

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шоломовой Анны Владимировны  
**«Самораспространяющийся высокотемпературный синтез высокодисперсного порошка нитрида алюминия с использованием азиднатрия и галоидных солей  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ,  $\text{K}_3\text{AlF}_6$   $(\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6$ »**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

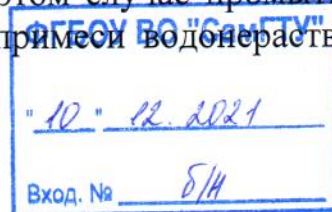
Диссертационная работа Шоломовой Анны Владимировны посвящена решению актуальной в настоящее время задачи – разработке технологии получения высокодисперсного нитрида алюминия. Это соединение широко применяется в микроэлектронике в качестве высокотеплопроводных подложек полупроводниковых компонентов вместо токсичного оксида бериллия и в получении светодиодов, а также в производстве огнеупорных материалов для изготовления тиглей, чехлов термопар, в виде высокодисперсных порошковых модифицирующих и армирующих наполнителей в производстве алюмоматричных композиционных материалов (АМКМ) с улучшенными механическими свойствами, в том числе при повышенных температурах.

В диссертационной работе Шоломовой А.В.

1. Впервые для получения высокодисперсного наноразмерного и субмикронного порошка нитрида алюминия по азидной технологии СВС в смесях исходных порошков «азид натрия – галоидная соль – алюминий» использованы три алюмосодержащие галоидные соли:  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ,  $\text{K}_3\text{AlF}_6$  и  $(\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6$ . Для проведения исследований обоснованы составы исходных смесей при использовании каждой соли и составлены соответствующие уравнения реакций азидного СВС (СВС-Аз) нитрида алюминия.

2. В результате термодинамических расчетов с применением компьютерной программы «Thermo» получены значения адиабатических температур реакций азидного СВС в пределах от 1130 до 2934 К, что свидетельствует о способности к самостоятельному горению выбранных составов исходных смесей при использовании всех алюмосодержащих галоидных солей:  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ,  $\text{K}_3\text{AlF}_6$  и  $(\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6$ . Равновесный состав продуктов всех реакций показывает полное образование целевого продукта — нитрида алюминия.

3. Экспериментально установлено, что при использовании каждой из трех галоидных солей порошок  $\text{AlN}$  синтезируется в наноразмерном виде (менее 100 нм) только в двойных смесях «алюмосодержащий галогенид – азид натрия», то есть в отсутствие энергетической добавки порошка алюминия в исходной смеси порошков. Однако в этом случае промытые продукты горения содержат большое количество примеси водонерастворимой соли – криолита  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ .



4. Установлено, что в случае каждой из трех галоидных солей при добавлении порошка Al в исходную смесь «алюмосодержащий галогенид – азид натрия – алюминий» температуры горения и скорости горения увеличиваются, содержание примеси криолита  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  в продуктах горения уменьшается, но размер синтезируемых при этом частиц AlN существенно возрастает,

5. Построена химическая стадийность образования нитрида алюминия при горении в системах «алюмосодержащая галоидная соль – азид натрия – алюминий».

6. Выявлено, что полученные литые алюмоматричные композиты, армированные наночастицами нитрида алюминия марки СВС-Аз, имеют повышенные значения механических свойств (твердости, прочности при растяжении и относительного удлинения) по сравнению с матричными сплавами.

#### **Замечание**

Сообщается, что при добавлении порошка алюминия к смеси гексафторалюмината натрия и азиды натрия, а также к смеси гексафторалюмината калия и азиды натрия температуры горения увеличиваются. Это желательно было бы подтвердить расчетом.

В целом диссертация представляет собой завершённую работу, содержащую новые результаты, имеющие научную и практическую значимость. Рассматриваемая работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Шоломова Анна Владимировна **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты Шоломовой А.В.

Кандидат технических наук (специальность 05.17.11 Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов), доцент кафедры

химии и химической технологии *Крутский* /Юрий Леонидович Крутский/

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Новосибирский государственный технический университет

Адрес: 630073, г. Новосибирск, пр-т. Карла Маркса, д. 20.

(383) 346-08-01, +7-953-882-18-92, [krutskii@yandex.ru](mailto:krutskii@yandex.ru)

29 ноября 2021 г.

Подпись Крутского Ю.Л. заверяю:

Начальник отдела кадров НГТУ



О. К. Пустовалова