

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ ИНСТРУМЕНТА

Оплеснин С.С., Оплеснин С.П., Крылова С.Е., канд. техн. наук, доцент,
Мингазов Р.Р., Валитов Д.М., Жамансарин М.А.
Оренбургский государственный университет

Продуктивность режущего инструмента обусловлена геометрией, материалом и качеством покрытия. Покрытия типа TiN образуют достаточно трудноизнашиваемые слои, которые защищают инструмент от износа поверхности, снижают энергоемкость, повышают его надежность и теплостойкость. Как результат, свойства резки защищенного инструмента, выше в несколько раз по сравнению с инструментом без покрытия. TiN используется как в качестве самостоятельного покрытия, так и в виде его отдельных слоев. Благодаря простой технологии получения и невысокой стоимости исходных материалов PVD-метод его нанесения получил наиболее широкое промышленное применение. Само покрытие обладает твердостью по Виккерсу в пределах 22...24 ГПа и коэффициентом трения по стали 0,55. Применяется для всех видов режущих инструментов при резании конструкционных сталей и сплавов нормальной обрабатываемости [1].

Материалом для исследования послужила инструментальная быстрорежущая сталь Р6М5 с нанесением на неё покрытием TiN методом PVD.

Структура поверхности образовавшегося покрытия полученная методом электронной растровой микроскопии на приборе JEOL JCM-6000 представлена на рисунке 1.

Анализ структуры (рисунок 1 а, б) показал, что в поверхностном слое покрытия присутствуют две основные фазы: твердый раствор на основе Ti и сложные карбидные включения. Наблюдается однородное распределение карбидов в металлической основе, однако размеры карбидов изменяются в достаточно широких пределах от 0,5 до 15 мкм.

Результаты микрорентгеноспектрального анализа, полученные при помощи микродисперсионного анализатора EX-54400T1L11 представлены на рисунке 1 в, г и в таблице 1, 2. Установлено, что в структуре покрытия углерод присутствует в связанном виде в качестве карбидов и карбонитридов TiC и TiNC. Титан составляет основу карбидных и карбонитридных включений и подложки инструмента, содержание азота (N) повышено в отдельных спектрах, один из которых (002), указан на рисунке 1, а. Покрытие TiN имеет характерный золотистый цвет и следующие физико-механические свойства: $\rho = 5,40 \text{ г/см}^3$; $t_{пл} = 2950 \text{ }^\circ\text{C}$; $HV = 22 \text{ ГПа}$; $K_1^t = 9,4 \cdot 10^6 \text{ К}^{-1}$; $M = 590 \text{ кН/мм}^2$.

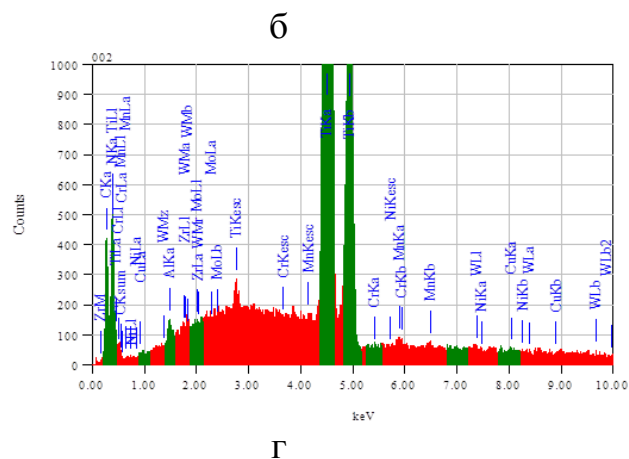
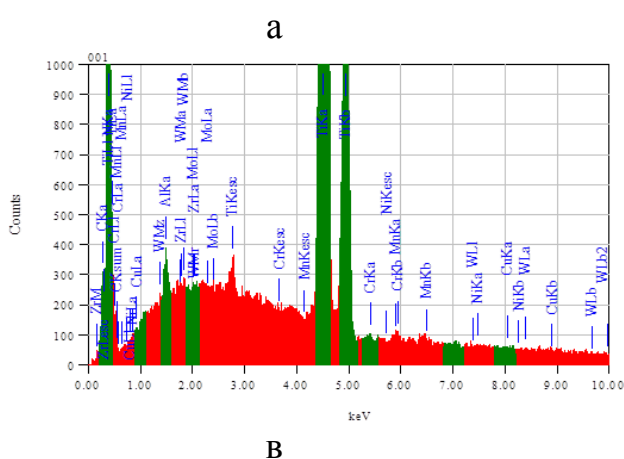
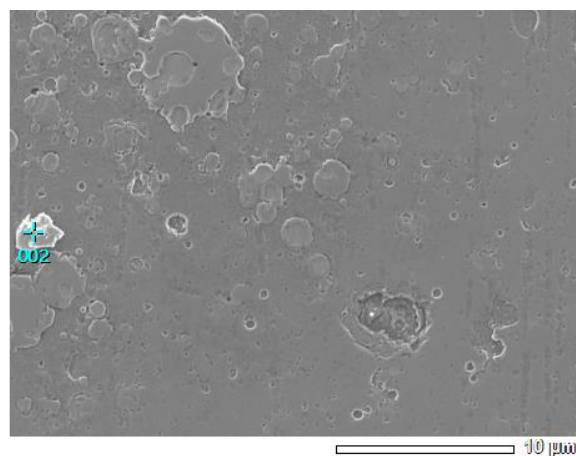
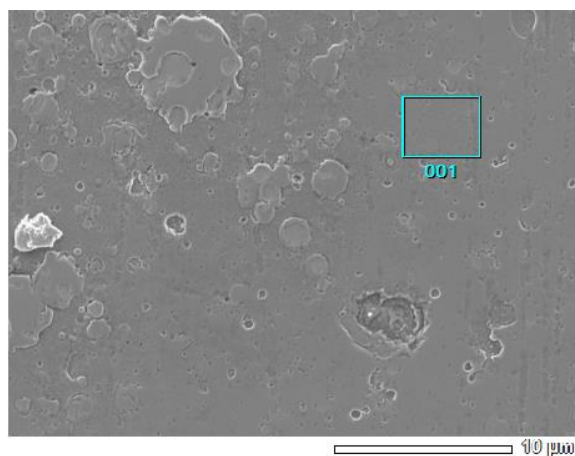


Рисунок 1 – Результаты микрорентгеноспектрального анализа покрытия TiN

Таблица 1- Химический состав спектра 001, в % по массе

C	N	Al	Ti	Mn	Zr
0,90	8,65	0,33	89,44	0,40	0,28

Таблица 2- Химический состав карбонитрида TiNC (спектр 002), в % по массе

C	N	Ti
3,00	2,62	94,38

В работе провели оценку распределения микромеханических свойств по поверхности покрытия инструмента. Исследования распределения микротвердости (рисунок 2) показывают неравномерность распределения твердости по поверхности, что объясняется катодным механизмом распыления покрытия.

Известно, что при отсутствии вращения инструмента в вакуумной камере, и некоторых особенностей конструкции в виде экранов-каплеуловителей и магнитных распределительных полей приводят к шероховатости покрытия и изменению микротвердости[2], представленному на рисунке 2.

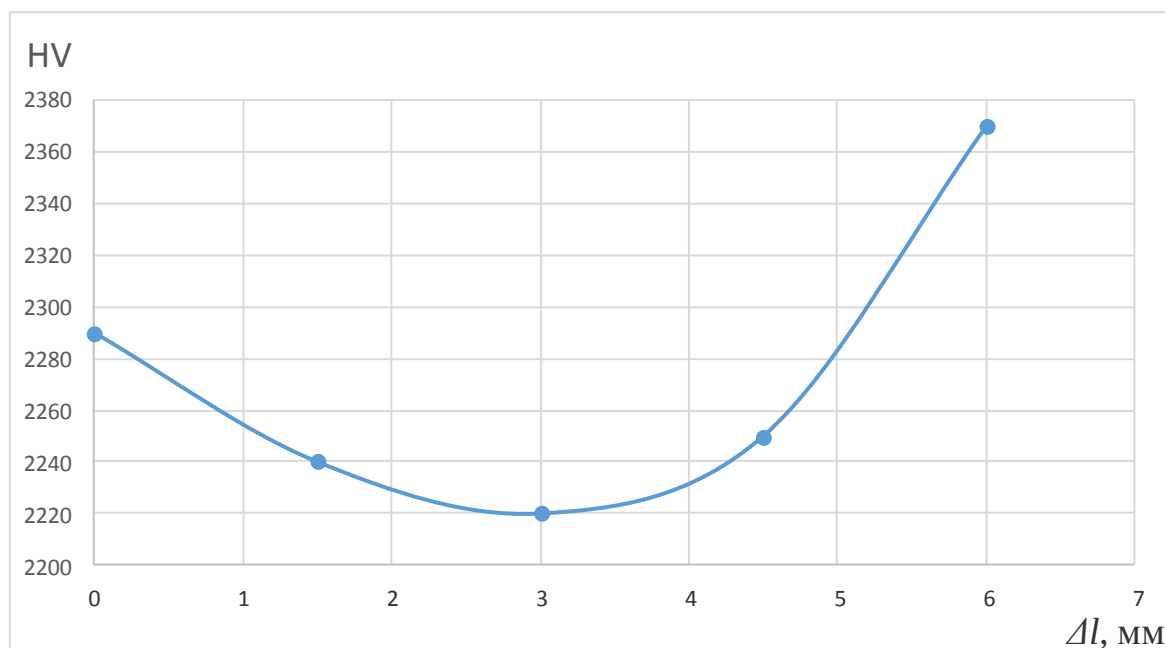


Рисунок 2- Распределение твердости по поверхности покрытия

В ходе исследования определили состав, структуру и качество нанесенного покрытия TiN на поверхность инструмента из быстрорежущей стали. Установлено, что покрытие обладает однородной структурой с равномерным карбидным упрочнением и высокими значениями микромеханических свойств. Однако, особенность выбранного PVD-метода получения покрытия основана на катодном осаждении карбидных и карбонитридных фаз, что не обеспечивает высокого класса шероховатости и стабильности микротвердости по рабочей плоскости инструмента. Данный факт может привести к неудовлетворительной эксплуатационной стойкости инструмента.

Список литературы

1. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 2011. – 368 с. – ISBN 978-5-94275-591-1.
2. Бондарь А.В., Смоленцев Е.В. Криогенно-эрозионное упрочнение металлических изделий // Упрочняющие технологии и покрытия. 2006. №4. С. 17-22.