ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию В.С. Кудяковой «Разработка технологии стабилизации кубических модификаций нитрида алюминия», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Актуальность темы.

Процессы зарождения тонких слоев нитридов металлов третьей группы на подложках сапфира Al_2O_3 позволяют создавать элементную базу современных приборов различного назначения. Нитридизация сапфира – формирование тонкого слоя AlN на поверхности подложки Al_2O_3, уже получила широкое применение. Но при этом признается, что процессы недостаточно изучены и противоречивы в объяснениях. В частности, отмечают необходимость рассмотрения химических превращений, фазового перехода на поверхности, их кинетических и термодинамических аспектов при создании гексагонального AlN. Установлено, что кубические модификации AlN обладают дополнительными преимуществами по сравнению с гексагональной фазой, в том числе при создании тройных систем. Но процессы получения объемных нитридных материалов изучены ещё в меньшей мере. Кубический нитрид алюминия является метастабильной фазой, поэтому его стабилизация остро необходима в научном и практическом изучении.

Указанные вопросы весьма детально и профессионально проанализированы в литературном обзоре, что позволило четко и ясно сформулировать цель и задачи диссертационной работы, в которой приоритетными направлениями обозначена разработка технологии получения модифицированного нитрида алюминия на основе её физико-химического обоснования. Поэтому актуальность темы работы не вызывает сомнений.

Научная значимость работы.

Автором выполнен термодинамический анализ процессов зародышеобразования при формировании кубических модификаций нитрида алюминия, в котором рассмотрено влияние поверхностной энергии кристаллов на размеры критических зародышей. Такой анализ позволил комплексно оценить происходящие процессы и построить трехмерные диаграммы, учитывающие взаимное влияние парциальных давлений компонентов газовой смеси, участвующих в процессе синтеза, на форму получаемого нитрида. Выполнено моделирование фазовой стабильности и электронного строения тройного состава алюминий-титан-азот. Предсказана принципиальная возможность образования указанного состава на основе кубического нитрида алюминия при повышенных температурах.

Новизна полученных результатов состоит в исследовании структуры, морфологии и свойств кубических нитридных материалов. Расширены представления о диаграмме состояния системы Al-Ti-N, всё шире используемой для создания износостойких покрытий.

Достоверность основных результатов и выводов.

Автором глубоко проанализированы известные способы термодинамического моделирования, экспериментальные наработки синтеза метастабильных нитридов. Использованы современные методы определения структуры, фазового состава, формы, состояния и структуры поверхности дисперсных материалов, механических и

теплофизических свойств. Применены рентгеноструктурный анализ, спектроскопия комбинационного рассеяния света, электронная микроскопия, определение теплопроводности и микротвердости образцов. Наряду с анализом известных в литературе данных полученные в работе результаты и сформулированные выводы не вызывают сомнений в их достоверности.

Практическая ценность работы.

Автором отработаны технологические параметры и предложена технологическая схема получения кубических модификаций нитрида алюминия в виде объемных образцов. В результате термобарической обработки получен сверхтвердый композиционный материал AlN-TiN с высокой теплопроводностью для создания элементов, работающих в условиях высоких истирающих и тепловых нагрузок. Результаты работы защищены двумя патентами РФ на изобретения.

Отдельные замечания.

При прочтении диссертации возникает несколько вопросов и замечаний:

1. Каким образом можно повысить значения теплопроводности полученных нитридных материалов?
2. Какие ещё функциональные свойства можно ожидать от твердых растворов и композиционных материалов Al-Ti-N ?
3. Термобарическую обработку проводили при температурах 1500 и 1200°C, поэтому вывод о температуре полиморфного перехода кажется неочевидным. Почему не были проведены исследования при температурах 1300°C и 1400°C, а также при температурах выше 1500°C ?

Общая оценка работы.

Диссертация В.С. Кудяковой представляет собой законченное в соответствии с поставленной целью и решаемыми задачами исследование. Работа содержит экспериментальный материал, обладающий научной новизной и практической значимостью. Рецензируемая работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Её содержание соответствует специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, по которой она представлена к защите. Работа имеет достаточный объём, содержит введение, шесть глав, заключение, список цитируемых источников из 174 наименований, изложена на 154 страницах, содержит 43 рисунка, 21 таблицу, написана ясным языком, рисунки и таблицы представительны. Достоверность результатов и выводов подтверждена удачным подбором экспериментальных методов, пакетов прикладных программ. В целом диссертация В.С. Кудяковой является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для технологии тугоплавких неметаллических материалов. Личный вклад автора в выполненной работе не вызывает сомнений, высказанные замечания и вопросы не снижают ценности работы.

Апробация работы.

Результаты изложены в 21 научных публикаций, в их числе – пять из списка рекомендованного ВАК РФ, двух патентов РФ на изобретение, докладывались на серии конференций Международного и всероссийского уровней.

Автореферат.

В нем достаточно полно и правильно представлены основные результаты и выводы диссертации.

Заключение.

На основании изложенного считаю, что по актуальности темы, объему выполненных исследований, новизне полученных результатов, методам исследований и практической значимости диссертационная работа «Разработка технологии стабилизации кубических модификаций нитрида алюминия» соответствует требованиям п. №9 «Положения о присуждении ученых степеней », предъявляемых к кандидатским диссертациям. А её автор, Кудякова Валерия Сергеевна, несомненно, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Официальный оппонент:

1. Михайлов Юрий Иванович
2. Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации (СибУПК)»
3. Главный научный сотрудник научно-инновационного центра
4. Российская Федерация, 630087, г. Новосибирск, пр. К.Маркса 26, тел.+7-(913)-739-3130, natural@sibupk.nsk.su
5. Доктор химических наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, действительный член (академик) Международной академии наук высшей школы
6. Физическая химия (02.00.04)

Ю.И. Михайлов _____ 20.03.2019.

Подпись профессора Ю.И. Михайлова
«ЗАВЕРЯЮ»
Ректор Сибирского университета
потребительской кооперации (СибУПК)
докт. техн. наук, профессор В.И. Бакайтис

Подпись
Ю.И. Михайлова
удостоверяю
начальник кадрового управления
(подпись) (И.О. Фамилия)
«20» 03 20