

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Акопджаняна Тиграна Гагиковича «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез оксинитрида алюминия в режиме фильтрационного горения при высоких давлениях азота», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.17 – «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества»

Актуальность темы

Поликристаллическая керамика на основе оксинитрида алюминия (γ -AlON) известна благодаря сочетанию высоких механических и оптических характеристик. AlON это твердый раствор в системе Al_2O_3 -AlN, благодаря структурному строению которого, на его основе могут быть получены плотные материалы с высокими оптическими (прозрачные в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном спектрах), механическими и физическими свойствами. Сочетание этих свойств делает AlON многообещающей multifункциональной керамикой, особенно для использования в качестве бронированных стекол.

В настоящее время, промышленные методы получения порошков оксинитрида алюминия осложнены высокими энергозатратами. Используемые методы получения, а именно методы стандартной порошковой металлургии, требуют дорогостоящего оборудования для высокотемпературного нагрева и длительной выдержки в течение нескольких часов. Стоит также отметить, что некоторые методы требуют использования дорогостоящих исходных материалов, таких как нитрид алюминия.

Диссертационная работа Акопджаняна Т.Г. показывает перспективность использования метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) для получения порошков оксинитрида алюминия, пригодных для получения оптически прозрачной керамики, что позволяет говорить об актуальности проведения данных исследований. Метод СВС лишен большинства недостатков классических методов, что открывает широкие возможности для его промышленного применения.

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института структурной механики и проблем
материаловедения им. А.Г.Иержанова Российской академии наук

ПОЛУЧЕНО

« 30 » август 20 18 г.

Вх. № 2

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

Научные положения, выводы и рекомендации обоснованы и логически связаны с содержанием диссертационной работы.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе Акопджанян Т.Г. разработан метод синтеза порошков оксинитрида алюминия кубической модификации в режиме горения при высоких давлениях азота. Использован метод термически и химически сопряженных реакций горения смесей алюминия с оксидом алюминия. Полученные порошки были использованы для получения беспористой керамики, в том числе оптически прозрачной. Использование современных методов исследования продуктов, а именно рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии и химического анализа, дополненные исследованиями процесса горения, подтверждает достоверность полученных результатов и выводов.

Научную новизну работы составляют результаты экспериментальных исследований, расширяющие и углубляющие представления о структуро- и фазообразовании нитридной керамики, и оксинитрида алюминия в частности, в режиме сопряженных СВС процессов. Научная новизна данной работы, а также достоверность полученных результатов подтверждается значительным объемом экспериментальных данных и результатами исследований с использованием современного оборудования.

Новыми научными результатами, представленными в диссертационной работе, можно считать:

- Возможность синтеза оксинитрида алюминия в режиме фильтрационного горения при содержании горючей составляющей ниже концентрационного предела распространения пламени;
- оптимальные условия синтеза порошков оксинитрида алюминия, пригодных для получения оптически прозрачной керамики;

– экспериментальные исследования структуро- и фазообразования AlON в условиях сопряженных СВС процессах.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Исследование сопряженных СВС процессов представляет самостоятельную научную задачу и слабо изучено в данный момент.

Научные исследования, выполненные Аюпджаняном Т.Г., позволяют значительно упростить технологию получения порошков и материалов за счет упрощения используемого оборудования, снижения затрат на электроэнергию и уменьшения количества стадий. А совмещение СВС процессов с высокими давлениями реагирующего газа (азота) дают возможность проводить синтез оксинитрида алюминия при температурах выше температуры диссоциации продуктов горения ($\geq 2500^\circ\text{C}$) и способствуют полноте азотирования, создают уникальные возможности формирования нестандартных структур материалов с различной морфологией и размерами частиц.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в диссертации результаты по синтезу порошков оксинитрида алюминия и получению из них оптически прозрачной керамики в процессе фильтрационного горения могут служить основой для создания промышленных технологий производства данной керамики, что подтверждает практическую значимость работы.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Содержание диссертационной работы соответствует специальности 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Диссертация изложена на 155 страницах, содержит 73 рисунка, 7 таблиц, 144 литературные ссылки и 2 приложения и состоит из введения, 5

глав, основных выводов по работе, списка используемой литературы и приложений.

Во введении автор обосновывает актуальность темы исследования, формулирует цель и основные задачи работы, излагает научную новизну и практическую ценность полученных результатов.

В первой главе представлен обзор научной литературы по теме диссертационной работы. Приводятся сведения о сущности и особенностях СВС процессов, их классификация. Рассмотрены сопряженные процессы СВС, особенности синтеза неорганических соединений и материалов при высоких давлениях газа, а также особенности структуро- и фазообразования в условиях СВС. Большое внимание уделено известным методам получения оксинитрида алюминия, в том числе методам горения. Показана целесообразность и актуальность исследования получения порошков оксинитрида алюминия методом СВС. Рассмотрены способы и методики получения плотных материалов на основе оксинитрида алюминия. Приведены сведения о физических, механических и химических свойствах AlON.

Из приведенного литературного обзора следует, что применение самораспространяющегося высокотемпературного синтеза обуславливается рядом положительных качеств данного метода: простота в использовании, не требует больших энергетических затрат и др.

Во второй главе представлены характеристики оборудования для проведения СВС при высоких давлениях газов, характеристики исходных материалов, методики подготовки смесей, проведения экспериментов и исследования продуктов синтеза. Методики исследования продуктов синтеза с использованием современного оборудования обеспечивают достоверность результатов данной работы.

В третьей главе дано обоснование необходимости использования сопряженных СВС процессов при синтезе оксинитрида алюминия. Представлены результаты синтеза в режиме термически сопряженных процессов СВС с использованием т.н. «химических печей» на основе реакций азотирования бора, алюминия и кремния. Хорошо видны этапы проведенной

работы. Двигаясь от варьирования параметров химических печей (таких как состав и количество), до варьирования состава основной смеси (как содержания горючей составляющей, так и марки порошков), автор получил как порошки оксинитрида алюминия с различной морфологией, так и плотный материал. Приведены термодинамические расчеты для некоторых систем. Достаточное внимание было уделено не только целевому оксинитриду алюминия, но и продуктам горения «химических печей». Отмечено получение нанотрубок нитрида бора и других «нестандартных» фаз нитридов.

В четвертой главе представлены результаты синтеза оксинитрида алюминия в режиме химически сопряженных СВС процессов. Видно большое количество проведенных экспериментов. Исследовано структуро- и фазообразование оксинитрида алюминия при использовании двух различных энергетических добавок. Предложен механизм протекания реакций, в том числе на основе температурных кривых.

В пятой главе представлены исследования физических свойств полученных порошков. Приведены результаты горячего прессования и спекания порошков $AlON$ и исследования плотных образцов, полученных данными методами, которые позволили установить оптические характеристики некоторых из образцов и подтвердить возможность получения оптически прозрачной керамики из СВС порошков.

Основные результаты и выводы по работе полностью отражают содержание диссертации и представлены в 5 публикациях, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, и 9 тезисах докладов конференций.

Автореферат достаточно полно и точно отражает содержание и результаты диссертации.

Достоинства и недостатки

Несмотря на высокий уровень проведенных исследований, к работе имеется ряд замечаний:

1. В конце первой главы, посвященной литературному обзору, нет заключения или выводов.
2. При исследовании термически сопряженного синтеза оксинитрида алюминия с использованием высокоэкзотермических реакций азотирования бора, алюминия и кремния, недостаточно внимания уделено использованию алюминия и кремния.
3. Недостатком работы является отсутствие термодинамических измерений температуры горения при термически сопряженном синтезе. Определение температур по диаграмме состояния на основе состава продуктов горения сложно отнести к точным методам, адекватно отражающим реальную температуру.
4. В главе 4 исследовано влияние масштабного эффекта при химически сопряженном синтезе, но в главе 3 не исследовано его влияние при термически сопряженном синтезе.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки работы, выполненной на высоком экспериментальном уровне, и являющейся цельным и законченным научным исследованием.

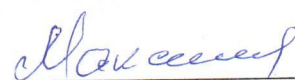
Заключение

Таким образом, диссертация Акапджаняна Т.Г. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи получения порошков оксинитрида алюминия методом СВС, пригодных для оптически прозрачной керамики. Результаты экспериментальных исследований расширяют и углубляют представления о структуро- и фазообразовании нитридной керамики в режиме сопряженных СВС процессов.

Диссертационная работа Акапджаняна Т.Г. полностью удовлетворяет требованиям, установленным положением о присуждении ученых степеней согласно Постановлению Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата

технических наук по специальности 01.04.17 - химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Официальный оппонент, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник Отдела структурной макрокинетики Томского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, доктор технических наук, профессор



Максимов
Юрий Михайлович

19 января 2018 г.

Подпись Максимова Ю.М. заверяю
Председатель ТНЦ СО РАН



В.В. Колосов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Томский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ТНЦ СО РАН)

634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/4
Тел. (3822) 492 702, (3822) 492 471
e-mail: combustion2005@yandex.ru