

2005. – Вып. XIII. – С. 182-185. 3. Раповец В.В., Бурносов Н.В. Методика проведения экспериментальных исследований процесса резания древесины на фрезерно-брусующих станках. – Мн.: БГТУ, 2006. 4. Раповец В.В., Бурносов Н.В., Станкевич А.А. Повышение эффективности эксплуатации фрезерно-брусующих машин с фрезами со спиральным расположением резцов. Материалы международной НПК «Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов», Мн., БГТУ, 2005.

УДК 621.793

Фельдштейн Е.Э.

РАЗНОВИДНОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

*Зеленогурский университет
Зелена Гура, Польша*

Использование тонкопленочных покрытий является в настоящее время наиболее эффективным способом повышения стойкости режущих инструментов и производительности обработки. Такие покрытия, независимо от технологии нанесения, имеют высокую твердость, износостойкость и низкий коэффициент трения, а также низкую теплопроводность. Как следствие, на контактных площадках режущего инструмента силы трения снижаются на 25 – 40%, контактные напряжения на 20 – 30%, температура в зоне резания меньше на 90 – 120°C [1]. Обработка в таких условиях характеризуется 2 – 5-кратным повышением скорости резания и сокращением расхода энергии на 60 – 80%.

Воздействие пленки на эффективность обработки продолжается даже после ее истирания, поскольку микрочастицы ее материала благодаря процессам диффузии остаются в приповерхностных слоях инструмента.

В настоящее время в промышленности используются следующие разновидности покрытий [2]:

- однослойные, толщиной 0,5...50 мкм. Наиболее характерными являются покрытия TiC и TiN. Покрытие TiC отличается высокой твердостью (до 3000 HV), хорошим сцеплением покрытия с основой, стойкостью к окислению и повышает износостойкость прежде всего задней поверхности инструмента. Покрытия TiC непригодны для обработки легких сплавов, поскольку на стойкость инструмента неблагоприятно сказывается химическое сродство алюминия, титана, входящих в состав обрабатываемого материала, и карбида титана, находящегося в твердом сплаве. Покрытие TiN характеризуется практически полной инертностью к адгезии и высоким сопротивлением лункообразованию. В связи с технологическими особенностями нанесения это покрытие единственное, применяемое для быстрорежущих сталей. Другие виды покрытий используются для нанесения их на твердосплавные пластины;
- традиционные многослойные с толщиной отдельных функциональных слоев 0,5...10 мкм. При этом внутри каждого слоя формируются одиночные слои толщиной 5, 10, 20, 50, 500 и 5000 нм общим количеством 1, 10, 100, 250, 500 и 1000. Наиболее характерные покрытия – TiC-TiB₂, TiN-TiB₂ и TiC-TiN;
- многослойные с так называемой наноструктурой и толщиной отдельных слоев от нескольких до 100 нм;
- градиентные, с градиентом свойств (твердости) и химического состава. У таких покрытий слой, прилегающий к основному материалу имеет к нему весьма близкое сродство, которое постоянно изменяется по мере приближения к наружному слою, имеющему высокую стабильность и низкую химическую активность. Примерами таких покры-

тий являются TiC-Ti(CN)-TiN, TiC-Al₂O₃-TiN или TiC-NbC-TaC;

- композиционные, основанные на использовании интерметаллидных твердых растворов переходных металлов. В частности, используются твердые растворы (Ti,V)C, (Ti,Zr)C, (Ti,Nb)C, (Ti,Hf)C и (Ti,Ta)C, а также (Ti,V)N, (Ti,Zr)N, (Ti,Nb)N, (Ti,Hf)N, Ti(C,N), Hf(C,N) и многие другие. Наиболее эффективны среди них – Ti(C,N), (Ti,Al)N и (Ti,W)C;
- метастабильные. Это покрытия типа упрочненных твердых растворов (Ti,Al)N, (Hf,Al)N или (Ti,Si)C, образующиеся вследствие весьма значительного градиента температур между газовой фазой и материалом основы. Объединяют в себе достоинства ковалентных (например, SiC, AlN) и металлических (TiC, TiN) соединений. Метастабильные покрытия характеризуются повышенной твердостью, повышенным сопротивлением окислению и химическому изнашиванию и эффективно работают при температурах свыше 1000°C;
- многофазные. Такие покрытия формируются путем модификации термодинамических условий осаждения и кристаллизации одиночных слоев, приводящих к диффузии микрокристаллов в аморфную основу либо аморфных частиц в кристаллическую основу. Примером многофазных покрытий являются слои TiC, модифицированные TiB₂ - TiC-TiB₂.
- сверхтвердые, на базе поликристаллических искусственных алмазов или композитов на основе нитрида бора;
- твердые смазки типа MoS₂, графита и т.д.;
- двухслойные типа „твердая смазка Me-C:H + слой твердого материала”.

Существуют различные формы производства инструментов с покрытиями:

- 1) покрытия на цельные инструменты или сменные пластины из твердого сплава наносятся непосредственно в ходе централизованного изготовления инструментов;
- 2) покрытия наносятся в инструментальном цехе машиностроительного предприятия – потребителя инструментов (как на покупные, так и на специальные инструменты);
- 3) покрытия на любые инструменты и пластины наносятся специализированными фирмами, получающими заказы от предприятий – потребителей инструментов.

Некоторые виды покрытий, используемых для нанесения на режущие инструменты, приведены в таб. 1

Покрытие BALINIT	Материал	Микро- твердость	Кoeffици-ент трения	Структура	Рабочая тем- пература
A	TiN	2300	0,4	Однослойное	600°C
ALCRONA	AlCrN	3200	0,35	Однослойное	1100°C
B	TiCN	3000	0,4	Градиентное многослойное	400°C
DIAMOND	Поликристал- лический алмаз	8000 – 10000	0,15 – 0,2	Однослойное	600°C
FUTURA NANO	TiAlN	3300	0,3 – 0,35	Наноструктура	900°C
FUTURA TOP	TiAlN	3300	0,25	Наноструктура	900°C
HARDLUBE	TiAlN + WC/C	3000	0,15 – 0,2	Двухслойное с подслоями	800°C
HELICA	На базе Al-Cr	3000	0,25	Несколько слоев постоянного состава	1100°C
TRITON	Me-C:H	2500	0,1 – 0,2	Однослойное	350°C

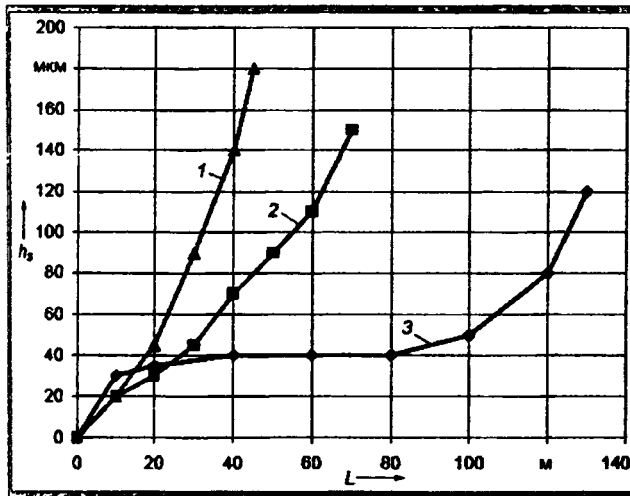


Рисунок 1- Характер изнашивания твердосплавных пальцевых фрез $D = 8$ мм в зависимости от общей длины обработки:
 1 – покрытие TiCN; 2 – покрытие TiAlN;
 3 – покрытие BALNIT@ALCRONA;
 $v = 400$ м/мин; сталь AISI 1045*

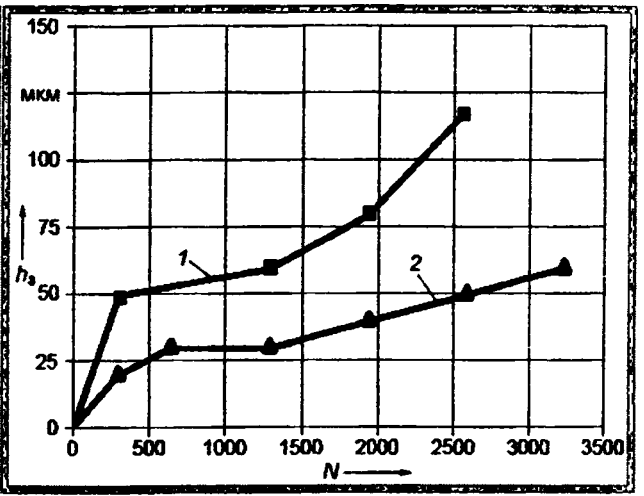


Рисунок 2- Характер изнашивания твердосплавных сверл $D = 6,8$ мм:
 1 – покрытие TiAlN;
 2 – покрытие BALNIT@HELICA; $v = 120$ м/мин; $f = 0,2$ мм/об; сталь AISI 1045; N – количество просверленных отверстий

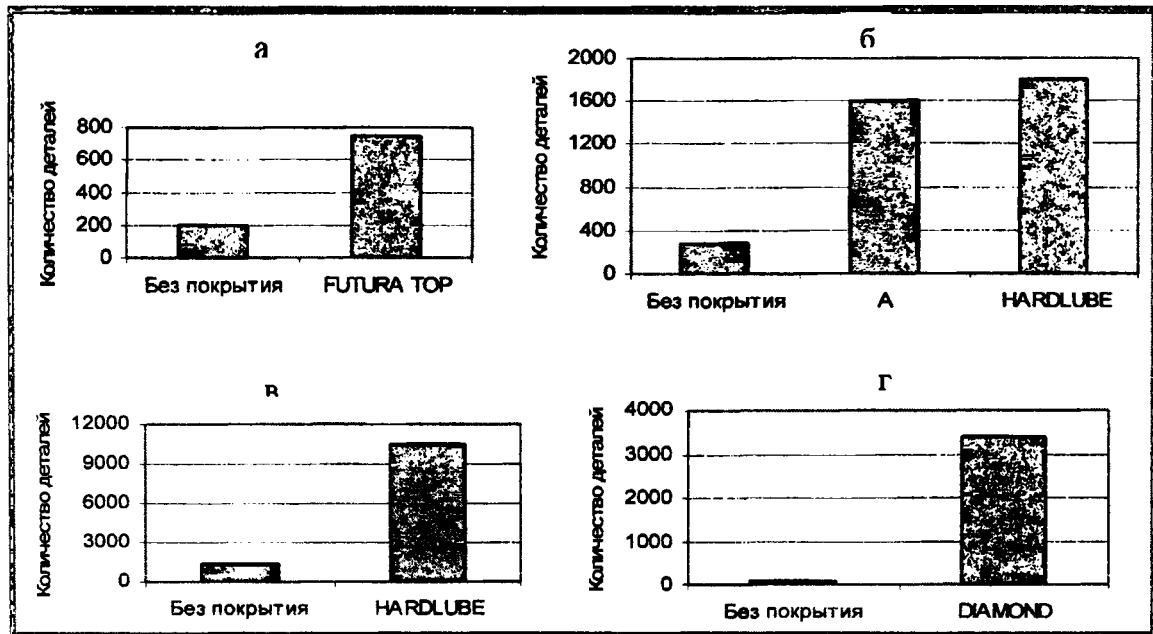


Рисунок 3- Эффективность покрытий BALNIT при сверлении: а – серого чугуна; б – стали 45; в – нержавеющей стали AISI 316; г – армированного фиберпластика*

Одной из таких фирм является фирма «Oerlikon Balzers Coating» наносящая различные виды покрытий на быстрорежущие инструменты и твердосплавные пластины методом PVD. Имея более, чем 50-летнюю историю, фирма в настоящее время специализируется в разработке установок, новых технологий и непосредственно в нанесении покрытий на режущие инструменты, штампы и прессформы и на быстроизнашивающиеся детали машин. Все процессы, начиная от предварительной очистки и кончая контролем качества покрытия, автоматизированы и полностью компьютеризированы. Вся номенклатура покрытий имеет торговую марку BALNIT®.

Каждое их покрытий имеет свое назначение. Его правильный выбор обеспечивает существенное повышение периодов стойкости инструмента (рис. 1), повышение скорости резания и снижение стоимости обработки.

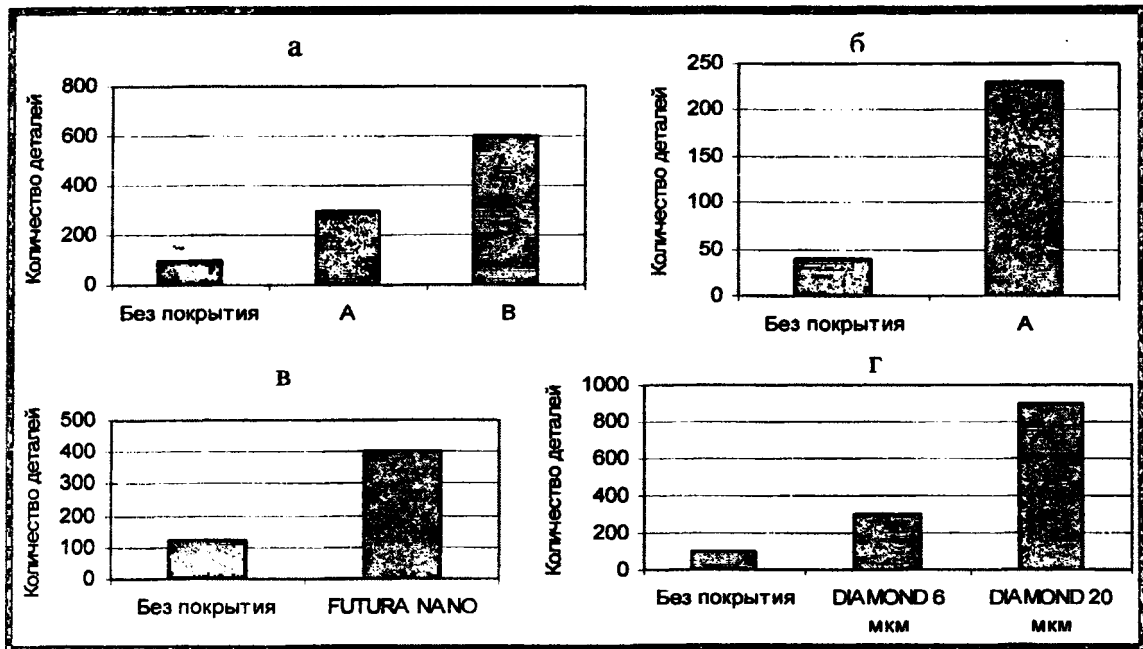


Рисунок 4 - Эффективность покрытий BALINIT при токарной обработке:
 а – прорезка канавок, сталь 20MnCr5; б – отрезка, сталь 42CrMo4;
 в – точение, сталь 25CrMo4; г – растачивание, армированный углепластик

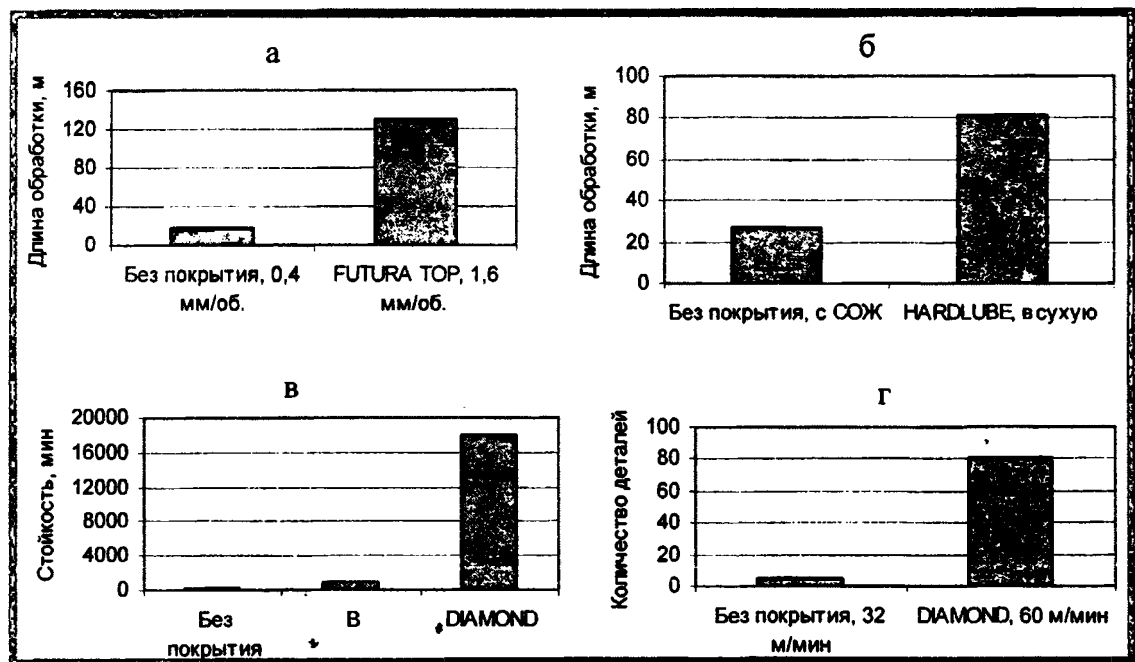


Рис. 5. Эффективность покрытий BALINIT при фрезеровании:
 а – сталь HRC 40; б – силумин AlZnMgCu1,5; в – графит; г – эпоксидная смола

На рис. 3 – 6 показана эффективность использования покрытий при обработке различных материалов и в различных условиях. Легко заметить, что правильный выбор покрытия позволяет повысить стойкость инструмента в 3 – 8 раз при обработке металлов точением, сверление, фрезерованием, в 10 – 20 и более раз при протягивании, резбо- и зубонарезании и в 9 – 75 раз при обработке неметаллических материалов. При этом одновременно возможно значительное, иногда в 6 раз, увеличение скорости резания и подачи, т.е. производительности обработки. Соответственно стоимость обработки детали снижается до 2 раз

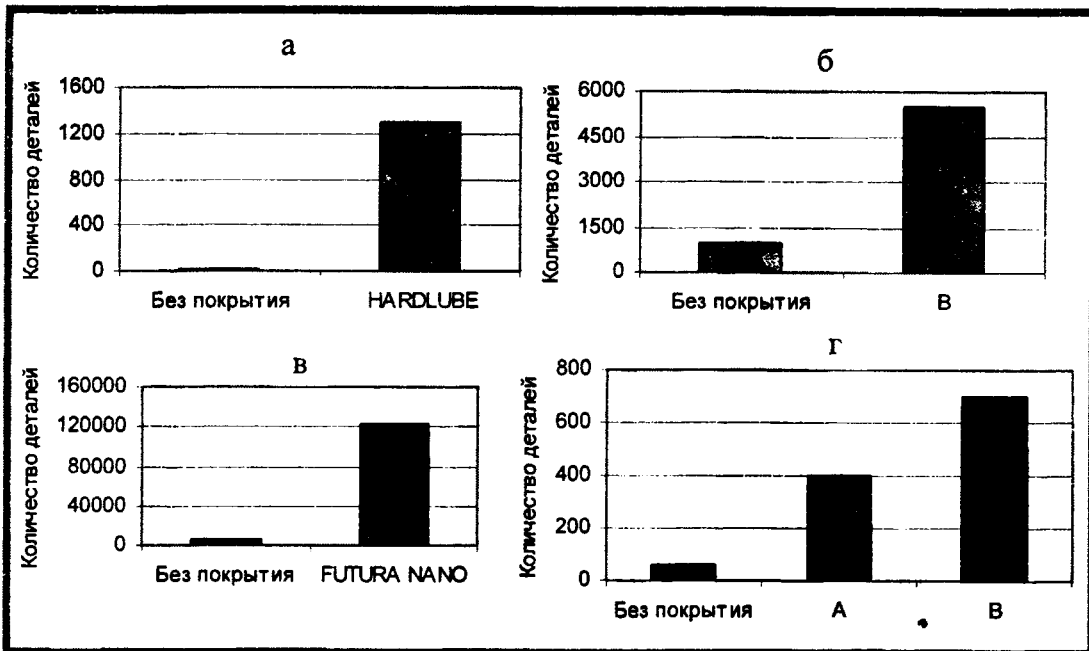


Рис. 6. Эффективность покрытий BALINIT при: а – нарезании резьбы метчиком, сталь 47MnCr4; б – развертывании, серый чугуи; в – протягивании, спеченный материал; г – нарезание зубьев червячной фрезой, сталь 28Cr4

ЛИТЕРАТУРА

1. Wysięcki M. Nowoczesne materiały narzędziowe. – Warszawa: WNT, 1997. – 172 s. 2. Klocke F., Kreig T. Coated Tools for Metal Cutting – Features and Applications// Annals of CIRP. – 1999. – Vol. 48. – № 2. – P. 515 – 525.

УДК 621.9.

Бачанцев А.И., Туромша В.И.

НАЗНАЧЕННАЯ СТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРИ ВЫБОРЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

*Белорусская государственная политехническая академия.
Минск, Беларусь.*

При назначении режимов обработки одним из важных показателей и наиболее часто ограничивающих увеличение параметров режима резания является стойкость - время работы инструмента (машинное время) до достижения предельно-допустимого износа [1].

Однако величина машинного времени не совсем точно отражает фактически выполненную работу для данного инструмента с точки зрения производительности.

Производительность при обработке резанием может определяться различными показателями [7] (длиной пути, пройденного инструментом за единицу времени, площадью обработанной поверхности, объемом снятого материала, машинным временем на операцию, количество одинаковых обработанных деталей за определенный промежуток времени и др.). Этими же показателями можно оценивать и стойкость инструмента.