

## ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

А.М. Есенжол, А.А. Куровский, И.И. Малахов

*Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия*

### **Аннотация**

*В статье рассмотрены способы повышения стойкости режущего инструмента и современные инструментальные материалы, которые позволяют повысить его эффективность. Проведен физико – механический анализ и сравнительная характеристика наносимых покрытий. Рассматривается возможность применения многослойных композитных материалов в различных режимах резания, для уменьшения износа, и сохранения оптимальных геометрических параметров инструмента.*

*Данная научная статья наглядно демонстрирует расширенное использование тонких покрытий для увеличения износостойкости режущих инструментов, отражая преимущества и недостатки того или иного способа.*

**Ключевые слова:** покрытия, обработка, нитрид бора, титан, твердость.

### **Введение**

Эффективность механической обработки в значительной степени зависит от эксплуатационных показателей инструмента, к которым относятся скорость обработки, глубина (толщина) срезаемого слоя, износ инструмента и ряд других. Наиболее важным показателем является износостойкость режущего инструмента. Важнейшими направлениями увеличения износостойкости инструмента являются применение новых материалов и модификация физико-механических свойств уже используемых материалов инструмента, направленная на поверхностное и объемное упрочнение.

В целях повышения твердости и долговечности широкое применение получило нанесение покрытий на металлорежущий инструмент.

### **Методы повышения износостойкости инструмента**

Упрочнение инструмента или облагораживание режущих лезвий в настоящее время становится одним из наиболее важным и не требует больших затрат. Ни одно из названий не отражает в полной мере сущность процессов, при которых на поверхности уже готового инструмента перед его использованием наносятся тонкие пленки других материалов или эти поверхности насыщаются некоторыми химическими элементами. В результате изменяются физико-механические свойства поверхностных слоев инструмента, что в несколько раз увеличивает его стойкость или обеспечивает возможность повышения производительности обработки за счет увеличения скоростей резания.

В настоящее время известно достаточно много методов повышения режущей способности путем изменения физико-механических свойств поверхностных и подповерхностных слоев материала инструмента. По технологии – производства их можно объединить в следующие группы:

- нанесение износостойких покрытий;
- нанесение антифрикционных покрытий;
- гальванические методы;
- химические методы;
- химико-термические методы;
- физические методы;
- физико-термические методы;
- механические методы;
- термомеханические методы;
- доводка и заточка;
- метод электроискрового упрочнения и наращивания инструмента [1].

Все они достаточно широко применяются в промышленности, особенно нанесение износостойких покрытий, химико-термические и механические методы. Повышение режущей способности инструментов возможно несколькими методами одновременно или последовательно для получения наибольшего эффекта.

На данный момент нет обобщающих работ о природе влияния этих методов на механизм изнашиваемости инструментов, поэтому нет конкретных научно обоснованных рекомендаций по их выбору. Следует рассмотреть данные методы и их эффективность отдельно и упомянуть лишь о том, что методы, повышающие твердость и хрупкость поверхностных слоев, не следует применять для мелкогабаритных и мелкопрофильных инструментов по причине их недостаточной исходной прочности.

Условно все покрытия, которые наносятся на инструментальные стали, можно разделить на ковалентные, металлические и ионные. Ниже приведены свойства основных соединений (табл. 1).

Таблица 1

Свойства материалов используемых в качестве покрытий

Материал	Температура плавления, К	Твердость HV, МПа
1	2	3
Ионные материалы		
$Al_2O_3$	2320	2100
$TiO_2$	2040	1100
$ZrO_2$	2983	1200
$SiO_2$	1973	1100
$MgO$	3100	750

1	2	3
<b>Ковалентные материалы</b>		
С (алмаз)	4073	8000
B <sub>4</sub> C	2723	4000
CBN (Куб. нитрид бора)	3003	5000
SiC	3033	2600
Si <sub>4</sub> N <sub>3</sub>	2173	1700
AlN	2523	1200
<b>Металлические материалы</b>		
ZrC	3718	2560
TiB <sub>2</sub>	3498	3000
TiC	3340	2800
TiN	3223	2100
TaC	4258	1600
WC	3049	2350
VC	2921	2900

Если сравнивать отдельные покрытия по параметру твердости, наиболее твердыми из них будут кубический нитрид бора (5000 МПа по шкале Виккерса), карбид бора (4000 МПа), борид титана (3000 МПа). Максимальное значение имеет алмаз – 8000 Мпа [2].

На рис. 1 представлены величины твердости основных покрытий.

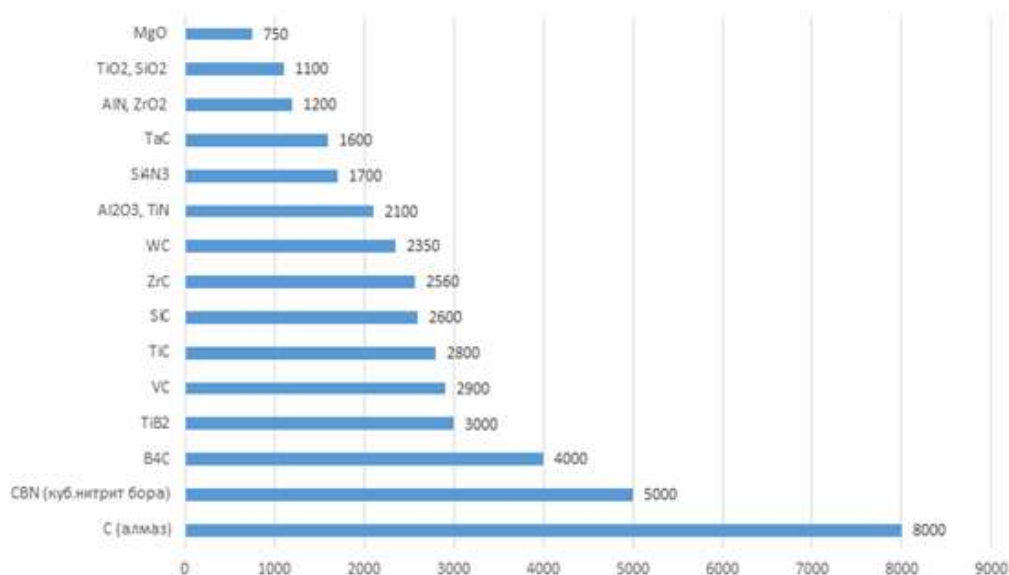


Рисунок 1 – Твердость материалов, используемых в качестве покрытий

Полученные в последнее время новые материалы на основе синтетических алмазов и кубического нитрида бора, известные под аббревиатурой СТМ, в десятки раз превосходят по износостойкости твердый сплав группы ВК6, ВК8, ВК15, но из-за высокой стоимости и сложности

заточки их применение в металлообрабатывающей промышленности весьма ограничено. Повышение износостойкости режущего инструмента путем улучшения его геометрических параметров уже не приносит значительных результатов, поэтому в настоящее время в металлообработке целесообразно использовать инструментальный материал с поверхностной модификацией свойств, посредством которой можно регулировать специфику износа [3].

Несмотря на многообразие методов нанесения износостойких покрытий, далеко не все они отвечают требованиям по температуре процесса нанесения покрытия, его шероховатости, адгезии покрытия к подложке, размеру зерновой структуры и т. д. Для твёрдосплавного инструмента наибольшее распространение получил метод конденсации вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой поверхности инструмента

### **Многослойные покрытия**

Покрытия, состоящие из нескольких слоев, нашли более широкое применение в производстве универсального инструмента по сравнению с однослойными. Это объясняется возможностью комбинирования веществ для придания специальным сталям и сплавам заданных свойств. Для многослойного нанесения твердых пленок используется метод осаждения (физического либо химического) из газовой фазы.

Многослойные покрытия можно разделить на несколько групп:

- твердые смазки (графитовые, из дисульфида молибдена и т.д.);
- сочетания твердой смазки с твердым материалом;
- градиентные – с плавным изменением химических и физико-механических свойств (широко используются для нанесения на инструментальные стали и твердые сплавы для придания им высоких режущих свойств);
- наноструктурные покрытия с толщиной каждого слоя от 5...10 до 100 мкм;
- сверхтвердые – их основу составляют композитные вещества с нитридом бора или поликристаллические искусственные алмазы;
- простые многослойные покрытия – каждый слой в них имеет свое функциональное назначение, а толщина одного слоя находится в диапазоне 0,5...10 мкм [5].

В табл. 2 приведены некоторые виды многослойных покрытий и их область применения.

Таблица 2

Примеры многослойных покрытий и область применения

Структура покрытия	Назначение режущего инструмента
1	2
TiN	Обработка жаропрочных сплавов на малых и средних скоростях
1. TiC, 2. TiCN, 3. TiN	Обработка стали на малых и средних скоростях

1	2
1. TiN, 2. TiCN, 3. TiN	Обработка жаропрочных и титановых сплавов; Обработка стали на высоких скоростях
1. TiCN, 2. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 3. TiN	Обработка стали и серого чугуна, на высоких скоростях

Таким образом, повышение износостойкости металлорежущих инструментов является неотъемлемой частью производственного процесса обработки изделий. Что позволяет многократно увеличить время службы режущего инструмента, уменьшая время на восстановление инструмента, что в следствии влияет на экономическую эффективность производства изделия в целом.

#### **Библиографический список**

1. Верещака А. С., Табаков В. П., Вахминцев В. П., Твердосплавные инструменты с нитридтитановыми покрытиями. М: Станки и инструменты. 2003. 394с
2. Исламкулов К. М., Колмыкпаев Б. К. Повышение долговечности металлообрабатывающих инструментов.// сб. науч. тр. Днепродзержинского государственного технического университета. Днепродзержинск. 2008. Вып. 1 . С. 83–86.
3. Бойко В.М., Увеличение эксплуатационных свойств инструмента при использовании поверхностно-активных веществ. М: Материаловедение.2011.150с.
4. Верещака А.А., Верещака А.С., Зинченко Г.В. Инновационные функциональные покрытия для режущего инструмента М:Машиностроение.2007.256с.
5. Саблев Л.П., Шулаев В.М., Григорьев С.Н. Многослойные наноструктурированные покрытия для режущего инструмента М: Машиностроение, 2005.–236 с.