

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Кужненко А.А. по теме:
«Разработка оксидно-нитридных многослойных покрытий для режущего твердосплавного инструмента», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06-Порошковая металлургия и композиционные материалы

Достоинство диссертационной работы состоит в использовании давно известного метода микродугового оксидирования (МДО) алюминия для создания алюмо-оксидного композита, позволившего сформировать жаростойкое покрытие.

Следует отметить практическую полезность разработанного покрытия для формообразования деталей на интенсивных режимах, повышающих производительность процесса при непрерывной и прерывистой обработке сталей, жаропрочных сталей и сплавов, а также чугунов.

Достоверность работы подтверждается использованием современного оборудования, надежных аттестованных методик проведения исследований, а также результатами лабораторных и производственных испытаний с продукцией как отечественных, так и зарубежных производителей.

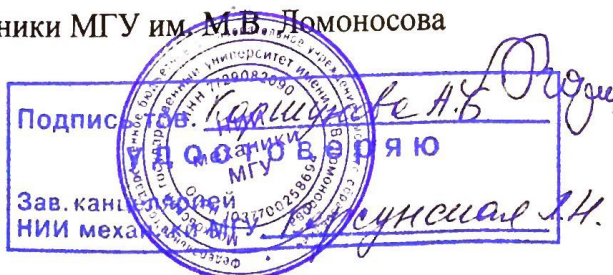
Формальным недостатком работы является наличие одной фамилии на обложке автореферата и другой в перечне опубликованных работ по теме диссертации. Хочу порекомендовать автору заранее исправить этот недостаток, указав на него в диссертации.

Отмеченное замечание не снижает общей ценности диссертационной работы Кужненко А.А. которая соответствует критериям ВАК по: актуальности, научной новизне и практической значимости, а её автор безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Ведущий научный сотрудник

НИИ механики МГУ им. М.В. Ломоносова

д.ф.-м.н.



Коршунов А.Б.

«Утверждаю»

Зам. технического директора

по подготовке производства

АО «Металлист Самара»

Головщиков Е.В.

« » 2016г.



Отзыв

на автореферат диссертационной работы Кужненко А.А. по теме:
«Разработка оксидно-нитридных многослойных покрытий для режущего
твердосплавного инструмента»

Применение при обработке деталей 5-координатных станков высокой производительности позволяет сконцентрировать операции на одном обрабатывающем центре, сократив тем самым вспомогательное время и форсировать режимы механообработки. В настоящее время для этой цели применяется дорогостоящий импортный инструмент. Отечественные сменные твердосплавные режущие пластины (СМП) имеют стойкость в 2,0-3,0 раза ниже импортных. Поэтому обеспечение конкурентоспособности СМП отечественного производства, является актуальной задачей.

Автор на основе комбинации методов PVD и МДО разработал оксидно-нитридное покрытие нового поколения, позволяющее работать инструменту на форсированных в 1,5-2,0 раза режимах обработки с удовлетворительной стойкостью режущего инструмента.

Описанный автором механизм формирования повышенной адгезионной прочности между слоем оксида алюминия, барьерным слоем и твердосплавной основой, связанный с процессом диффузионной «сварки» их

алюминием, проникающим в соответствующие слои на стадии МДО высокопористого слоя алюминия, предварительно сформированного методом ионно-плазменного вакуумно-дугового осаждения, позволяет инструменту работать в условиях прерывистого и непрерывного резании.

Автором вполне обосновано, показана возможность применения отдельных положений теплофизики и теории резания при конструировании покрытия, способного работать при высокой, до 1200°C , температуры.

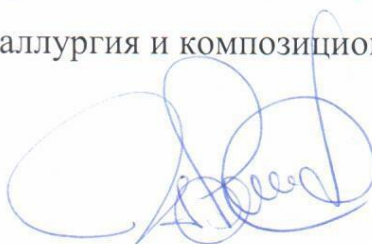
Практическая значимость подтверждена разработкой метода нанесения покрытия, на основании которого создано принципиально новое оксидно нитридное покрытие, успешно прошедшее испытания в лабораторных и производственных условиях по сравнению с отечественными и импортными аналогами.

В качестве замечания можно отметить, что не рассмотрен вопрос о работоспособности концевой инструмента, с большим объемом потребления на предприятиях и имеющего свою специфику при резании.

Замечание не влияет на общую значимость работы, являющейся законченной научно-технической разработкой, удовлетворяющей предъявляемым требованиям. Ее автор Кужненко А.А. достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук. Работа соответствует критериям ВАК, предъявляемым диссертациям по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Начальник

инструментального отдела



Цветков О.П.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кружненкова Андрея Александровича «Разработка оксидно-нитридных многослойных покрытий для режущего твердосплавного инструмента», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

В настоящее время на рынке потребления твердосплавных пластин доля отечественных режущих СМП составляет не более 5% от общей потребности машиностроительных предприятий. Остальные 95% приходятся на зарубежные фирмы, такие как «Sandvik Coromant» (Швеция), «Pramet» (Чехия), «Walter» (Германия), «Iskar» (Израиль), «Kennametal» (США) и др. Столь низкое потребление отечественного инструмента связано с его недостаточно высокими эксплуатационными показателями. Для решения этой проблемы постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014г. № 328 была утверждена государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». В рамках этой программы предусмотрено повышение технических характеристик выпускаемых отечественных станков и инструмента до конкурентоспособного уровня. Особенно значительное отставание наблюдается при обработке с высокими режимами резания, где температура превышает 1000 °С. С экономической точки зрения стоимость импортных пластин более чем в 2 раза превышает стоимость отечественных, что сказывается на себестоимости продукции машиностроения. Кроме того, практически полная зависимость машиностроительных предприятий от зарубежных поставок твердосплавного инструмента угрожает технологической безопасности нашей страны.

Одним из путей решения этой актуальной проблемы является разработка новых износостойких покрытий, чему и посвящена данная работа.

Автором сделан обоснованный выбор финишного покрытия методом МДО, что позволяет получить покрытие из послойно расположенных оксидов алюминия разных модификаций с различными характеристиками. На основе классических положений кондукции и теплофизики процесса резания в работе проведена оценка теплопроводности трехслойного композиционного материала $Al_2O_3-(Ti-Zr-Nb)N$ -твердосплавный инструмент. Полученные результаты позволили определить размер слоев покрытия, обеспечивающий снижение температуры до 500 °С на твердосплавной подложке, что повышает устойчивость СМП к пластической деформации при высоких напряжениях и температурах. Все это характеризует научную значимость работы.

Практическая полезность работы заключается в повышении эксплуатационных показателей и, соответственно, конкурентоспособности отечественных твердосплавных СМП.

Достоверность работы подтверждается использованием современного оборудования, апробированных методик проведения исследований, а также результатами лабораторных и производственных испытаний СМП с разработанным покрытием в сравнении с аналогами как отечественных, так и зарубежных производителей.

В качестве замечания можно отметить, что в автореферате не приведены критерии затупления контактных поверхностей СМП, а также допустимые величины износа, по которым оценивалась их работоспособность.

В целом, судя по автореферату, диссертация Кружненкова А.А. является законченной научно-исследовательской работой, удовлетворяющей требованиям ВАК РФ для кандидатских диссертаций. Считаю, что Кружненков Андрей Александрович заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Заместитель начальника КБ4
Акционерного Общества « Научно-
Производственное объединение
«БАЗАЛЬТ» (АО «НПО «БАЗАЛЬТ»),
доктор технических наук, профессор

 29.11.16

В.В. Иванов

Подпись Иванова Валерия Васильевича удостоверяю

Начальник отдела кадров
АО «НПО «БАЗАЛЬТ»





Т.В. Круглова

Контакты:

АО «НПО «БАЗАЛЬТ», КБ4 (г. Тула)
+7(4872)246007, ivanov.tniti@yandex.ru,

Иванов Валерий Васильевич

Отзыв

на автореферат диссертационной работы

Кужненко Андрея Александровича

«Разработка оксидно-нитридных многослойных покрытий для режущего
твердосплавного инструмента»,

представленной к защите на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и
композиционные материалы

Расширение области эффективного применения твердосплавных инструментов находится в плоскости глубокого понимания роли теплового фактора в механизме их износа. Интенсивный тепловой поток, поступающий в инструменты при высокоскоростном резании, в совокупности с высокими силовыми нагрузками создает экстремальные условия его внешнего нагружения, при которых активизируются все механизмы износа твердого сплава. Ограничить влияние интенсивного теплового потока на стойкость твердосплавных инструментов позволяют износостойкие покрытия, наносимые на их рабочие поверхности. Поэтому разработка оксидно-нитридных многослойных покрытий, обеспечивающих защиту твердосплавной основы от негативного влияния теплового фактора до температур 1200 °С является актуальной научной задачей.

К научной новизне диссертационной работы следует отнести следующие положения: установленный эффект растворения алюминия в твердом сплаве при осаждении методом arc-PVD; сформированная архитектура покрытия с барьерным слоем на основе-(Ti, Zr, Nb) N; выявленная зависимость интенсивности роста слоя оксида алюминия от плотности тока; предложенный механизм обеспечения повышенной адгезионной прочности между слоем оксида алюминия, барьерным слоем и твердым сплавом; построенная модель теплообмена между режущим инструментом и обрабатываемым материалом, с использованием которой определен размер слоя покрытия, обеспечивающий существенное уменьшение температуры в поверхностном слое твердого сплава.

Практическая значимость работы состоит в: разработанном методе нанесения износостойкого композиционного покрытия на основе Al_2O_3 толщиной 7 – 15 мкм и теплозащитными свойствами до 1200°С на твердосплавные инструменты, предназначенные для высокоскоростного

резания конструкционных сталей и труднообрабатываемых сплавов; созданной технологической инструкции по нанесению барьерного слоя ТИ 48-4201-3-44-03 «Нанесение износостойких покрытий методом КИБ на установках ННВ6.6-И1 типа «Булат»; положительных результатах промышленного апробирования твердосплавных режущих пластин из сплавов А30 и ANP200 с покрытием (Ti, Zr, Nb) N / Al₂O₃ при прерывистом точении заготовок типа фланец из нержавеющей стали 12Х18Н10Т на (ГКМПЦ им. М.В. Хруничева) и черновом точении осей колесных пар (ОАО «ЛЛМЗ»). В комплексе это обеспечило решение задач, поставленных соискателем в диссертационной работе.

Замечания по автореферату диссертации:

1. В работе следовало бы уделить больше внимания особенностям износа твердосплавных инструментов с покрытием (Ti, Zr, Nb) N / Al₂O₃.
2. Необходимо было дать ссылку после раздела «Публикации по диссертационной работе» на факт изменения фамилии автором.

Однако, несмотря на вышеперечисленные недостатки, диссертация Кужненко А. А. выполнена на высоком научном уровне и отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым кандидатским диссертациям по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Зав. кафедрой технологического проектирования
Московского государственного технологического университета «Станкин»

д.т.н.

Кузин В.В.



Отзыв

на автореферат диссертационной работы Кужненко А.А. по теме:
«Разработка оксидно-нитридных многослойных покрытий для режущего
твердосплавного инструмента», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая
металлургия и композиционные материалы.

Повышение производительности процесса механообработки напрямую связано с интенсификацией режимов резания. Фактором, ограничивающим рост производительности, является высокая температура в зоне контакта инструмента с заготовкой. Большая часть покрытий окисляются при температуре от 600 до 900⁰С, более современные покрытия AlCrN, AlTiN, работают на повышенных скоростях резания при температуре до 1000⁰С. Дальнейшее повышение температуры приводит к окислению нитридов металлов покрытия, взаимодействия покрытия с обрабатываемым материалом, а также перегреву и пластической деформации твердого сплава. Поэтому разработка покрытия, обладающего одновременно жаростойкими, стойкими к окислению при температуре более 1100-1200⁰С и инертными к обрабатываемому материалу свойствами является актуальной задачей.

Автор с помощью метода МДО разработал верхний слой из оксида алюминия α -и γ -Al₂O₃ модификаций. Для снижения вероятности протекания процесса растворения алюминия в твердом сплаве, предложено в архитектуру формируемого покрытия ввести барьерный слой из нитридного покрытия. Определены параметры процессов формирования покрытия и барьерного слоя, исключая указанный эффект. Таким образом, автор разработал покрытие нового поколения, позволяющее работать инструменту на форсированных режимах при температуре более 1100-1200⁰С с удовлетворительной стойкостью режущего инструмента.

Значительный интерес представляет механизм формирования повышенной адгезионной прочности между слоем оксида алюминия, барьерным слоем и твердосплавной основой, связанный с процессом диффузионной «сварки» их

в процессе микродугового оксидирования алюминия, за счет высокотемпературного термического воздействия микроплазмы при пробое алюминиевого слоя.

Следует отметить практическую полезность разработанного комбинированного метода нанесения износостойкого композиционного покрытия на основе Al_2O_3 толщиной 7-15 мкм на твердосплавный режущий инструмент и способного работать до 1200°C.

Работоспособность оксидно-нитридного покрытия доказана путем сравнительных производственных испытаний при непрерывной и прерывистой обработке сталей, жаропрочных сталей и сплавов, а также чугунов.

Достоверность работы подтверждается использованием современного оборудования, надежных аттестованных методик проведения исследований, значительным объемом лабораторных и производственных сравнительных испытаний с отечественными и импортными аналогами.

В качестве замечания можно отметить, что автором на рисунке 4 автореферата неправильно указана размерность интенсивности тока.

Отмеченное замечание не снижает общей значимости диссертационной работы Кужненко А.А., которая соответствует критериям ВАК по: актуальности, научной новизне и практической значимости, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Ведущий научный сотрудник Федерального
государственного бюджетного учреждения
науки Института Металлургии и материаловедения
им. А.А.Байкова
к.т.н.

В.И. Антипов

*Собственноручный подписи В.И. Антипова
засведетельств. 10.05.2016 г. М.И.И. - М.И.И.И.*

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Кужненко А.А. по теме:
«Разработка оксидно-нитридных многослойных покрытий для режущего
твердосплавного инструмента», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 –
Порошковая металлургия и композиционные материалы.

В настоящее время на отечественных промышленных предприятиях применяется Российский инструмент в виде напайных пластин, и из быстрорежущих сталей. Процент неперетачиваемых пластин и их качество очень низкое. В отсутствии конкуренции с Российской стороны позволяет поставщикам импортной продукции взвинчивать цены, которые становятся запредельными. Выходом из данной ситуации является обеспечение конкурентоспособности твердосплавного режущего инструмента путем совершенствования марок и режимов получения твердосплавных заготовок, применение оптимальной геометрии, нанесения перспективных высокопроизводительных покрытий. Поэтому разработка покрытия способного работать на интенсивных режимах резания, при температуре до 1200°C является актуальной задачей.

Автором определены оптимальные режимы нанесения алюминия. Для предохранения основы от перегрева при оксидировании и взаимодействия алюминия с твердым сплавом предложено применить барьерный слой.

Установлена нелинейная зависимость интенсивности роста слоя оксида алюминия от плотности тока (I_a) на стадии МДО разработанного комбинированного метода получения оксидно-нитридного покрытия, что связано с процессом разрыхления формирующегося слоя оксида микродугами при превышении I_a более $5,5 \text{ A/дм}^2$ с одновременным ростом пористости сформированного покрытия и экстремумом в этой точке его стойкостных свойств в испытаниях по резанию.

Значительный интерес представляет описанный механизм формирования повышенной адгезионной прочности между слоем оксида алюминия, барьерным слоем и твердосплавной основой.

Достоверность результатов работы доказывается положительными результатами значительного объема лабораторных и производственных испытаний, показывающих конкурентоспособность разработанного покрытия с отечественными и импортными аналогами.

Значимость работы для науки и производства не вызывает сомнений.

В целом работа Кужненко А.А. является законченной научной разработкой, представляющей большое значение для отечественной инструментальной промышленности.

В качестве замечания можно отметить, что в работе следовало бы включить в исследуемые материалы титановые сплавы, при обработке которых возникают значительные проблемы.

Указанное замечание не влияет на значимость диссертационной работы Кужненко А.А., которая соответствует предъявляемым критериям ВАК по актуальности, научной новизне и практической значимости, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Генеральный директор Всероссийского научно-исследовательского инструментального института ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ»



к.т.н. Боровский Г. В.



Список литературы
Кужненко А.А.
руководитель диссертации
Боровский Г. В.
Кужненко А.А.

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Кужненко А.А. по теме:
«Разработка оксидно-нитридных многослойных покрытий для режущего
твердосплавного инструмента», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая
металлургия и композиционные материалы.

Для современного производства, характеризуемого применением труднообрабатываемых материалов с высокими теплофизическими и механическими свойствами, такими как жаропрочность и ударная вязкость, получаемых легированием тугоплавкими химическими элементами, актуальной является задача получения покрытия, обладающего высокой инертностью. Актуально также повышение производительности механообработки этих материалов на новейших обрабатывающих центрах. Для этой цели необходимо разработка принципиально нового типа покрытия, обеспечивающего решение поставленной задачи и конкурентных преимуществ с зарубежными аналогами.

Работу Кужненко А.А. отличает комплексный подход к решению поставленной задачи. Детально проработаны режимы нанесения алюминия, как одного из важнейших этапов получения покрытия комбинированным PVDи МДО методом. Обосновано применение МДО метода позволяющего не только получить заданную структуру, но и избежать перегрева твердого сплава- основы по технологическим особенностям работы метода.

Экспериментально установлен эффект растворения алюминия в твердосплавной подложке при осаждении его методом arc-PVD в виде пористого слоя для последующего формирования на его основе методом микродугового оксидирования покрытия на основе оксида алюминия. Для предотвращения растворения алюминия в твердом сплаве, предложено в архитектуру формируемого покрытия ввести барьерный слой на основе-(Ti-Zr-Nb)N. Определены параметры процессов формирования покрытия и

барьерного слоя, исключая указанный эффект. Хим.состав барьерного слоя оптимизирован в зависимости от вида обработки.

На основе законов термодинамики и механики процесса резания разработана модель высокотемпературного покрытия, послойно снижающая величину действующей температуры до заданного значения на поверхности твердого сплава основы, наглядно объясняющая принцип действия покрытия.

Пошагово оптимизированы параметры разработанного покрытия с целью корректировки модели и получения максимальной производительности и стойкости инструмента при эксплуатации.

Достоверность работы подтверждена большим объемом лабораторных и производственных сравнительных испытаний с отечественными и импортными аналогами.

Замечаний по работе нет. В качестве предложения целесообразно рассмотреть вопрос о продолжении исследований по отработке данного покрытия на сложнопрофильный фасонный инструмент, отличающийся высокой ценой и низкой стойкостью.

В целом работа Кужненко А.А. является законченной научно-технической разработкой, отвечающей требованиям ВАК к диссертационным работам. Автор Кужненко А.А. заслуживает присвоения ученой степени кандидат технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.



Директор по производству
Отдел
персоналом
завод»

Белозерцев А.Н.