

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ И СОСТАВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТОЙКОСТЬ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН

Н.Н. Белаш, В.С. Таран, В.Р. Татарин

*Национальный научный центр "Харьковский физико-технический институт"*

*Украина*

Поступила в редакцию 20.06.2003

В работе исследовано влияние предварительной абразивно-упрочняющей обработки, использующейся перед нанесением покрытий, наличия промежуточной хромовой прослойки и композиционных покрытий (TiAl)N и (TiCr)N на износостойкость твердосплавных режущих пластин в зависимости от скорости резания при обработке конструкционных сталей в производственных и лабораторных условиях.

### ВВЕДЕНИЕ

В ряде работ показано, что важную роль в повышении износостойкости режущего инструмента играет подготовка поверхности инструмента перед нанесением покрытий [1], структура и состав покрытий [2, 3]. Одним из перспективных и производительных способов подготовки поверхности твердосплавных режущих пластин является обработка в вибрационных машинах контртелами из керамических материалов в специальных растворах. В результате такой обработки обеспечивается очистка поверхности и округление режущих кромок до заданного радиуса. В конструкции покрытий считается целесообразным использование перед нанесением твердых покрытий мягких подслоев. Предпочтение в этом плане отдается хрому и молибдену. Наличие таких мягких слоев толщиной до 1,5 мкм повышает адгезию покрытия с подложкой, они являются буфером, где тормозятся трещины, возникающие в основном слое покрытия при резании, и не распространяются в основу. Кроме того, эти слои в ряде случаев залечивают поверхностные трещины, которые формируются при заточке инструмента. Вторым важным моментом в конструкции покрытий является состав последнего слоя, взаимодействующего непосредственно с обрабатываемым материалом. В последнее время очень интенсивно исследуются области эффективного использования композиционных покрытий, таких, как (TiAl)N и (TiCr)N [4]. Данная работа посвящена исследованию перечисленных выше факторов на стойкость режущих пластин из твердых сплавов группы ТК с износостойкими композиционными покрытиями при обработке конструкционных сталей.

### ИССЛЕДУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве режущего инструмента использовали сборные резцы с режущими пластинами двух

типов: 03114–250725 (ГОСТ 19052–73) и 03114–160512 (ГОСТ 190052–80). Материалами режущих пластин служили твердые сплавы марок Т5К10 и Т15К6.

С целью комплексного исследования влияния предварительной обработки и состава покрытий было подготовлено семь партий пластин типа 03114–250725 из сплава Т5К10 по десять штук в каждой партии. Первая партия инструмента была оснащена исходными пластинами. Пластины второй партии инструмента были обработаны в вибрационной машине ВМ–40С. На пластины остальных партий режущего инструмента после предварительной виброобработки были нанесены следующие покрытия: TiN; (TiAl<sub>0,2</sub>)N; Cr + (TiAl<sub>0,2</sub>)N; (TiCr<sub>0,2</sub>)N; Cr + (TiCr<sub>0,2</sub>)N.

Сборные резцы, оснащенные твердосплавными пластинами типа 03114–160512 из сплавов Т5К10 и Т15К6, были разделены на три группы в зависимости от вида покрытия. Первая партия инструмента была оснащена виброобработанными пластинами без покрытия. Инструмент второй партии включал пластины со стандартным покрытием TiN. Пластины сборных резцов третьей партии имели покрытие Cr + (TiCr<sub>0,2</sub>)N. Покрытия наносили на установке "Булат–БИ", используя оснастку планетарного типа, обеспечивающую вращение изделий одновременно вокруг своей оси и центра камеры. Перед процессом напыления производили очистку режущих пластин и нагрев ионной бомбардировкой до температуры 800° С. Композиционные покрытия (TiAl<sub>0,2</sub>)N; (TiCr<sub>0,2</sub>)N наносили, используя сплавные катоды составов: Ti + 20 мас% Al и Ti + 20 мас% Cr. В качестве обрабатываемых материалов использовали стали 09Г2СА и 45.

### МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Испытания режущих пластин типа 03114–250725 (ГОСТ 19052–73) проводили в производственных

условиях на операции чернового точения. Для испытаний использовали карусельный станок SHIES FROPIEP модели 40 DS. Обрабатываемые изделия представляли собой патрубki из стали 09Г2СА. Испытания проводили с чередующимся запуском сравниваемых пластин в следующих режимах:

- скорость резания – 107 м/мин;
- подача – 0,9 мм/об;
- глубина резания – 10 мм.

Критерием стойкости служил износ по задней поверхности. Износ измеряли в плоскости, перпендикулярной режущему лезвию на инструментальном микроскопе с точностью 0,01 мм. Коэффициент вариации стойкости в процессе испытаний не превышал 0,25. Результаты испытаний приведены на рис. 1. Данные, приведенные на рисунке, свидетельствуют о следующем. Отделочно-упрочняющая обработка режущих пластин в вибрационной машине ВМ–40 обеспечивала увеличение износостойкости исходных пластин на 20%. Это обусловлено оптимизацией радиуса закругления главного лезвия и упрочнением поверхностного слоя в результате наклепа при виброабразивной обработке. Осаждение на виброобработанные пластины стандартного покрытия TiN приводило к увеличению износостойкости режущих пластин на данных режимах испытаний в 1,9 раза, по сравнению с исходными. Наличие композиционных покрытий (TiAl<sub>0,2</sub>)N и (TiCr<sub>0,2</sub>)N обеспечивало повышение износостойкости, по сравнению с исходными пластинами в среднем, соответственно, в 2,5 и 3,5 раза. Нанесение подслоя хрома на поверхность пластин перед операцией осаждения этих композиционных покрытий приводило к дальнейшему повышению стойкости, соответственно, в 4,2 и 6,2 раза (см. рис 1).

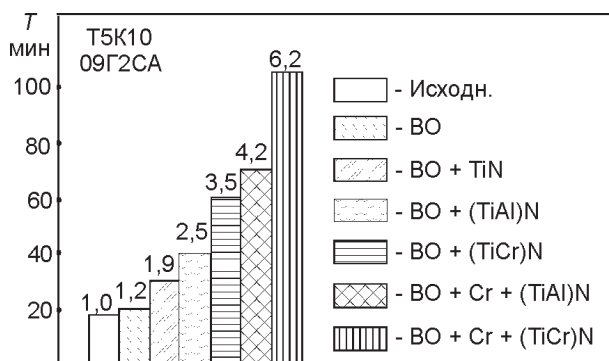


Рис. 1. Результаты производственных испытаний четырехгранных режущих пластин из T5K10 при черновой обработке стали 09Г2СА.

Испытания режущих пластин типа 03114–160512 (ГОСТ190052–80) проводили в лабора-

торных условиях в составе резцов на токарно-винторезном станке модели 1К62Б, оснащенном электродвигателем постоянного тока мощностью 10 кВт, путем продольного точения болванок диаметром 100 – 150 мм из стали 45. Охлаждающие жидкости в процессе испытаний не применялись. Испытания инструмента с режущими пластинами из сплава T5K10 вели на следующих режимах резания:

- скорость резания – 160 ÷ 230 м/мин;
- подача – 0,2 мм/об;
- глубина резания – 0,25 мм.

Режимы резания инструмента, укомплектованного пластинами из сплава T15K6, имели значения:

- скорость резания – 196 ÷ 275 м/мин;
- подача – 0,2 мм/об;
- глубина резания – 0,25 мм.

Критерием стойкости служил износ по задней поверхности. Результаты испытаний сборных резцов в зависимости от скорости резания при фиксированных значениях подачи и глубины резания с пластинами, покрытыми TiN и Cr+(TiCr<sub>0,2</sub>)N, представлены на рис. 2 и рис. 3.

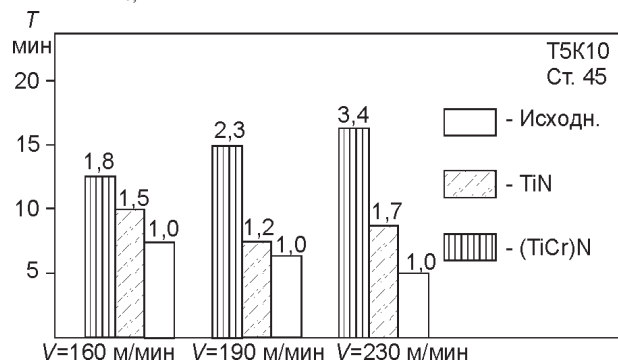


Рис. 2. Зависимость периода стойкости от скорости резания при фиксированных значениях подачи и глубины в процессе обработки стали 45 пластинами из T5K10 с покрытиями TiN и Cr+(TiCr<sub>0,2</sub>)N.

Анализ данных приведенных на рис. 2 говорит о следующем. При скорости резания 160 м/мин коэффициент повышения стойкости режущих пластин T5K10, покрытых износостойкими покрытиями TiN и Cr+(TiCr<sub>0,2</sub>)N, равнялся, соответственно, 1,5 и 1,8 раза. С увеличением скорости резания стойкость покрытых режущих пластин увеличивалась, по сравнению с исходными пластинами. Характерной отличительной особенностью покрытых и исходных режущих пластин была различная зависимость периода стойкости от скорости резания. Для исходных пластин период стойкости равномерно снижался с увеличением скорости резания. Значения

периода стойкости режущих пластин с покрытием TiN снижались на 25 % при скорости резания 190 м/мин, а затем увеличивались на 20 % при скорости резания 230 м/мин. Период стойкости режущих пластин с покрытием Cr + (TiCr<sub>0,2</sub>)N с увеличением скорости резания монотонно увеличивался. Соответственно, наблюдалось и увеличение коэффициента стойкости с 1,8 при скорости резания 160 м/мин до 3,4 при скорости резания 230 м/мин. Поведение режущих пластин T15K6 (см. рис. 3) при испытаниях в области скоростей резания 196 ÷ 275 м/мин без покрытия и с износостойким покрытием TiN напоминало поведение аналогичных пластин, изготовленных из сплава T5K10. То есть, с увеличением скорости резания период стойкости исходных пластин равномерно уменьшался. Для пластин с покрытием TiN при скорости резания 236 м/мин наблюдался незначительный локальный спад периода стойкости (на 15 %), а затем незначительное его повышение с увеличением скорости резания до 275 м/мин. Причем коэффициент стойкости этих пластин, по сравнению с исходными, равномерно увеличивался с увеличением скорости резания от 1,4 до 2,2 раз. Для режущих пластин, покрытых композиционным покрытием Cr + (TiCr<sub>0,2</sub>)N, в отличие от аналогичных пластин из материала T5K10, являлось характерным стабильное повышение коэффициента стойкости в области исследуемых скоростей резания в интервале значений 3,4 ÷ 3,9 раз и равномерное снижение периода стойкости режущих пластин с увеличением скорости резания (рис. 3).

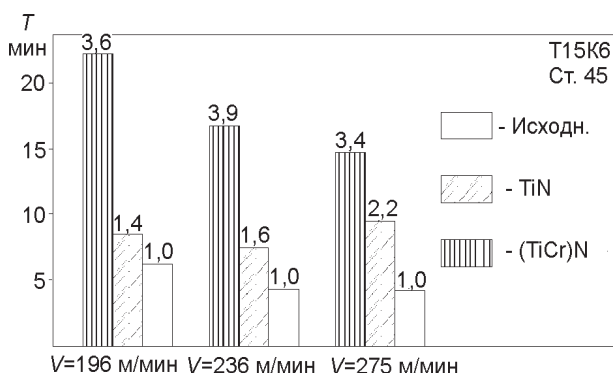


Рис. 3. Зависимость периода стойкости от скорости резания при фиксированных значениях подачи и глубины в процессе обработки стали 45 пластинами из T15K6 с покрытиями TiN и Cr+(TiCr<sub>0,2</sub>)N.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты исследований подтверждают перспективность использования комплексной обработки режущих пластин, сочетающей виброабразивную обработку и нанесение много-

слойных композиционных покрытий с мягкими подслоями. Особенно эффективным является использование подслоя хрома при черновых режимах обработки, где имеют место ударные нагрузки. Это обусловлено, по видимому, тем, что подслоем хрома обеспечивает улучшение адгезии композиционных покрытий к материалу режущих пластин, является буфером, гасящим распространение трещин, как пластичный материал, и снижающим термические напряжения за счет хорошей теплопроводности. Из исследованных покрытий наиболее эффективным для обработки конструкционных материалов оказалось покрытие Cr + (TiCr<sub>0,2</sub>)N. Особенно ощутимо его преимущество при повышенных скоростях обработки. В проведенных экспериментах это покрытие в ряде случаев обеспечивало повышение стойкости твердосплавных режущих пластин в 1,5 ÷ 2,0 раза, по сравнению с пластинами, покрытыми нитридом титана. Причем, покрытие Cr + (TiCr<sub>0,2</sub>)N обеспечивало эффективную работу режущих пластин в более широкой области режимов резания, по сравнению с покрытием TiN.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследована износостойкость твердосплавных пластин T5K10 типа 03114–250725 с покрытиями TiN; (TiAl<sub>0,2</sub>)N; Cr + (TiAl<sub>0,2</sub>)N; (TiCr<sub>0,2</sub>)N; Cr + (TiCr<sub>0,2</sub>)N при черновой обработке стали 09Г2СА и пластин T5K10 и T15K6 типа 03114–160512 (ГОСТ 190052–80) с покрытиями TiN и Cr+(TiCr<sub>0,2</sub>)N при чистовой обработке стали 45.
2. Показана эффективность использования комплексной обработки режущих пластин, сочетающей виброабразивную обработку и нанесение многослойных композиционных покрытий с хромовым подслоем, обеспечивающей повышение стойкости режущих пластин, по сравнению с исходными, при черновой обработке конструкционных сталей до 6,2 раз, а при чистовой обработке до 3,4 ÷ 3,9 раз в исследованной области режимов обработки.
3. Установлено, что покрытие Cr + (TiCr<sub>0,2</sub>)N, по сравнению с покрытием TiN, обеспечивает эффективную работу режущего инструмента в более широкой области режимов резания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хагт Л.Г., Гах В.М., Левин В.И. Упрочнение твердосплавного режущего инструмента поверхностным деформированием (обзор). – М.: “НИИмаш”, 1991.– с.
2. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: “Наука”, 1986. – 86 с.

- 3 Марков Г.В. Нанесение покрытий вакуумным электро-дуговым методом // *ФиХОМ*. – 1996. – № 3. – С. 71-73.
4. Верещака А.С., Волин Э.М., Вахид Х. Режущие инструменты с композиционными покрытиями для обработки различных конструкционных материалов//*Вестник машиностроения*. – 1984. –№ 8. – С. 32-35

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОЇ  
ОБРОБКИ ТА СКЛАДУ КОМПОЗИЦІЙНИХ  
ПОКРИТТІВ НА СТІЙКІСТЬ ТВЕРДОСПЛАВНИХ  
РІЗУЧИХ ПЛАСТИН**

**Н.Н. Белаш, В.С. Таран, В.Р. Татарин**

У роботі досліджено вплив попередньої абразивно-зміцнюючої обробки, що використовується перед нанесенням покриттів, наявності проміжного хромового прошарку та композиційних покриттів (TiAl)N та (TiCr)N на зносостійкість твердосплавних ріжучих пластин в залежності від швидкості різання при обробці конструкційних сталей у виробничих та лабораторних умовах.

**INVESTIGATION ON THE INFLUENCE OF  
PRELIMINARY TREATMENT AND COMPOSITION  
OF COMPOSITE COATINGS ON A LIFETIME  
OF HARDALLOYED CUTTING PLATES**

**N.N. Belash, V.S. Taran, V.R. Tatarinov**

This paper presents the investigation of the influence of preliminary finishing-hardening treatment used before coating deposition on hardalloyed cutting tools, as well as the impact of intermediate chromium sublayer and (TiAl)N and (TiCr)N composite coatings depending on cutting rate when treating steels in industrial and laboratory conditions.



**И н ф о р м а ц и я**

*Вышли из печати книги*

**КОСТЮК Г.И. ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ, ИОННОЙ  
ИМПЛАНТАЦИИ И ИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ,  
ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ И УПРОЧНЕНИЯ,  
КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Харьков: АИНУ, 2002. - 1030 с.*

В книге рассмотрены процессы, реализующиеся в плазменно-ионных, ионно-лучевых, светолучевых и комбинированных технологиях, дано математическое описание процессов, показаны научные пути выбора индивидуальных технологий и объединения их в комбинированные для обработки. Приводятся теоретические и экспериментально-теоретические модели выбора технологических параметров и физико-механических характеристик детали до обработки для плазменно-ионной, ионно-лучевой и комбинированной технологий. Рассмотрены особенности описания плазменно-механической и лазерно-механической обработки. Исследованы вопросы генерации частиц и расчета ресурса электродных систем технологических плазменных устройств.

Книга предназначена для научных и технических работников, занимающихся исследованиями, разработкой, созданием и использованием электрофизических технологий, а также будет полезна аспирантам и докторантам, специализирующимся в этой области знаний.

**КОСТЮК Г.И. СПРАВОЧНИК.  
ЭФФЕКТИВНЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ С  
ПОКРЫТИЕМ И УПРОЧНЕННЫМ СЛОЕМ**

*Харьков: АИНУ, 2003г. - 408 с.*

В справочнике приведены результаты исследований автора и его школы, а также других исследователей в области создания эффективного режущего инструмента (РИ) с плазменно-ионными покрытиями, после ионной имплантации и ионного легирования, лазерной модификации поверхностного слоя или закалки, а также комбинированного упрочнения на основе этих технологий. Представлены стойкость РИ, износостойкость материала РИ, коэффициенты трения для упрочненного материала РИ, изгибные характеристики материала РИ с упрочнением и покрытием, силы резания и коэффициент деформации стружки для РИ с покрытием и упрочненным слоем, микротвердость поверхностного слоя материала РИ, шероховатость поверхности, окисляемость и коррозионная стойкость, адгезионные характеристики покрытий на материале РИ, причем даны эти качественные характеристики и для РИ из различных материалов, как с упрочненным, так и с не упрочненным слоем.

Справочник предназначен для инженеров практиков, полезен: научным и техническим работникам, аспирантам и докторантам.

**ЗАКАЗАТЬ КНИГИ МОЖНО:**

МГПП “Технолоґ” р/с № 26007820014581 в Киевском отд. Харьковського областного филиала АКБ “Укрсоцбанк” г. Харькова, МФО 351016, ОКПО 14095564  
Тел. (0572)-707-42-06 (раб)

**Стоимость книги:**

50 грн. + 10 грн. НДС + 5 грн. пересылка = 65 грн.

**Стоимость справочника:**

20 грн. + 5 грн. НДС + 3 грн. пересылка = 28 грн.

Костюку Геннадію Ігоревичу,  
ул. Ак. Проскуры 5<sup>6</sup>, кв. 24,  
г. Харьков, 61085. Украина  
тел.(0572)-773-57-87 (дом)  
(0572)-707-42-06 (раб)

**Стоимость книги:** 50 грн. + 5 грн. пересылка = 55 грн.

**Стоимость справочника:**

20 грн. + 3 грн. пересылка = 23 грн.