

В диссертационный совет Д 24.2.327.04
в ФГБОУ ВО «Московский авиацион-
ный институт (национальный исследо-
вательский университет)» (МАИ)
Ученому секретарю дис. совета
д.т.н., доц. Скворцовой С.В.
125993, г. Москва, Волоколамское
шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3, МАИ.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Чекаловой Елены Анатольевны** «Научные и техноло-
гические основы формирования на поверхности режущего инструмента и деталей дис-
кретных диффузионных оксидных слоев для повышения их долговечности», представлен-
ной к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
2.6.5 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Основными причинами выхода из строя режущего инструмента с износостойкими
покрытиями могут быть: разрушение в результате высоких контактных силовых и темпе-
ратурных нагрузок, а также деформации твердосплавной основы. Многообразие факторов,
влияющих на покрытие, зависит от соотношения физико-химических свойств обрабаты-
ваемого материала и покрытия. Необходим новый тип покрытия, способствующий увеличе-
нию запаса прочности и жесткости, снижению склонности режущей части инструмента к
потере формоустойчивости и термопластическим прогибам при приложении термомеха-
нических напряжений, возникающих в процессе резания. Диссертационная работа Е.А.
Чекаловой направлена на разработку нового типа диффузионных покрытий с дискретной
ячеистой структурой нестехиометрического состава, обладающих повышенной износо-
стойкостью. Выявление и установление закономерностей, связывающих технологические
параметры нанесения функциональных покрытий с износостойкостью и долговечностью
инструментов, разработка и всестороннее исследование новых методов формирования
диффузионных покрытий, являются весьма актуальными.

**Работа обладает научной новизной, основные положения которой заключаются
в следующем.**

1. Установлено, что при обработке током коронного разряда в диапазоне $I_K = 140-440$ мкА при температуре 20–25 °С на поверхности инструментальных и
конструкционных материалов Р6М6, Р6М5К5, ВК10ХОМ, ВТЗ-1 происходит образование
дискретных оксидных слоев состава $(Fe_xO(x \sim 0,84-0,96), Fe_2O_3; Fe_3O_4; WO_2(\delta); Co_3O_4(II,III),$
 $CoO(II); WO_{2,90}; WO_{2,72}; TiO, Ti_2O)$.

2. Разработана физико-химическая модель формирования диффузионного
дискретного оксидного слоя в зоне контакта металла с потоком образующейся холодной
воздушной плазмы.

3. Разработана физическая модель, описывающая влияние дискретного и сплошного
диффузионного оксидного слоя на долговечность и физико-механические свойства
поверхностного слоя металлических материалов.

4. В качестве характеристики энергоемкости инструментального материала по отношению к износу предложена эффективная молярная энергия активации $U_{Эф}$. Установлена взаимосвязь между периодом стойкости режущего инструмента $T_{ст}$, средней температурой его режущей кромки T и соответствующей им эффективной величиной молярной энергоемкости $U_{Эф}$ процесса износа.

5. Установлена динамика изменения поверхности инструмента при нагреве инструмента из сплавов на основе железа, заключающаяся в насыщение дискретного слоя оксидов кислородом и их переход в стабильную стехиометрическую фазу типа Fe_3O_4 . Указанная эволюция фазового состава дискретного оксидного слоя повышает эффективную величину молярной энергоемкости $U_{Эф}$ и, соответственно, повышает износостойкость режущих кромок.

6. Построена математическая модель для решения задачи по оптимизации параметров процесса нанесения локального диффузионного дискретного оксидного слоя, основанная на использовании мультипликативной экспоненциально-степенной функции, выражающей зависимость величины изнашивания задней поверхности режущей кромки пластины от тока коронного разряда, давления сжатого воздуха, угла наклона сопла к образцу и расстояния от сопла до образца.

Работа имеет практическую значимость.

1. Разработана технология обработки режущего инструмента на воздухе то-ком коронного разряда при температуре 20–25 °С для создания на поверхности диффузионных дискретных оксидных слоев системы $Me-MeO-MeO-O_2$. Формирование таких слоев увеличивает долговечность инструмента из быстро-режущих материалов в 1,5–3 раза, из твердосплавных материалов в 1,8–2,5 раза и циклическую долговечность на 30–50% по сравнению со сплошным стехиометрическим покрытием.

2. Разработана установка для формирования дискретного оксидного слоя на режущем инструменте и деталях различной номенклатуры и типоразмеров, отличающаяся высокой производительностью, малым потреблением энергии и ресурсов и возможностью использования для различных типов производств.

3. Разработаны практические рекомендации по выбору режимов нанесения дискретного оксидного слоя на режущую кромку инструмента для получения не-обходимой структуры, обеспечивающей высокую износостойкость: сила тока 390–410 мкА, давление сжатого воздуха 0,2–0,25 МПа, время обработки инструмента из сплавов на основе железа 3 часа; а из твердых сплавов – 4 часа.

4. Разработан способ повышения долговечности лопаток компрессора авиационных ГТД путем восстановления геометрических размеров и износостойкого покрытия анти-вибрационных полок (патент №2586191).

5. Разработанный технологический процесс нанесения диффузионного дискретного оксидного слоя на режущий инструмент с помощью коронного разряда находится в стадии внедрения на АО «МПО им. И. Румянцева», АО «НПЦ газотурбостроения «Салют», АО «ММЗ», ПАО «АК Рубин», ООО «РИП», ООО «ИТМ» и на ООО ТД «КАЙЛАС», что подтверждено соответствующими актами.

Таким образом, актуальность, научная новизна, практическая значимость и достоверность выполненных автором исследований не вызывает сомнений. Степень научной и практической апробации достаточна.

Экономический эффект составил свыше 40 млн. рублей (в ценах 2019 года).

Содержание диссертации, согласно тексту автореферата, соответствует специаль-

ности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы» по п.3., п.5 и п.6.

По автореферату имеются замечания:

1. Из текста автореферата не ясно, как протекает процесс структурного выращивания оксидов.

2. Также не ясно какими параметрами контролируется толщина выращенного слоя оксидов и на какой глубине контролировался фазовый состав оксидного покрытия.

Указанные замечания не снижают значимости диссертации, которая выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет требованиям Положения ВАК РФ к докторским диссертациям, а ее автор, Чекалова Елена Анатольевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5– Порошковая металлургия и композиционные материалы.

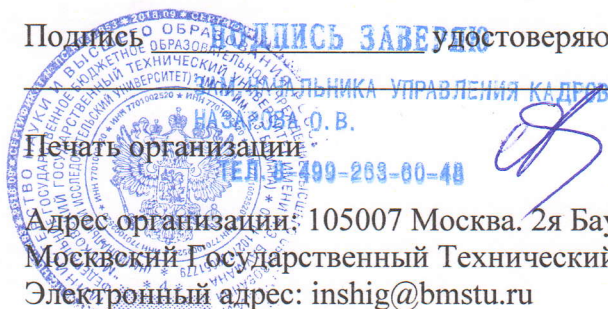
Профессор, д.т.н.
кафедра “ Лазерные технологии в машиностроении “
МГОУ МГТУ им.Н.Э.Баумана

Шиганов Игорь Николаевич



Подпись _____ удостоверяю,

_____ Ф.И.О.



Печать организации

Адрес организации: 105007 Москва, 2я Бауманская ул., д.5
Московский Государственный Технический Университет им.Н.Э.Баумана
Электронный адрес: inshig@bmstu.ru
Телефон: 89104133046