

Отзыв

на автореферат диссертации КОНОВАЛОВА ЕГОРА ПАВЛОВИЧА на тему «Фазовые и структурные превращения на поверхности нитридных покрытий инструментов для высокоскоростного сухого резания»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

В диссертационной работе Е.П. Коновалова предложена новая концепция разработки износостойких покрытий для режущих инструментов, основанная на реализации явления самоорганизации материалов в экстремальных условиях эксплуатации.

В работе исследуются однослойные и многослойные наноламинатные ионно-плазменные покрытия на основе неравновесных нитридов, включая высоко энтропийные. При общей толщине покрытий не более 8.0 мкм они не нарушают геометрию режущего инструмента и обладают уникальными физическими и механическими свойствами и при эксплуатации на поверхности трения и износа генерируют трибокерамики с необходимыми термобарьерными и фрикционными характеристиками, позволяющими предотвратить нагрев инструмента, существенно повысить ресурс его работы. Как показано в работе, эти покрытия активно сопротивляются накоплению повреждений благодаря рассеянию подводимой энергии в ходе фазовых и структурных превращений. Основное отличие их от традиционных связано с тем, что в процессе эксплуатации они улучшают свои свойства, чем продлевается их ресурс. Традиционные твердые и особо твердые износостойкие покрытия на основе нитрида титана, оксидов, карбидов или алмазоподобного углерода (кластерные покрытия) пассивно сопротивляются износу и разрушаются в процессе накопления повреждений.

Такие покрытия эффективны при резании с низкими и средними скоростями металлообработки и использования смазочно-охлаждающих жидкостей. Прогрессивные разработки новых режущих инструментов основаны на переходе к сухому высокоскоростному резанию без применения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Это связано с требованиями по интенсификации производства и решению экологических проблем. Настоящая работа направлена на разработку новых износостойких покрытий на режущих инструментах для высокоскоростного (более 500 м/мин) резания без применения СОЖ. Таким образом настоящая работа является актуальной и полностью соответствует мировым тенденциям в металлообработке.

В рассматриваемой работе автором предложен новый подход, предполагающий конструирование покрытий такого химического, фазового составов и структуры, которые адаптируются к экстремальным условиям нагружения. Этот эффект достигается в результате генерации пленок трибооксидов с антифрикционными и термобарьерными свойствами. Это делает диссертационное исследование, проведенное автором, актуальной научной задачей.

При решении поставленных в диссертации задач использовались новые современные теоретические и экспериментальные методы исследования, такие как моделирование влияния пленок трибооксидов на теплоперенос в зоне резания методом конечных элементов; квантово-химические расчёты роли легирующих добавок на окислительную способность сложного

нитрида или его пластификацию; расчеты многокомпонентной диффузии в многослойном композите для объяснения состава трибопленок. Для исследования атомной структуры тончайших пленок трибооксидов применен метод EELFS аналог EXAFS, который позволил установить чередование во времени резания аморфизации и кристаллизации нитридного покрытия и трибопленок. Этот факт получен впервые и послужил доказательством существования в зоне резания крайне неравновесных термодинамических условий.

Полученные автором диссертации научные результаты являются новыми и расширяют представления о нанотрибологии. Комплексное применение различных современных методов исследования структуры и механических свойств помогло автору твердо обосновать выдвинутые им научные положения.

Построение работы является последовательным и логичным. В диссертации выделены следующие ключевые проблемы:

- разработка концепции легирования и выбора состава нового класса многослойных покрытий из сплавов на основе сложных нитридов;
- изучение многофазной пространственной организации наноструктурных элементов;
- создание прототипов адаптирующихся многослойных наноламинатных ионно-плазменных покрытий на основе сложных нитридов;
- исследование фазовых и структурных превращений, тонких особенностей структуры в многослойных покрытиях и трибопленках.

Полученные автором научные результаты являются новыми:

- разработаны новые составы и структуры как однослойных, так и многослойных покрытий на основе сложных нитридов различного химического состава, формирующих при эксплуатации на своей поверхности защитные трибоструктуры;
- впервые показано, что в условиях локализованных мегапластических деформаций процесс формирования пленок трибооксидов при трении и износе в условиях воздушной среды можно представить как самоорганизацию в крайне неравновесных термодинамических условиях.
- определено, что формирующиеся на поверхности покрытий трибопленки обладают уникальными физическими свойствами, такими как низкие теплопроводность и сопротивление трению.
- показано, что легирование покрытий микродобавками Hf и Y не приводит к активному образованию вторичных трибоструктур по сравнению с Cr, Ti и Al.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования не вызывает сомнения. Применение инструмента с разрабатываемыми в диссертационной работе покрытиями позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость производства и расход дорогостоящих металлов (Mo, W, Co), а также исключить загрязнение окружающей среды, обусловленное применением СОЖ жидкостей в традиционных процессах.

Результаты работы опубликованы в 13 статьях, из них 9 в рецензируемых международных журналах, входящих в список ВАК, Web of Science и SCOPUS.

Автор участвовал в 4 российских и международных конференциях.

Вместе с тем, судя по автореферату, работа не лишена некоторых недостатков:

1. Автором отмечено, что резкое изменение ширины лунки износа у инструмента с классическими нитридными покрытиями приводят к «нежелательным вибрациям и ухудшению качества обрабатываемой поверхности». Однако, в автореферате не приведены данные по измерению вибраций и оценке качества поверхности, что затрудняет их сравнение с изучаемыми покрытиями.

2. В тексте указано, что на поверхности изучаемых нитридных покрытий в процессе резания изменяется коэффициент трения, однако, никаких исследований по его измерению не представлено.

Заключение

Несмотря на отмеченные замечания, диссертация является законченной научно-исследовательской работой, посвященной актуальному вопросу разработки новых износостойких покрытий для экстремальных условий резания, и имеет практическую ценность. Полученные автором результаты достоверны, а выводы и заключения обоснованы. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ, в том числе п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Коновалов Е.П. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Профессор кафедры металловедения цветных металлов,
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСИС»,
д.ф.-м.н.

Головин Игорь Станиславович

« 1 » 09 2025 г.



Подпись Головин И.С. удостоверяю:

Игорь Станиславович Головин

И.В. Масленникова

Адрес почтовый: 119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1.

Тел.: +7 (495) 955-00-32

E-mail: kancela@misis.ru

Я, Головин Игорь Станиславович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.