

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию и автореферат Акимовой Марии Панфиловны на тему: «Разработка алмазосодержащего вольфрамкобальтового материала инструментального назначения для получения изделий с повышенными эксплуатационными характеристиками», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение

Актуальность темы диссертации. Работа посвящена разработке композиционных алмазосодержащих материалов (КАМ) на основе твердых сплавов с пропиткой медью с повышенным уровнем удержания алмазов за счет формирования на их поверхности металлокарбидных покрытий. Алмаз обладает набором уникальных свойств, как высокая твердость, теплопроводность, химическая инертность, что позволяет его широко использовать в качестве основы целого ряда композиционных функциональных материалов. Однако, при создании КАМ существует проблема образования пор на границе алмаз-матрица, что приводит к преждевременному выпадению алмазных зерен из матрицы, увеличению расхода алмазного сырья и снижению эксплуатационных показателей инструмента.

В литературе описано два основных способа решения этой проблемы: добавление карбидообразующих элементов непосредственно в матрицу и (или) нанесение на поверхность алмаза металлического/карбидного покрытия. Имеется большое количество публикаций, посвященных синтезу КАМ на металлической матрице с использованием различных методов. Тем не менее, до сих пор мало изученными остаются вопросы, связанные с морфологическими и фазовыми характеристиками покрытий на поверхности алмаза, что является одним из существенных факторов, определяющих свойства получаемых материалов. Поэтому диссертационная работа Акимовой М.П. является актуальной как с научной, так и с практической точек зрения.

Научная ценность и новизна работы заключается в следующем:

Результаты проведенных исследований позволяют достигнуть более глубокого понимания физико-химических процессов, происходящих при формировании металлокарбидных покрытий на поверхности алмаза, и их роли в повышении адгезионной прочности системы алмаз-матрица, что необходимо для создания КАМ с повышенным уровнем алмазоудержания.

В процессе выполнения исследований получены следующие данные:

1. Получены данные по морфологии, элементному и фазовому составу и прочности термохимических соединений алмаз-металл (Cr, Co Fe, Ti), сформировавшихся

при температурно-временных параметрах спекания алмазно-твердосплавных материалов методом свободной пропитки.

2. Отобран наиболее эффективный металл для синтеза алмазно-твердосплавных композитов с повышенным уровнем алмазоудержания. При использовании хрома при заданных условиях на поверхности алмаза формируется металлизированное покрытие, состоящее из карбида хрома, с прочностью контакта с алмазом 6,76 МПа и минимальным количеством неалмазного углерода на границе алмаз-покрытие.

3. Показана возможность синтеза алмазно-твердосплавных материалов по разработанной гибридной технологии, обеспечивающей создание и сохранение адгезионно-активных металлокарбидных слоев (металлизированных покрытий) на поверхности алмазных частиц в процессе спекания матрицы инструмента с пропиткой медью.

4. Проведен анализ влияния структурно-фазового состояния термохимических соединений алмаз-переходный металл на эксплуатационные свойства экспериментальных алмазосодержащих материалов (удельная производительность) и установлены основные факторы, определяющие повышение алмазоудержания в присутствии металлизированного покрытия алмаза.

Достоверность работы обеспечена использованием современных методов электронной микроскопии, энергодисперсионной спектроскопии, рентгенофазового анализа и спектроскопии комбинационного рассеяния. Основные результаты работы прошли апробацию на международных конференциях и представлены в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК.

Во введении представлено обоснование актуальности темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, обновлены научная новизна и практическая значимость работы, а также представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен литературный обзор научных исследований в области структуры и свойств алмаза, повышения уровня удержания алмазов в металлических матрицах, в частности в твердосплавных матрицах, реакционной способности углерода по отношению к металлам, влияния металлизации алмазов на свойства алмазных инструментов.

Во второй главе даны характеристики исходных материалов и объектов исследования, описаны экспериментальные методики исследования полученных образцов. Представленные данные показывают, что эксперименты выполнены на высоком уровне с использованием современных физико-химических методов.

В третьей главе описано взаимодействие спрессованных порошков (Cr, Co, Fe и Ti) с алмазом при их нагреве, а также получение металлизированных покрытий на поверхности алмаза с разной степенью графитизации. Оценена прочность контакта соединений алмаз-металл. Установлено, что возможно получение покрытий с высокой контактной прочностью с поверхностью алмаза в образцах алмаз-железо и алмаз-хром.

В четвертой главе представлены результаты исследования структуры, морфологии и состава металлизированных покрытий на поверхности частиц алмаза и межфазных границ алмаз-покрытие при металлизации алмаза переходными металлами (Cr, Ti, Fe, Ni, Co) в условиях спекания алмазосодержащих твердосплавных матриц с пропиткой медью. Показано, что однородные сплошные покрытия на поверхности алмаза формируются в результате взаимодействия с хромом и титаном. Предложены механизмы формирования покрытий через процессы сублимации, твердофазной диффузии (Cr, Ti) и через образование жидкой фазы (Fe, Ni, Co).

В пятой главе описано получение алмазных инструментов на основе алмазно-твердосплавных композитов по традиционной (без металлизации алмаза) и гибридной (с металлизацией алмаза) технологиям. Установлено, что металлизация поверхности алмазов хромом приводит к увеличению удельной производительности инструмента на 45% в сравнении с удельной производительностью инструмента с использованием алмазов без покрытия. Изучены особенности структуры межфазных границ алмаз-матрица.

Заключение отражает основные итоги диссертационной работы.

Представленная работа является целостной и логично структурирована, однако при знакомстве с ней возникли следующие замечания и вопросы:

1. Практическая значимость работы существенно бы возросла, если бы диссертант применил разработанную технологию на примере другого изделия, и доказал преимущества предлагаемого в своей научной работе нового композиционного материала для инструментов.

2. Недостаточно определены механизмы формирования структуры материала, для объяснения этих закономерностей кроме изучения физико-химических процессов происходящих на границе алмаз-связка, представляется важным более углубленное обоснование качественной и количественной связи между показателями структуры.

3. Разработан материал, есть экспериментальные результаты, но недостаточно глубокого теоретического раскрытия: какая научная гипотеза и теоретические положения физики твердого тела, теории фазово-структурных превращений, теории строения материалов и т.п. лежат в основе разрабатываемого материала, какие научные положения получили развитие в результате выполненных исследований.

Заданные вопросы и высказанные замечания не снижают значимости, достоверности и новизны полученных результатов и выводов данной работы. Автореферат правильно отражает содержание диссертации, а основные данные работы представлены в 24-х публикациях (в 10 статьях в изданиях, входящих в базы данных Web of Science и Scopus, 7 статьях в рецензируемых научных изданиях, входящих в список ВАК, а также в тезисах докладов на международных конференциях и 1 патенте РФ на изобретение). По актуальности тематики, достоверности и новизне полученных данных диссертационная работа «Разработка и структурное исследование алмазосодержащих твердосплавных материалов инструментального назначения» удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, изложенным в пункте 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Акимова М.П., заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Официальный оппонент,
Кандидат технических наук
(05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении))
заведующий кафедрой «Прикладная механика»
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования
«Северо-Восточный федеральный
университет имени М.К. Аммосова»

Мария Николаевна Сафонова

677000, г. Якутск, ул. Белинского, 58
e-mail: marisafon2006@mail.ru

Подпись Марии Николаевны Сафоновой заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета СВФУ им. М.К. Аммосова,
к.ф.-м.н., доцент

Евгений Федорович Шарин