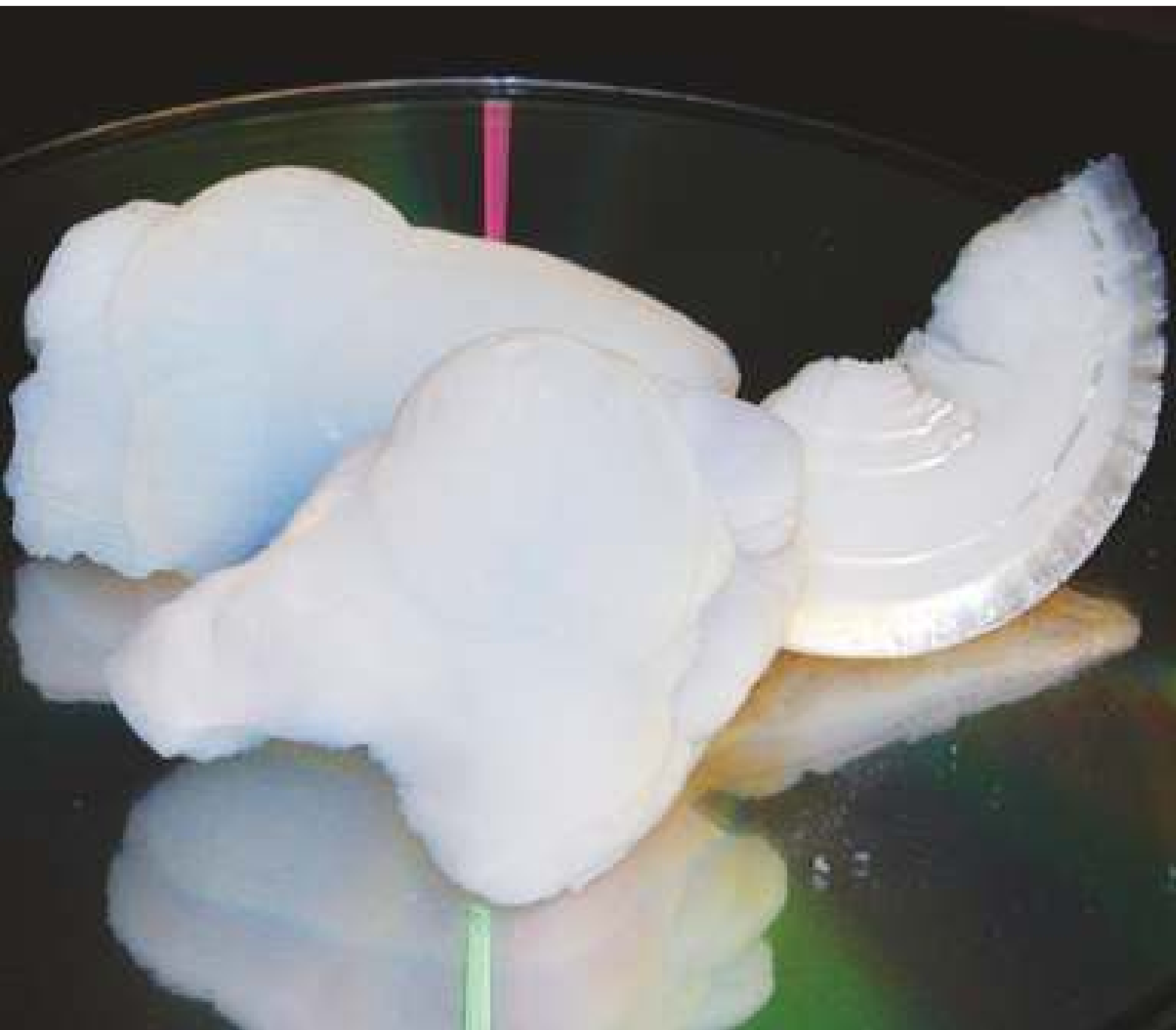




ФЭИ
РОСАТОМ

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОГЕЛЯ ALOON

Разработка физико-химических основ
технологии получения





ФЭИ
РОСАТОМ

КОНТАКТЫ

Асхадуллин Радомир Шамильевич

Начальник лаборатории жидкометаллических технологий

Тел.: +7 (484) 399-46-56

Факс: +7 (484) 399-80-57

E-mail: raskhadullin@ippe.ru

Осипов Александр Александрович

Научный сотрудник

Тел.: +7 (484) 399-42-19

E-mail: osipov@ippe.ru

пл. Бондаренко 1, г. Обнинск

Калужской обл., 249033

www.ippe.ru

Область применения

Функциональная керамика – малые добавки аэрогеля AlOON (непревышающих 3% мас.) в качестве активатора спекания или модифицирующей технологической добавки в керамику на основе Si_3N_4 , SiC , ZrO_2 , MgAl_2O_4 приводят к повышению термомеханических характеристик керамики на 30–40 % (в некоторых случаях свойства улучшаются в 2 раза).

Сенсорная керамика – малые добавки (0,1–5 % мас.) аэрогеля AlOON в исходные порошки частично стабилизированного диоксида циркония $\text{ZrO}_2 + \text{Y}_2\text{O}_3$, приводят к изменению фазового состава получаемой керамики в сторону увеличения высокотемпературной кубической фазы с более высоким уровнем ионопроводящих свойств, при этом удаётся улучшить и механические характеристики, а именно стойкость к термоудару возрастает на ~20 %.

Керамика со специальными свойствами – использование малой добавки аэрогеля (1% мас.) на стадии изготовления керамики из диоксида урана позволяет: увеличить механическую прочность спеченных таблеток в 1,5–2 раза; увеличить размер зерна в ~1,5 раза (до 25–30 мкм); снизить температуру спекания таблеток).

Полимерные материалы – малые добавки аэрогеля AlOON (не превышающих 5 % мас.) в рецептуру резин при их производстве приводят к значительному увеличению стойкости резинотехнических изделий в агрессивных средах (органические растворители, масла, бензин и т. п.).

Теплоизоляционные материалы – чрезвычайно низкая теплопроводность аэрогеля (~0,015–0,03 Вт/(мК)) в широком диапазоне температур (130–1500 К) и низкая плотность (~0,0130,080 г/см³) позволяют создавать на его основе сверхлегкую теплоизоляцию.

Катализаторы и сорбенты – такие свойства аэрогеля, как высокая удельная площадь поверхности (~800 м²/г), стабильность к агломерации, низкая плотность, высокая пористость (~94–99 об. %), позволяют создавать на основе аэрогеля высокоэффективные катализаторы и сорбенты, которые не уступают по своим свойствам лучшим отечественным и зарубежным аналогам, а в ряде случаев значительно их превосходят).

Электроизоляционные материалы – высокое удельное электрическое сопротивление ($>10^{10}$ Ом·м), низкая теплопроводность и высокая рабочая температура (не менее 1300 К) аэрогеля позволяют создавать на его основе электроизоляционные материалы со специальными свойствами. развитие различных форм деятельности требует от нас системного анализа направлений прогрессивного развития.

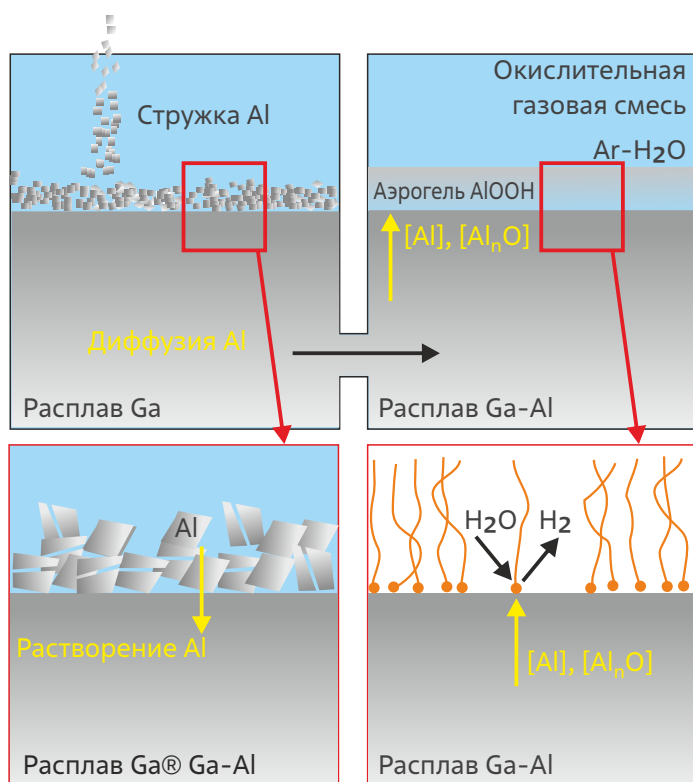
Описание технологии

В жидкометаллической технологии синтеза аэрогеля AlOON , в отличие от традиционной «автоклавной» золь-гель технологии, не используются вредные и агрессивные жидкости.

Жидкометаллическая технология отличается низким энергопотреблением и сравнительно высокой производительностью.

Что касается разработки новых керамических материалов с использованием малых добавок аэрогеля AlOON , то в отличие от использования традиционных активаторов спекания, применение аэрогеля позволяет минимизировать количество вводимой модифицирующей добавки, при этом получаемый материал не уступает по основным характеристикам керамике, полученной с использованием традиционных активаторов спекания, а по ряду характеристик даже превосходит ее.

Технология синтеза аэрогеля AlOON



В настоящее время в известных исследованиях по разработке конструкционных керамических материалов методом горячего прессования количество активатора спекания, вводимого в исходный порошок с целью получения плотной керамики, находится на уровне 2,0–15 % мас., чаще всего это комбинации нескольких веществ, при этом оксид алюминия вводится в количествах более 5% мас.

В результате использования нового, нетрадиционного активатора спекания в виде высокоактивного наноструктурированного аэрогеля с высокой удельной поверхностью удалось получить плотную керамику (Si_3N_4 , SiC и др.) при введении малых количеств до 2,5 мас. %, обладающую высокой прочностью при высоких температурах (до 1300°C).

Использование малых добавок аэрогеля AlOON при спекании исходных матричных порошков методом горячего прессования является новым направлением в области разработки высокотемпературных высокопрочных конструкционных керамических материалов.

Преимущества предлагаемой технологии

Отсутствие солевых растворов.

Отсутствие органических растворителей и других вредных химических веществ.

Дешевое оборудование, в частности отсутствие автоклавов высокого давления.

Технология исключает сверхкритические давления и высокие температуры.

Сравнение с импортными аналогами

Характеристики	Разработка АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»	Evonik Industries AG (Германия)	Cabot Corporation (США)	ANF Technology Ltd. (Великобритания)
Вид выпускаемого материала	Аэрогель AlOON в виде макрообразцов размером до 10 см	Аэросил SiO ₂ в виде тонкого порошка	Аэрогель SiO ₂ в виде гранул	Оксид Al ₂ O ₃ , в виде нановолокон (NAFEN alumina)
Плотность, г/см ³	0,01 ... 0,15	0,03 ... 0,08	0,03 ... 0,30	0,1 ... 0,4
Пористость, %	94 ... 99	90 ... 95	80 ... 99	?
Удельная поверхность, м ² /г	300 ... 800	100 ... 400	400 ... 900	>150
Средний размер частиц, нм	5–10	5 ... 50	4 ... 6	10-15

Технологический задел

Разработана жидкометаллическая технология получения наноструктурного аэрогеля AlOON .

Накоплен опыт по получению карбида и нитрида кремния, диоксида циркония (Si_3N_4 , SiC , ZrO_2).

Накоплен опыт получения высокотемпературных оксидных шпинелей.

Создана экспериментальная база и мелкосерийное производство монокристаллического оксида алюминия (Al_2O_3).

Разработана жидкометаллическая технология получения наноматериалов – ультрадисперсных оксидов, синтезируемых в расплавах Pb , Pb-Bi и Ga .

При тесном сотрудничестве с ОНПП «Технология» разработаны керамические чувствительные элементы на основе ZrO_2 для датчиков активности кислорода в жидких металлах и газах, существенно превосходящие по своим свойствам аналоги.

Твердые электролиты на основе ZrO_2



Предложения по сотрудничеству

Любые, не противоречащие интересам партнеров.

Патенты и дипломы



Результат проекта

Технология получения высокотемпературных конструкционных и функциональных материалов с использованием наноструктурного аэрогеля AlOON .



ФЭИ
РОСАТОМ





ФЭИ
РОСАТОМ

Акционерное общество
«Государственный научный центр Российской Федерации –
ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени А. И. Лейпунского»

