

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Логинова Павла Александровича на тему «Создание комплексно-модифицированных многокомпонентных металлических связок для алмазного режущего инструмента с повышенными эксплуатационными характеристиками», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5 - Порошковая металлургия и композиционные материалы

Диссертационная работа Логинова Павла Александровича «Создание комплексно-модифицированных многокомпонентных металлических связок для алмазного режущего инструмента с повышенными эксплуатационными характеристиками» посвящена решению важной научно-технической проблемы – исследованию, усовершенствованию и разработке многокомпонентных металлических связок различного состава для различных видов алмазных режущих инструментов, предназначенных для обработки чугуна, строительных материалов, железобетона и других прочных и износостойких природных и синтетических материалов.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью усовершенствования и создания многокомпонентных металлических связок для алмазных инструментов в связи с увеличением объемов производства в строительстве, машиностроении, камнеобработке, геологоразведке, как у нас в стране, так и за рубежом.

Научная новизна и значимость результатов работы заключается в том, что:

- установлено влияние состава связки на прочность ее сцепления с алмазом в процессе испытаний на растяжение ламелей со структурой «металл-алмаз» в колоне просвечивающего электронного микроскопа. Выявлено, что связки на основе железа характеризуются прочностью сцепления с алмазом в интервале значений $\sigma = 50-110$ МПа, повышение прочности сцепления связки с алмазом до 200 МПа достигается путем плакирования алмаза карбидом вольфрама, а повышение прочности сцепления до 460 МПа путем легирования высокоэнтропийной связки карбидообразующими элементами (хромом и титаном).
- определено оптимальное соотношение алмаза и кубического нитрида бора (cBN), равное 3:1, в рабочем элементе инструмента в процессе обработки чугуна, при котором благодаря повышению сохранности зерен сверхтвердого материала и удержанию cBN в связке и образованию большого количества острых граней при разрушении достигается прирост скорости резания на 15 %.

- установлены закономерности влияния комплексного модифицирования сплавов Fe-Co-Ni и Fe-Ni-Mo различными видами нанодисперсных добавок (углеродные нанотрубки, наночастицы гексагонального нитрида бора и карбида вольфрама) на структуру и свойства, заключающиеся в уменьшении размера зерен структурных составляющих и дисперсном упрочнении по механизму Орована.

- установлено положительное влияние высокоэнергетической механической обработки порошковых смесей Fe-Co-Ni, Fe-Co-Ni-Cr, Fe-Co-Ni-Ti, Fe-Ni-Mo, Co-Cr-Fe-Ni и Co-Cr-Cu-Fe-Ni на структуру и механические свойства и износостойкость связок, а также на структуру и свойства алмазосодержащих композитов, заключающееся в формировании ультрамелкозернистой структуры сложнолегированных твердых растворов с выделениями упрочняющих вторичных фаз. Для связок Fe-Co-Ni в результате ВЭМО предел прочности при изгибе увеличивается на 35 % (до 1980 МПа), а износостойкость - в 3,2 раза.

- обнаружен положительный эффект легирования связок Fe-Co-Ni титаном и хромом, заключающийся в росте предела прочности при изгибе с 1980 МПа до 2920 МПа и 3220 МПа соответственно, и образованием на поверхности алмазных зерен промежуточных карбидных слоев на основе TiC и Cr₃C₂.

- установлены закономерности влияния меди на фазовый состав, структуру, механические свойства и механизмы деформации высокоэнтропийных сплавов CoCrCu_xFeNi, заключающиеся в формировании двухфазной структуры твердых растворов с ГЦК кристаллической решеткой при концентрации меди выше 9 ат. %, а также подавлении рекристаллизационных процессов, приводящих к снижению среднего размера зерен с 1,07 до 0,07 мкм, и снижении склонности сплава к деформации двойникованием.

В качестве практической ценности данной работы следует выделить следующие результаты:

- разработана методика количественного измерения прочности сцепления металлических матриц с алмазным монокристаллом, основанная на *in situ* испытаниях при растяжении в колонне ПЭМ микрообразцов-ламелей со структурой «металл-алмаз».

- композиционный материал, содержащий в качестве сверхтвердого компонента комбинацию алмаза и cBN, запатентован (патент РФ №2595000 от 20.08.2016) и был успешно применен в производстве отрезных сегментных кругов и канатных пил.

предназначенных для резки массивных конструкций из чугуна.

- разработаны технологические инструкции (ТИ 01-02066500-2024) и (ТИ 02-02066500-2024), соответственно, на процесс производства сегментов со связками Fe-Ni-Mo и Fe-Co-Ni, комплексно модифицированных углеродными нанотрубками, наночастицами гексагонального нитрида бора и карбида вольфрама, для алмазных отрезных сегментных кругов и алмазных сверл, используемых для резания и сверления бетона и железобетона, и на процесс производства сегментов со связкой из высокоэнтропийного сплава CoCrCuFeNi, модифицированного полыми корундовыми микросферами для алмазного инструмента, предназначенного для сверления армированного бетона без подачи охлаждающей жидкости в режиме воздушного охлаждения.

- алмазные отрезные сегментные круги со связками на основе высокоэнтропийного сплава CoCrCuFeNi, модифицированные порообразующей добавкой в виде полых корундовых микросфер, прошли успешные испытания по резке высокопрочных труб из хромосодержащей стали типа 13Cr в АО «Таганрогский металлургический завод». По сравнению с резкой маятниковой пилой применение новых материалов позволило на 25 % увеличить скорость резания, уменьшить расход инструмента и повысить качество поверхности обработанного металла.

Основные результаты, положения диссертации отражены автором в 30 статьях, в том числе в журналах из списка ВАК, 8 – в журналах из перечня научных журналов и изданий ВАК РФ, 5 – в изданиях, входящих в базу RSCI, 22 – в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science. Получено 3 патента РФ на изобретение и зарегистрировано 1 ноу-хау.

Вместе с тем по содержанию автореферата диссертации имеются замечания.

В автореферате отсутствуют данные и не обсуждается влияние химически активных к алмазу металлических компонентов в многокомпонентных связках (железа, никель, кобальта и молибдена), которые, как известно, вызывают при их спекании каталитическую графитизацию, что может разупрочнить алмазные зерна. Отсутствуют металлографические изображения, из которых следовало бы присутствие графитных образований на зернах алмаза графита и о их пространственной локализации.

Из материалов автореферата не совсем понятно, какие марки алмазных порошков применялись в экспериментах при изготовлении методом горячего прессования тех или

иных видов алмазных инструментов, применялись ли в них порошки из природных алмазов, которые в отличие от синтетических алмазов содержат мало примесей, в том числе металлических.

Высказанные замечания носят рекомендательный и уточняющий характер и не снижают научной и практической значимости результатов исследований.

В целом диссертация содержит большой объем аналитических и экспериментальных результатов исследований, выполненных на высоком методическом уровне. По значимости результатов для теории и практики рецензируемая диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, обладающая внутренним единством, в которой изложены научно-обоснованные результаты и технические решения, вносящие большой вклад в развитие теоретических и прикладных основ создания высокостойких инструментальных композиционных материалов на основе сверхтвердых материалов.

Диссертационная работа «Создание комплексно-модифицированных многокомпонентных металлических связей для алмазного режущего инструмента с повышенными эксплуатационными характеристиками» соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям действующим Положением о порядке присуждения ученых степеней в Национальном Исследовательском Технологическом Университете МИСИС, а её автор Логинов Павел Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5 - Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Ведущий научный сотрудник отдела материаловедения,
ИФТПС СО РАН - обособленного подразделения
ФИЦ «ЯНЦ СО РАН»,

доктор технических наук

Контактный телефон: +7(914)-270-37-91

E-mail: psharin1960@mail.ru

09 апреля 2025г.

Институт физико-технических проблем Севера Сибирского отделения РАН
(ИФТПС СО РАН)

Почтовый адрес: 677980, г. Якутск, ул. Октябрьская, д.1

E-mail: administration@iptpn.ysn.ru

Телефон: +7(4112) 39-06-00

Согласен на обработку персональных данных.

Подпись Шарина П.П. удостоверяю:

Ученый секретарь ИФТПС СО РАН,
кандидат технических наук



П. Шарин

Шарин П.П.

Протождьяконова
Надежда Анатольевна