

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Закоржевского Владимира Вячеславовича** на тему **«Разработка СВС-технологий порошков нитридов Al, Si, Zr, Ti и композиций на их основе»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Диссертационная работа Закоржевского В.В. посвящена разработке СВС-технологий керамических порошков нитридов Al, Si, Zr, Ti. Актуальность данной темы не вызывает сомнений и обусловлена необходимостью создания отечественных производств тугоплавких керамических порошков с целью импортозамещения. В диссертации подробно изложены результаты исследований по синтезу нитридов кремния, алюминия, циркония, титана и композиций на их основе ($\text{Si}_3\text{N}_4\cdot\text{MgO}$, $\text{AlN}\cdot\text{Y}_2\text{O}_3$, $\text{AlN-VN-V}_2\text{N}$) методом СВС. Показаны принципы управления морфологией, химическим и фазовым составом продуктов синтеза в процессе СВС.

Одним из важных достижений, представленных в диссертационной работе, являются результаты исследований закономерностей синтеза и разработка научно-технологических основ получения порошков нитрида алюминия. Порошки нитрида алюминия широко используются в электронной промышленности для производства высокотеплопроводной диэлектрической керамики, а также как основа при производстве теплопроводящих клеев герметиков и заливных компаундов. В диссертации показано, что характеристика нитрида алюминия зависит от температуры синтеза, наличия солевых добавок и дисперсности исходных компонентов шихты. Установлено, что введение в состав реакционной шихты газифицирующихся добавок позволяет существенно влиять на химический состав и морфологию частиц нитрида алюминия. Это дает возможность, изменяя начальные условия синтеза, получать нитрид алюминия с заданными свойствами по химическому и гранулометрическому составу. Интересные результаты получены при синтезе композиций на основе нитрида алюминия $\text{AlN}\cdot\text{Y}_2\text{O}_3$. Установлено, что при введении оксида иттрия в состав реакционной шихты в процессе синтеза нитрида алюминия реализуются процессы, протекающие при спекании нитрида алюминия, с образованием межзеренных фаз, таких как AlYO_3 , $\text{Al}_2\text{Y}_4\text{O}_9$, при этом происходит частичная очистка кристаллической решетки нитрида алюминия от растворенного в ней кислорода. Это позволяет спекать керамику с более высокими показателями теплопроводности по сравнению со смесевыми составами. При спекании опытных образцов получена керамика с теплопроводностью 185-200Вт/(мК).

Большой научный и практический интерес представляют результаты исследований закономерностей синтеза альфа модификации нитрида кремния. Автором впервые проведены исследования по влиянию дисперсности порошка кремния на параметры синтеза и фазовый состав нитрида кремния. Установлено, что при использовании классифицированных порошков кремния можно синтезировать альфа фазу нитрида кремния без использования газифицирующихся добавок. Изучено влияние газифицирующихся и легкоплавких солевых добавок на морфологию частиц и фазовый состав нитрида кремния. Изучены закономерности синтеза композиции $\text{Si}_3\text{N}_4\cdot\text{MgO}$. Установлено, что фазовый состав композиции зависит от содержания примеси кислорода в исходных компонентах.

Практическим результатом данных исследований является разработка технологических режимов синтеза нитрида алюминия. Разработаны СВС-технологии порошков нитрида кремния с волокнистой и равноосной формой частиц с содержанием альфа фазы до 98%масс. Разработаны СВС технологии композиционных порошков $\text{AlN-Y}_2\text{O}_3$ и $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-MgO}$. Разработана техническая и технологическая документация.

Результаты исследований достаточно широко апробированы на Российских и международных конференциях, по теме диссертации опубликованы в 32 статьи в журналах входящих в перечень ВАК. Получено 10 патентов РФ.

Вопросы и замечания к автореферату:

1. На стр. 15 автореферата сказано, что: «...разработан ряд технологических режимов синтеза для получения порошков AlN с заданными характеристиками для разных областей применения». В автореферате не показано, чем отличаются данные порошки по своим параметрам.

2. В главе 2 представлены результаты исследований по синтезу альфа модификации нитрида кремния. Но также существует и бета модификация нитрида кремния, которая также используется в промышленности. Глава 2 имела бы, более законченный вид, если бы содержала сведения об особенностях СВС бета фазы нитрида кремния.

3. На стр. 35 автореферата написано, что производительность по нитриду циркония составляет 7кг/синтез или около 150кг/месяц. А на стр. 36 сказано, что в ИСМАН организовано опытное производство классифицированного порошка циркония до 16кг/месяц. Почему такая большая разница в производительности?

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы Загоржевского В.В. Диссертационная работа Загоржевского Владимира Вячеславовича на тему «Разработка СВС-технологий порошков нитридов Al , Si , Zr , Ti и композиций на их основе», полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.17 – «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

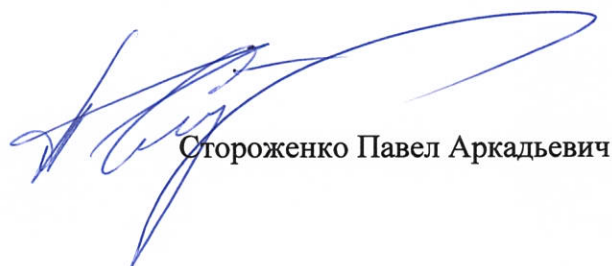
23 мая 2022 года

Доктор химических наук, Академик РАН,
Научный руководитель – первый заместитель
управляющего директора АО «ГНИИХТЭОС»
e-mail: ous@eos.su
тел. 495 6734953

ГНЦ РФ АО "ГНИИХТЭОС" 105118, Россия,
г. Москва, ш. Энтузиастов, 38

Подпись Доктора химических наук, Академика РАН,
Стороженко П. А. подтверждаю:

Ученый секретарь АО «ГНИИХТЭОС», к.х.н.


Стороженко Павел Аркадьевич



Кирилина Надежда Ивановна