# ТОЧЕНИЕ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ
## ИНСТРУМЕНТОМ С ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИМ КУБИЧЕСКИМ НИТРИДОМ БОРА С ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ

**Институтом сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины совместно с Харьковским национальным университетом им. В. Н. Каразина МОН Украины разработаны покрытия для инструмента с поликристаллическим кубическим нитридом бора (ПКНБ), использование которых позволяет повысить стойкость инструмента при точении закаленных сталей (60–62HRC) в среднем в 1,2–1,5 раза по сравнению с аналогичным инструментом без покрытия**

Поликристаллические сверхтвердые композиты на основе кубического нитрида бора (ПКНБ) являются одними из наиболее перспективных материалов инструментального назначения. Такие композиты дают возможность режущему инструменту надежно работать в течение длительного времени в условиях высоких нагрузок и температур, а также позволяют обеспечить получение высокой точности геометрических параметров и формирование требуемого состояния поверхностного слоя обработанных деталей.

Одним из эффективных путей повышения стойкости инструмента из ПКНБ при обработке закаленных сталей является использование защитных покрытий на его рабочих поверхностях. В ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины совместно с Харьковским национальным университетом им. В. Н. Каразина МОН Украины создана гамма таких защитных покрытий на основе соединений TiAlN, MoN, CrN. Выбор указанных покрытий связан с их высокой прочностью, обусловленной особенностями структуры, затрудняющими развитие трещин в массиве покрытия, а также высокой термостойкостью композиций.

Для повышения эксплуатационных свойств инструментов использовались два покрытия: многослойное, состоящее из чередующихся слоев MoN и CrN (толщина каждого слоя около 10 нм), общая толщина ~ 4,8 мкм, твердость — $HV_{0,05}$ = 38 ГПа; многокомпонентное (TiAlSiY)N, имеющее однофазную структуру с ГЦК атомной решеткой, легированной Y, толщина ~ 5 мкм, твердость — $HV_{0,05}$ = 49,5 ГПа.

Исследования проводились в условиях точения заготовки из закаленной стали ХВГ (60–62 HRC). Режимы резания: $t$ = 0,15 мм; $S$ = 0,08 мм/об.; $v$ = 75 и 85 м/мин.; геометрические параметры инструмента: $\gamma$ = –10 °; $\alpha$ = 10 °. Применялись режущие пластины RNMN 070300.

На рис. 1 представлены изношенные инструменты с покрытиями MoN/CrN и (TiAlSiY)N.

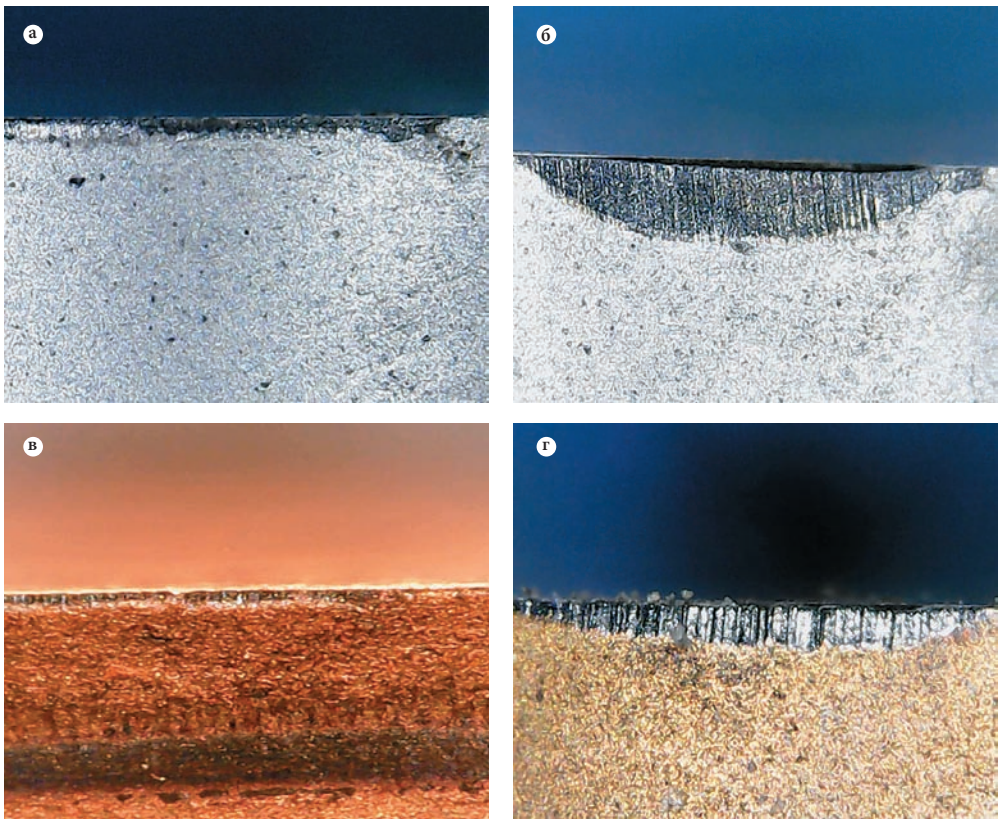



Рис. 1. Изношенные инструменты с покрытиями MoN/CrN (а, б) и (TiAlSiY)N (в, г) на этапе приработки (T = 1 мин) (а, в) и после 10 мин резания (б, г)

**Авторы статьи**

**Клименко С. А.,**
д-р техн. наук, проф.,
**Мельнийчук Ю. А.,**
ст. науч. сотр., канд. техн. наук,
**Манохин А. С.,**
канд. техн. наук,
**Клименко С. Ан.,**
канд. техн. наук,

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины

**Береснев В. М.,**
д-р техн. наук, проф.
Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина МОН Украины

Характерной особенностью износа инструмента с покрытием при указанных условиях резания является наличие переходных зон на участках между изношенными фрагментами на подложке (ПКНБ «борсинит») и поверхностями покрытия, которые не подвергались трению. Они появляются в результате когезионного разрушения покрытия и его истирания. Переходные зоны являются единственными участками, на которых покрытие сохраняется в пределах контактных поверхностей инструмента. Очевидно, интенсивностью разрушения материала в переходных зонах и определяется скорость расширения лунки на передней поверхности и фаски на задней поверхности инструмента, то есть интенсивность изнашивания инструмента.

Для сравнения эффективности двух исследуемых покрытий при проведении экспериментов величина износа режущего инструмента по задней поверхности измерялась в различные моменты времени так, чтобы можно было экстраполировать кривую износа до критерия стойкости инструмента $h_з$ = 0,3 мм. Как видно из рис. 2, минимальный износ после 10 мин. резания наблюдался для режущего инструмента с покрытием (TiAlSiY)N и составлял 0,14 мм ($v$ = 85 м/мин.). Для инструмента с покрытием MoN/CrN ширина фаски износа по задней поверхности после 10 мин. резания составляла 0,20 мм ($v$ = 75 м/мин.). Для сравнения: износ инструмента с ПКНБ без покрытия при указанных скоростях в контрольный момент времени достигал 0,24 и 0,20 мм соответственно. На основании экстраполяции полученных результатов по отношению к базовому варианту коэффициент повышения стойкости ($K_т$) инструмента для покрытий MoN/CrN и (TiAlSiY)N составляет 1,25 и 1,66 соответственно.

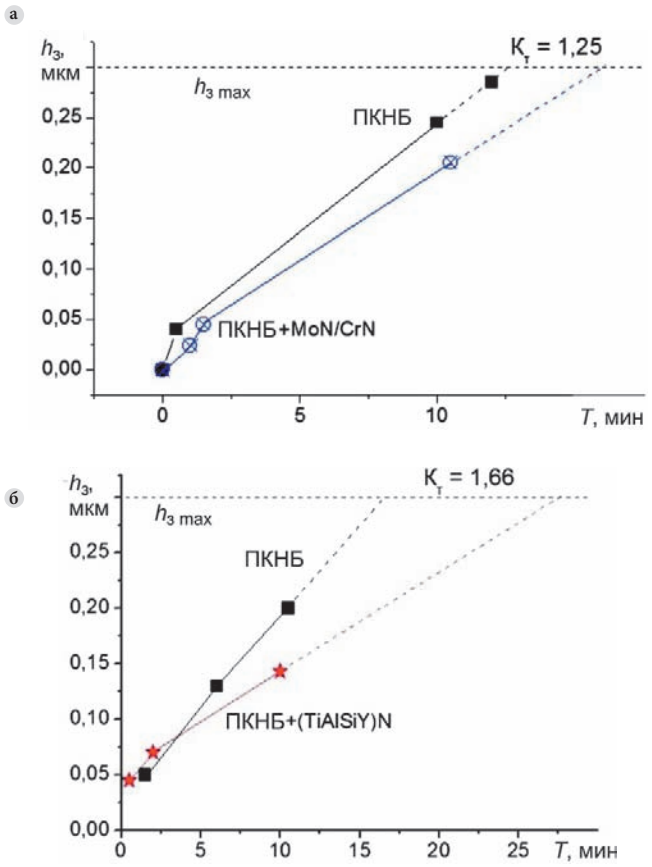



**Рис. 2. Влияние времени обработки на величину фаски износа инструментов: а) MoN/CrN (скорость резания 85 м/мин); б) ПКНБ + (TiAlSiY)N (скорость резания 75 м/мин)**

АТА АБРАЗИВ

**Шлифовальные головки**
ГОСТ 2447-82

**Шлифовальные круги**
ГОСТ 2424-83

**Шлифовальные бруски**
ГОСТ2456-82

ТУ У 23.9- 37611883- 001:2016

**Правильно подобранный абразивный инструмент** – необходимая составляющая производственного процесса на предприятиях машиностроения. Инструментальное производство, подшипниковая промышленность, станкостроение, автомобильная промышленность и нефтегазовое машиностроение, авиастроение и судостроение, производство оборудования для лёгкой и пищевой промышленности – это лишь некоторые из отраслей машиностроения, для которых необходим качественный абразивный инструмент.

ООО «АТА АБРАЗИВ» с 1991 года производит шлифовальные головки, круги и бруски в Украине

**Шлифовальные головки** от 3 до 40 мм

**Шлифовальные круги** от 3 до 150 мм

**Шлифовальные бруски** до 200 мм

**А также другие виды мелкоразмерных абразивных изделий** в соответствии с чертежами заказчика

Абразивный инструмент из:

**Электрокорунд нормальный**

**Электрокорунд белый**

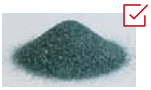
**Электрокорунд хромистый**

**Электрокорунд хромотитанистый**

**Монокорунд**

**Сферокорунд**

**Карбид кремния чёрный**



**Карбид кремния зелёный**

Применение в технологии изготовления абразивных материалов от лучших производителей, специальных керамических связок и различных наполнителей, контроль на каждом этапе производства обеспечивают высокую стойкость абразивного инструмента, высокую точность и отличное качество обрабатываемой поверхности. Возможно изготовление инструмента зернистостью от F24 до F1000, твёрдостью от M до T, а также импрегнирование серой и другими веществами.

АТА АБРАЗИВ

ООО «АТА АБРАЗИВ»
69037, Украина, г. Запорожье
ул. Независимой Украины, 52

+38 (061) 224-19-94
+38 (067) 610-17-36
www.abraziv.pro

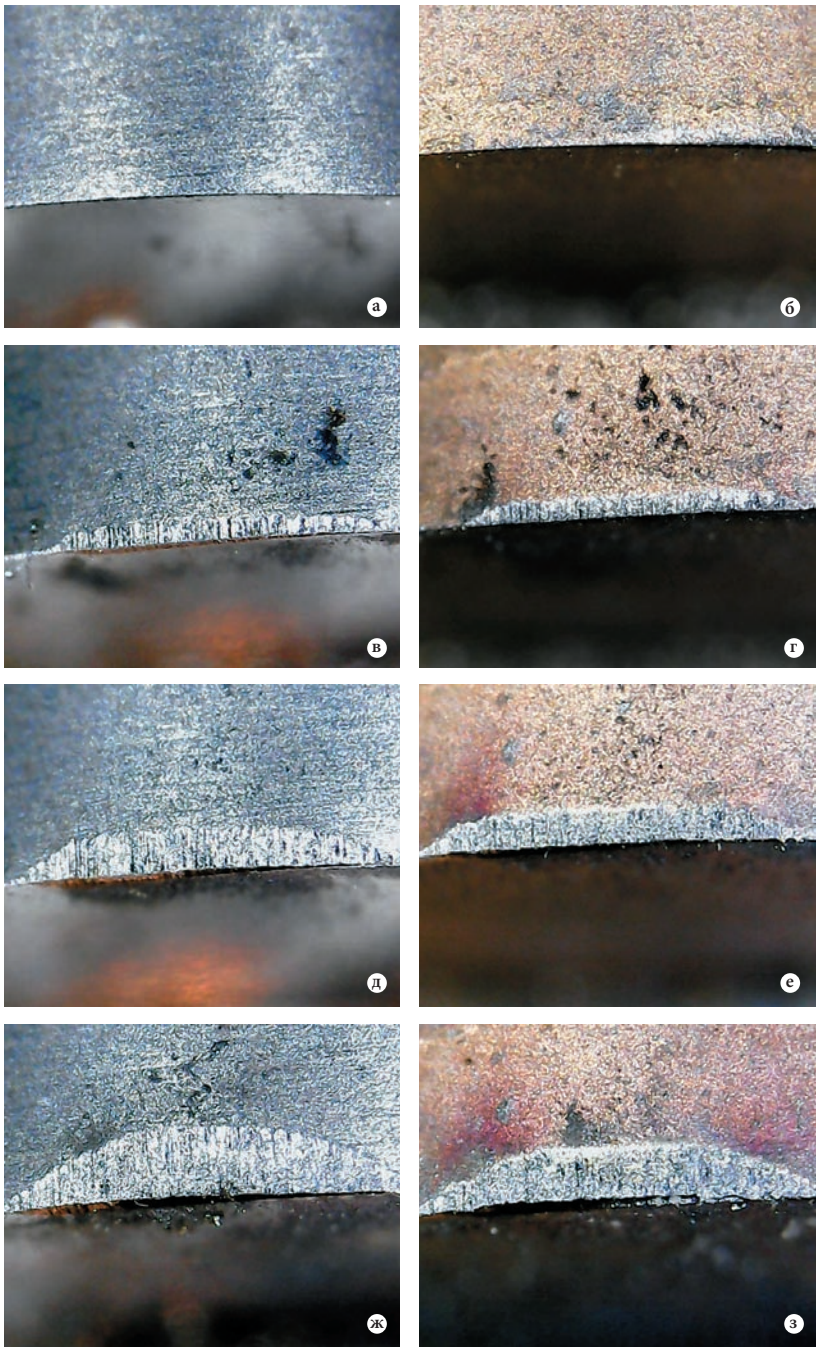



**Рис. 3. Износ инструмента без покрытия (а, в, д, ж) и с покрытием (TiAlSiY)N (б, г, е, з):**
**а, б – новый инструмент;**
**в, г – время резания 4,25 мин.;**
**д, е – время резания 13,25 мин.;**
**ж, з – время резания 25,50 мин.**

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения покрытия (TiAlSiY)N.

Еще одна серия экспериментов проводилась при точении заготовки из стали ХВГ твердостью 48–51 HRC. Режимы резания: $t$ = 0,15 мм; $S$ = 0,12 мм/об.; $v$ = 132–137 м/мин.

Инструменты, изношенные на задней поверхности, представлены на рис. 3.

Стойкость инструмента ограничена скоростью деградации изношенной поверхности, нарастанием ширины фаски износа на задней поверхности, сколами и потерей режущей кромкой прямолинейности, что обусловливает рост высоты микронеровностей на обработанной поверхности. Из рис. 3 видно, что микровыкрашивание режущей кромки инструмента с покрытием интенсифицируется после 25 минут резания. Это вызывает увеличение шероховатости обработанной поверхности от $Ra$ 0,35–0,40 до $Ra$ 0,55–0,60.

Результаты анализа данных экспериментов, представленные на рис. 4, позволяют принять в качестве критерия стойкости инструмента величину фаски износа на задней поверхности 0,25–0,27 мм при наличии покрытия только на задней поверхности и 0,20–0,22 мм при наличии покрытия на задней и передней поверхностях. С учетом шероховатости обработанной поверхности коэффициент повышения стойкости для инструмента с покрытием (TiAlSiY) N составляет $K_T$ = 1,25.

Результаты проведенного комплекса исследований показывают перспективность применения защитных покрытий для повышения стойкости инструментов с ПКНБ при обработке закаленных сталей.

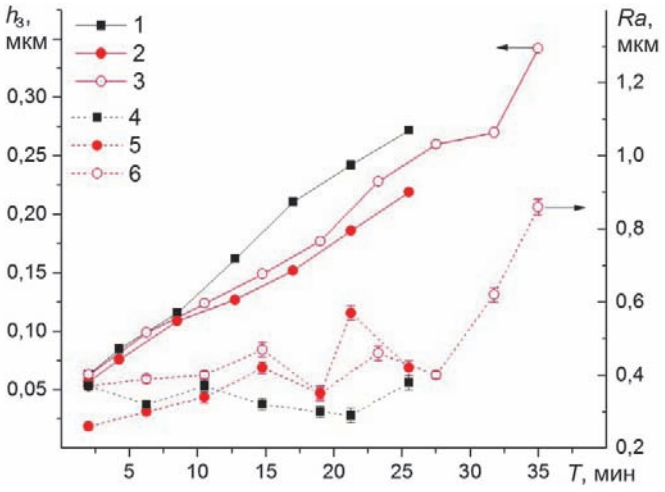



**Рис. 4. График зависимости износа инструмента по задней поверхности и шероховатости обработанной поверхности от времени резания:**
**1, 4 – инструмент без покрытия;**
**2, 5 – инструмент с покрытием (TiAlSiY)N на передней и задней поверхностях;**
**3, 6 – инструмент с покрытием (TiAlSiY)N на задней поверхности**