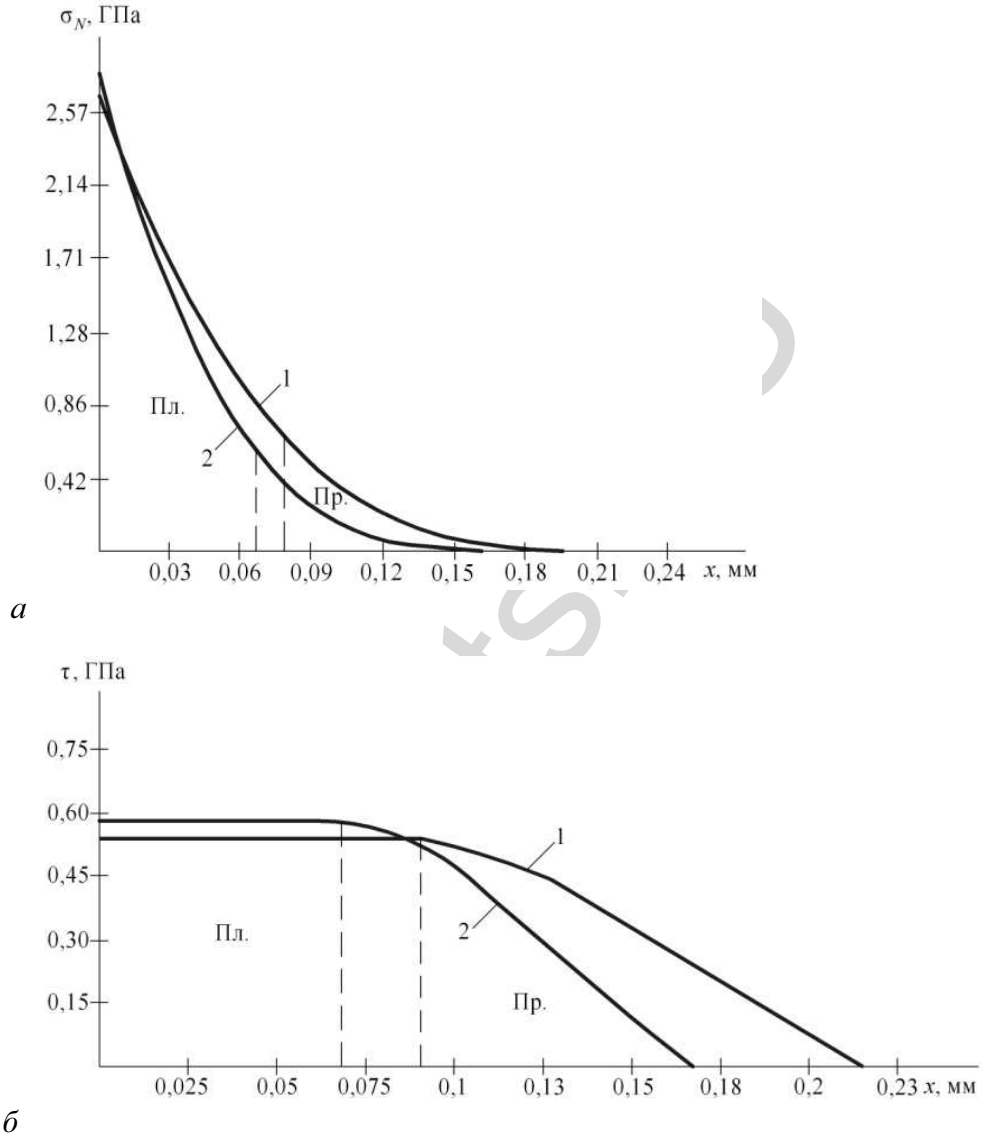

Рис. 3. Эпюры распределения нормальных (*а*) и касательных (*б*) напряжений вдоль линии контакта стружки с передней поверхностью инструмента без покрытия (*1*) и с покрытием (*2*) (v = 1,5 м/с; S = 0,14 мм/об; t = 0,2 мм)

Следствием изменения контактных характеристик процесса резания, вызванных наличием покрытия на инструменте, является повышение его стойкости, например при обработке ШХ15 – в 1,2–2,0 раза.

Нужно отметить, что эффективность применения покрытия возрастает с увеличением скорости резания, что позволяет увеличить производительность обработки.