



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

(НИТУ «МИСиС»)

Ленинский проспект, 4; стр.1, Москва, 119049

Тел. (495)955-00-32; Факс: (499)236-21-05

<http://www.misis.ru>

E-mail: kancela@misis.ru

ОКПО 02066500 ОГРН 1027739439749

ИНН/КПП 7706019535/ 770601001

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям,
доктор ~~технических~~ наук, профессор

М. Р. Филонов

021 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Акимовой Марии Панфиловны
«Разработка алмазосодержащего вольфрамкобальтового материала
инструментального назначения для получения изделий
с повышенными эксплуатационными характеристиками»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Актуальность темы исследования

Композиционные алмазосодержащие материалы на металлических связках применяются в различных отраслях, таких как камнеобработка, машиностроение, горнодобывающая и нефтегазовая промышленности и др. Металлические связки, на которые закрепляются алмазные частицы, не всегда обеспечивают высокую стойкость алмазосодержащих слоев. Большой научный интерес представляют исследования, направленные на повышение эксплуатационного ресурса алмазных инструментов на металлических связках, в том числе и на основе твердых сплавов. В связи с этим, актуальной является диссертационная работа Акимовой М.П., посвященная разработке алмазосодержащего вольфрамкобальтового материала с повышенным уровнем алмазоудержания матрицы за счет формирования металлокарбидных адгезионных слоев на поверхности алмаза. Целью диссертационной работы являлась разработка высокоэффективного алмазосодержащего материала и технологии получения инструментальных изделий на его основе с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Диссертационная работа Акимовой М.П. вносит вклад в понимание физико-химических процессов, протекающих на границе алмаз-металлокарбидное покрытие, что является определяющим в повышении адгезионной прочности между матрицей и алмазом в алмазосодержащих вольфрамкобальтовых материалах. Полученные данные расширяют научные представления в области разработки технологических принципов улучшения свойств композиционных материалов путем регулирования адгезионного взаимодействия и направленного конструирования межфазных границ.

Работа выполнена в соответствии с программами фундаментальных исследований Сибирского отделения Российской академии наук по проектам: «Развитие научных основ технологического и эксплуатационного материаловедения износостойких покрытий и перспективных макрогетерогенных материалов для техники и конструкций Севера» в 2016 г. и «Развитие системно-структурного материаловедения и разработка технологий получения износостойких покрытий и высокоэффективных макрогетерогенных материалов (алмазных композитов, базальтопластиков)» в период 2017–2020 гг.

Новизна полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Установлены закономерности формирования промежуточных слоев, формирующихся в процессе высокотемпературного контактного взаимодействия природного алмаза с переходными металлами (Cr, Co, Fe, Ti, Ni) при условиях, соответствующих режиму спекания алмазосодержащих вольфрамкобальтовых материалов с пропиткой медью. Определена прочность и получены данные по микроструктуре, морфологии, элементному и фазовому составу сформировавшихся соединений алмаз-металл.

Разработана методика технологии получения алмазосодержащего материала, обеспечивающая высокие эксплуатационные показатели инструмента на его основе в результате формирования покрытия на поверхности алмазных частиц. Установлена взаимосвязь структуры и фазового состава алмазосодержащей вольфрамкобальтовой матрицы, полученной по разработанной технологии, с физико-механическими и эксплуатационными свойствами инструмента на ее основе. Показана и экспериментально подтверждена эффективность разработанной технологии.

Практическая значимость полученных автором результатов диссертационной работы

Разработана гибридная технология получения алмазосодержащей вольфрамкобальтовой матрицы с повышенным уровнем алмазоудержания, состоящая в совмещении в одном цикле работы вакуумной печи процессов термодиффузионной

металлизации алмазных зерен карбидообразующим металлом и спекания алмазосодержащей вольфрамокобальтовой матрицы с пропиткой медью. Удельная производительность инструмента с матрицей, полученной по гибридной технологии с металлизированными алмазами, повысилась на 44,7%. Повышение удельной производительности инструментов с матрицами подтверждается результатами стендовых испытаний алмазных правящих карандашей на основе вольфрамокобальтовой матрицы типоразмеров 3908-0054 и 3908-0081 (ГОСТ 607-80), проведенных в производственном цехе ООО «Саха Даймонд Туулс».

Предложенные в работе технологические приемы для обеспечения благоприятных условий термодиффузионной металлизации алмазов в процессе спекания матрицы можно рекомендовать в качестве эффективного способа конструирования межфазных границ и управления свойствами алмазного инструмента. Результаты диссертационной работы могут быть использованы при разработке технологических процессов производства алмазосодержащих инструментов.

Достоверность представленных в диссертации результатов подтверждается корреляцией экспериментальных данных, полученных с применением комплекса современных физико-химических методов: оптическая и электронная микроскопия, энергодисперсионная спектроскопия, рентгенофазовый анализ, спектроскопия комбинационного рассеяния. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 24 работах: 7 статей в научных журналах, входящих в список ВАК РФ, 10 статей в изданиях, индексируемых в международных системах научного цитирования Scopus и Web of Science и 1 патент РФ на изобретение. Наиболее важные результаты исследований, отраженные в диссертации, докладывались на научно-технических семинарах, международных конференциях и симпозиумах.

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности.

Диссертационная работа соответствует паспорту заявленной специальности по разделам: теоретических и экспериментальных исследований фундаментальных связей состава и строения материалов на разных уровнях с комплексом физико-механических эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий; закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих на границах раздела в гетерогенных структурах; разработки научных основ выбора материалов с заданными свойствами в зависимости от конкретных условий изготовления и эксплуатации изделий и конструкций; конструирования и создания новых материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и

экологической чистотой; влияния режимов технологических воздействий при производстве материалов на их структуру; оптимизации технологии получения материалов заданной структуры и свойств.

Личный вклад соискателя состоит в глубоком анализе литературных данных по теме работы, планировании и проведении экспериментов, анализе, обработке и интерпретации полученных результатов, подготовке материалов для опубликования. Личный вклад, возможность самостоятельного планирования и проведения научно-исследовательской работы соискателя подтверждается тем, что работа была отмечена Государственной стипендией Республики Саха (Якутия) молодым специалистам и аспирантам в 2021 г. по теме «Разработка состава и технологии получения алмазосодержащих композиционных материалов инструментального на основе твердосплавных порошков».

Общая характеристика работы

Диссертация Акимовой М.П. изложена на 111 страницах, содержит 39 рисунков, 11 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 148 наименований. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и одного приложения. Автор приводит ссылки на публикации отечественных и зарубежных авторов за период с 1956 г. по настоящее время, что свидетельствует о тщательном и глубоком научном анализе изучаемой темы.

Во введении изложены актуальность выбранной темы, степень ее научной разработанности. Представлены цель и задачи исследования, новизна, практическая значимость, степень достоверности полученных результатов. Сформулированы положения, выносимые на защиту и личный вклад автора.

Глава 1 посвящена описанию достоинств и недостатков существующих алмазосодержащих композиционных материалов инструментального назначения на металлических и твердосплавных связках. Отмечено, что рост адгезионной прочности сцепления алмаза со связкой может быть достигнут при использовании переходных металлов, имеющих высокое химическое сродство к углероду. При разработке алмазных инструментов следует учитывать характер взаимодействия алмазов с металлами при высоких температурах, что является необходимым условием получения композиционных алмазосодержащих материалов. Проведен аналитический обзор отечественных и зарубежных литературных источников, относящихся к исследованию и разработке алмазных инструментов на металлической матрице. Проведен анализ условий, определяющих стойкость и производительность инструмента, в том числе вопросов повышения уровня удержания алмазов в металлических матрицах. Рассмотрены работы, связанные с

современным состоянием разработок по повышению уровня алмазодержания в твердосплавных матрицах, исследованием границ раздела алмаз-матрица, реакционной способности углерода по отношению к металлам. Обзор существующих методов получения алмазосодержащих твердосплавных материалов показал необходимость разработки новых подходов к увеличению алмазодержания твердосплавной матрицы и поиска наиболее адгезионно-активного металла, обеспечивающего эффективность использования метода термодиффузионной металлизации алмаза. Научное обоснование потребовало изучения закономерностей формирования структурно-фазового состояния и свойств формирующихся межфазных границ алмаз-металл. Поставлены цель и задачи исследования.

Глава 2 содержит сведения об объектах и методах исследования. Охарактеризованы исходные материалы, описана подготовка образцов к структурным исследованиям и изложены примененные физико-химические методы анализа: оптическая и электронная микроскопия, ЭДС, РФА, СКР, определение микротвердости и эксплуатационных показателей (удельной производительности).

Глава 3 описывает результаты исследований взаимодействия в системах алмаз-металл (Cr, Co, Fe, Ti) в условиях высокотемпературного нагрева, соответствующих режиму спекания алмазосодержащих вольфрамкобальтовых матриц с пропиткой медью. Определена прочность формирующихся контактов алмаз-металл. Показано, что при спекании в системах алмаз-хром и алмаз-железо на поверхности алмазов образуются сплошные металлокарбидные покрытия с высокой контактной прочностью. В системе алмаз-кобальт формируется практически сплошной графитовый слой, ослабляющий контактную прочность. В паре алмаз-титан наименьший уровень контактной прочности обусловлен присутствием оксидных плёнок на зернах исходного порошка титана.

В Главе 4 представлены результаты исследований по термодиффузионной металлизации алмаза и переходными металлами (Cr, Ti, Fe, Ni, Co) в условиях, соответствующих режиму спекания алмазосодержащих вольфрамкобальтовых матриц с пропиткой медью. Исследованы особенности морфологии, элементного и фазового состава формирующихся металлизированных покрытий и межфазных зон алмаз-металл. Установлено различие в механизме формирования покрытий. Выявлено, что наиболее предпочтительное адгезионное взаимодействие с алмазом, сопровождающееся образованием карбидов и минимальным количеством неалмазного углерода (графита), имеет хром.

В Главе 5 описана методика получения алмазосодержащего материала по разработанной гибридной технологии, которая заключается в совмещении в одном цикле металлизации алмаза (Cr) со спеканием твердосплавной матрицы (WC-6% Co) с пропиткой медью. Проведен сравнительный анализ особенностей структуры межфазных зон алмаз-

матрица алмазных правящих карандашей, полученных по традиционной и гибридной технологии. Исследовано влияние структуры межфазной зоны алмаз-матрица на удельную производительность инструмента. Показано, что формирование на поверхности алмазных зёрен покрытия, содержащего карбид хрома, приводит к повышению удельной производительности алмазных карандашей с матрицей, полученной по гибридной технологии на ~45 %.

Основное содержание работы и выводы исследований, представленные в автореферате и публикациях автора, соответствуют содержанию диссертации. Оформление диссертации соответствует требованиям ГОСТ Р.7.0.11-2011 и критериям Постановления Правительства РФ «Положение о присуждении ученых степеней».

По диссертационной работе Акимовой М.П. имеются следующие замечания:

1. Неудачно сформулирован пункт 1 новизны. Следовало бы более четко сформулировать установленные закономерности морфологии, структуры промежуточных слоев при высокотемпературном контактном взаимодействии и термодиффузионной металлизации алмаза с переходными металлами разной природы при температурно-временном режиме.

2. Неудачно сформулирован пункт 2 новизны, поскольку не раскрыта сущность установленной взаимосвязи морфологии, структурно-фазового состояния вольфрамкобальтовой матрицы с металлизированным хромом покрытием на алмазных зернах с её физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

3. Пункт 3 в части эффективности технологии получения алмазосодержащих вольфрамкобальтовых матриц инструментального назначения относится в большей мере к практической значимости работы, чем к научной новизне.

4. Не достаточно обоснован выбор металлических порошков для исследования контактного взаимодействия с природным алмазом. Для удаления примесей перед металлизацией алмазов не проводилась термовакуумная обработка металлических порошков. Вероятно, при удалении оксидных пленок происходило бы более активное контактное взаимодействие.

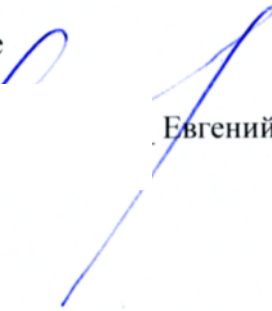
Заключение

Однако отмеченные недостатки не снижают теоретическую и практическую значимость исследований, выполненных на высоком научном уровне, а полученные в диссертации результаты соответствуют поставленным целям. Диссертационная работа Акимовой М.П. является законченной научно-квалификационной работой, имеющей важное значение для развития материаловедения.


На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертационная работа Акимовой М.П. «Разработка алмазосодержащего вольфрамкобальтового материала инструментального назначения для получения изделий с повышенными эксплуатационными характеристиками» по актуальности темы, научной новизне, теоретической и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, указанным в пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (ред. от 01.10.2018). Акимова Мария Панфиловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Отзыв составлен на основании анализа диссертации, автореферата и публикаций Акимовой М.П. на объединенном заседании кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий (ПМиФП) и Научно-учебного центра СВС МИСиС-ИСМАН (НУЦ СВС) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (протокол № 7 от «15» 12 2021 г.).

Заведующий кафедрой ПМиФП,
Директор НУЦ СВС,
доктор технических наук
(01.04.17 – Химическая физика, в том числе
физика горения и взрыва),
профессор


Евгений Александрович Левашов

Ученый секретарь кафедры ПМиФП,
старший преподаватель,
научный сотрудник НУЦ СВС,
кандидат технических наук
(05.16.06 – Порошковая металлургия
и композиционные материалы)


Марина Яковлевна Бычкова

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
119049, г. Москва, Ленинский проспект, 4, стр.1
Тел.: 7 (495) 638-45-00, Факс: 7 (499) 236-52-98, E-mail: bychkova@shs.misis.ru