

Сведения о ходе выполнения проекта
**«Прикладные научные исследования в области низкотемпературной
керамики на основе микронных, субмикронных и наноразмерных
порошковых составов»**

Руководитель д-р физ.-мат. наук, профессор Ивонин И.В.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 05 июля 2014 г. № 14.578.21.0027 с Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» на этапе № 4 в период с 01.07.2016 г. по 30.06.2016 г. выполнялись следующие работы:

Перечень работ, выполняемых за счет средств субсидии:

- 1 Расчет физико-механических характеристик экспериментальных образцов низкотемпературной керамики на основе результатов математического моделирования.
- 2 Получение экспериментальных образцов нано и субмикронных порошковых компонентов различной дисперсности для низкотемпературной керамики, анализ их характеристик.
- 3 Разработка проекта лабораторного технологического регламента получения низкотемпературной керамики.
- 4 Изготовление экспериментальных образцов низкотемпературной керамики.
- 5 Исследование физико-механических характеристик экспериментальных образцов низкотемпературной керамики.
- 6 Определение факторов, влияющих на основные физические и радиофизические свойства керамики.
- 7 Сравнение полученных физических характеристик экспериментальных образцов низкотемпературной керамики с результатами математического моделирования.
- 8 Определение эффективных путей получения низкотемпературной керамики с требуемыми свойствами.

Перечень работ, выполняемых за счет внебюджетных средств:

- 11 Подготовка и запуск исследовательского комплекса по регистрации и прогнозированию значимых характеристик.
- 12 Проведение численных расчетов на высокопроизводительном кластере.
- 13 Материально-техническое обеспечение выполнения работ.

При этом были получены следующие результаты:

Проведен расчет физико-механических характеристик экспериментальных образцов низкотемпературной керамики на основе результатов математического моделирования. Оценка эффективных физических характеристик подтверждает то, что условия формирования каркаса тугоплавких компонентов на различных иерархически расположенных уровнях структуры вносит решающий вклад в формирование всех параметров керамики. Результаты моделирования показали, что использование в составе исходной шихты смеси тугоплавких керамических компонентов с полимодальным распределением частиц по размерам в области крупных и средних фракций, удовлетворяющих условию достижения плотной упаковки смеси полидисперсных частиц, позволяет получать максимально плотную структуру керамики, обеспечивающую достижение требуемых характеристик.

Получены экспериментальные образцы нано и субмикронных порошковых компонентов различной дисперсности для низкотемпературной керамики. Проведенный анализ элементного, фазового и гранулометрического состава показал, что порошковые компоненты (оксид алюминия, нитрид алюминия, боросиликатное стекло) удовлетворяют требованиям для получения низкотемпературной керамики с необходимыми характеристиками.

Разработан проект лабораторного технологического регламента получения низкотемпературной керамики.

Изготовлены экспериментальные образцы низкотемпературной керамики, исследование характеристик которых показало, что параметры полученной керамики в целом соответствуют нормативным требованиям. Экспериментальные образцы низкотемпературной керамики, имеющие в составе нитрид алюминия, имеют лучшие или равные характеристики с экспериментальными образцами керамики на основе оксида алюминия.

Сравнение полученных физических характеристик экспериментальных образцов низкотемпературной керамики с результатами математического моделирования показало необходимость введения в расчетные модели дополнительных данных по составу компонентов, включая более подробный фракционный состав частиц тугоплавкого компонента, форму частиц, объем пор исходных компактов и т.д.

Определение эффективных путей получения низкотемпературной керамики с требуемыми свойствами сделано на основе полученных результатов математического и физического моделирования процессов и анализа факторов, влияющих на свойства керамики. В ходе работ установлено, что используемый в качестве связующего полимер типа полиметилсилоксана является компонентом, обеспечивающим получение максимальной упаковки при

спекании образцов зарубежной низкотемпературной керамики за счет термической деструкции полимера, в результате которого образуется порошок SiO_2 с субмикронными размерами частиц.

Индустриальным партнером проведены экспериментальные исследования установки по получению nano и субмикронных порошковых компонентов низкотемпературной керамики.