

О Т З Ы В

**официального оппонента о диссертационной работе Жадяева
Александра Александровича «Повышение трещиностойкости твердых
сплавов в производстве буровых шарошечных долот», представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.6.17. Материаловедение**

Актуальность темы исследования

Сплавы системы «карбид вольфрама – кобальт» (группа ВК), появившиеся первыми из класса твердых сплавов, и сегодня по объему применения в породоразрушающем инструменте при бурении нефтегазовых скважин, в горнорудной промышленности, на добыче полезных ископаемых, при разведочном бурении и т. д. занимают доминирующее положение, так как превосходят по функциональным свойствам новые системы твердых сплавов. Однако сырьевые запасы вольфрама к настоящему времени истощены не только в России, но и на месторождениях Китая и Средней Азии, что вызывает необходимость экономии вольфрама. Альтернативные безвольфрамовые сплавы уступают по свойствам, а алмазный инструмент в силу хрупкости ограниченно применим в условиях работы с ударным нагружением. Твердосплавный инструмент китайского производства зачастую обладает недостаточно высоким качеством, а западноевропейского – высокой ценой. Поэтому повышение качества отечественного бурового инструмента при экономии вольфрама являются важной и актуальной задачей, решаемой в рамках направления рационального природопользования.

Большинство научно-исследовательских работ по вольфрамкобальтовым сплавам посвящены исследованию общих характеристик сплавов, используемых в режущем инструменте, но многие виды твердосплавных инструментов работают в условиях экстремального ударного циклического нагружения. Например, практика применения

буровых долот показывает, что основным видом повреждения твердосплавных зубков является их разрушение за счёт скола при повышенных или даже нормальных энергиях удара по забою. В связи с этим важной задачей для повышения ресурса работы подобных изделий является повышение их вязкости разрушения.

При проведении исследований автор диссертации установил зависимости трещиностойкости твердосплавных зубков буровых шарошечных долот от параметров приготовления и формования гранулированной смеси, условий спекания, типичных дефектов микроструктуры сплава, экспериментально изучил механизмы роста трещин в твердосплавных зубках.

Таким образом, предложенная в диссертации Жадяева А.А. задача по исследованию зависимости трещиностойкости твёрдого сплава от микроструктуры и параметров изготовления, является актуальной, а методы ее решения обоснованными.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертантом изучены и проанализированы известные методы совершенствования структуры и свойств твердых сплавов, отраженные в современной научно-технической литературе. Особое внимание уделено дефектам структуры и определению трещиностойкости твердых сплавов. Список использованной литературы содержит 184 наименования.

В процессе исследования установлены основные виды дефектов микроструктуры, приводящие к разрушению материала при эксплуатации (выводы 1,2,7).

Предложены способы приготовления смесей (вывод 3), параметры спекания (вывод 6) и новый состав твердого сплава, обеспечивающие с повышение значения трещиностойкости (вывод 4).

Предложена конструкция пресс-инструмента, обеспечивающая снижение расхода смеси при изготовлении изделий (вывод 5).

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы не вызывает сомнений, так как они основаны на базовых положениях материаловедения и теории порошковой металлургии в части фундаментальных представлений о механизмах формирования структуры, закономерностях жидкофазного спекания, теории разрушения твердых тел.

Достоверность результатов обеспечена использованием современного исследовательского оборудования, сочетанием различных взаимодополняющих методик эксперимента и исследования, применяемых при получении и анализе научной информации на основе ГОСТов и ISO, однако, экспериментальный массив данных в большинстве случаев статистически не обработан. В диссертации подробно приведены характеристики всех материалов, взятых для изучения, а также методики эксперимента и исследования.

Научная новизна и значимость работы

Соискателем на основании полученных экспериментальных данных впервые исследовано влияния дисперсности смеси, состава пластификатора, температуры спекания, состава атмосферы спекания и давления газов на микроструктуру и трещиностойкость вольфрамокобальтовых твердых сплавов с содержанием кобальта 5...15 % для буровых шарошечных долот, в том числе, с градиентной структурой.

Установлены причины формирования дефектов микроструктуры «η-фазы» и свободного углерода.

Предложено введение Cr_3C_2 состав сплава BK15C, позволившее улучшить его микроструктуру и повысить трещиностойкость.

На основе экспериментального исследования физико-механических и технологических свойств гранулированных твердосплавных смесей и

изготовленных из них зубков импортного производства в сравнении с разработанными автором, установлено, что разработанные автором материалы не уступают по трещиностойкости импортным, но обладают меньшей стоимостью.

Полученные результаты являются новыми.

Основные положения диссертации нашли отражение в публикациях автора, а также прошли апробацию на научно-технических конференциях.

Полученные результаты о механизмах разрушения твердых сплавов при ударных нагрузках, закономерностях формирования микроструктуры, влиянии измельчения смесей, температуры и давления защитного газа при спекании, добавки карбида хрома на структуру и свойства вольфрам-кобальтовых твердых сплавов внесут значительный вклад в теорию и практику наук о материалах.

Практическая значимость

заключается в том, что разработан новый сплав, содержащий добавку Cr_3C_2 марки КХНП2 ТУ 14-22-28-90 в рецептуру сплава ВК15С (15% Со масс.);

ВК6С рекомендован как основной сплав для изготовления зубков, применяемых в качестве армирующих элементов долота, подверженных сильному истирающему износу;

разработана новая конструкция пресс-оснастки, позволившая снизить плотность прессования, нормы расхода порошков карбида вольфрама и кобальта на 2-3%; повысить ресурс шлифовальных кругов станков на 25%; снизить трудоемкость изготовления продукции;

на основании сравнительных экспериментальных исследований аналогов гранулированных смесей и спечённых зубков для производства твердосплавного вооружения буровых шарошечных долот в АО «Волгабурмаш» показано нецелесообразность закупки аналогов;

разработаны технологические требования по входному контролю и оценке качества покупных твердосплавных зубков;

установлены и внедрены данные по трещиностойкости твердосплавных изделий в качестве альтернативных арбитражных данных для прогнозирования полученных свойств изделий, а также для принятия решений о пропуске в дальнейшее производство серийной продукции с отклонениями по микроструктуре или физико-механическим свойствам.

Оптимизированные технологические операции внесены в действующие технологические процессы. Внесенные изменения в производство, очевидно, должны иметь значительный экономический эффект, который, к сожалению, не подсчитан и не приведен в актах внедрения на предприятии.

Практическая значимость полученных результатов диссертационной работы подтверждается актами внедрения результатов и разработанной технологической документацией на изготовление твердосплавных изделий с учетом изменений в рецептуре и технологии производства, предложенных в диссертации.

Несомненным достоинством работы является большой объем экспериментальных исследований, касающихся и условий работы инструмента, и механизмов разрушения в разных материалах, и подробных исследований микроструктуры и физико-механических свойств новых материалов в зависимости от условий их получения.

Замечания по диссертации:

1. Из текста диссертации не ясно, как повлияло измельчение порошковой смеси ВК10С на изменение химического состава смеси? Из результатов диссертации следует, что измельчение способствует улучшению однородности структуры твердого сплава, но не ясно: измельчению подвергали только сплав ВК10С или другие составы также?
2. Чем обусловлен выбор карбида хрома для улучшения вязкости разрушения, и почему не варьировали его концентрацию?
3. В диссертации экспериментально исследовано и подробно изучено влияние различных условий спекания твердых сплавов на их микроструктуру

и свойства, но не ясно, какие условия спекания признаны оптимальными для исследованных марок материалов. Требуют пояснения также зависимости твердости и вязкости разрушения сплава ВК10С от условий спекания (рис. 86-87 диссертации).

4. Значения экспериментальных данных технологических и физико-механических характеристик частиц и материалов в диссертации и автореферате приведены без статистической обработки, что затрудняет анализ данных. На многих графиках отсутствуют подписи осей и единицы измерения.

Отмеченные недостатки незначительно снижают качество исследования, но они не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту научной специальности 2.6.17. Материаловедение (05.16.09 - Материаловедение (машиностроение)) по пунктам: 1. Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий. 3. Разработка научных основ выбора материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций. 6. Разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов на образцах и изделиях.

Диссертация написана логично и грамотно, аккуратно оформлена. В заключении каждой главы приведены научно обоснованные выводы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

