

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 № 3 в период с 01.07.2015 г. по 31.12.2015 г. выполнялись следующие работы:

Перечень работ, выполняемых за счет средств субсидии:

- 1 Анализ элементного состава нано и субмикронных компонентов низкотемпературной керамики.
- 2 Оптимизация по результатам моделирования смесового состава порошковой массы перед обжигом для получения заданных характеристик, указанных в пункте 4.1.4 ТЗ.
- 3 Разработка программы и методик исследовательских испытаний экспериментальных образцов низкотемпературной керамики.
- 4 Физическое моделирование процессов получения экспериментальных образцов нано и субмикронных порошковых компонентов низкотемпературной керамики.
- 5 Обобщение результатов исследований для построения физических моделей исследуемых процессов.
- 6 Получение нано и субмикронных порошковых компонентов низкотемпературной керамики.
- 7 Анализ характеристик имеющихся исходных нано и субмикронных порошковых компонентов низкотемпературной керамики.
- 8 Обобщение результатов физического моделирования для выбора оптимального состава экспериментальных образцов нано и субмикронных компонентов низкотемпературной керамики.

Перечень работ, выполняемых за счет внебюджетных средств:

- 9 Материально-техническое обеспечение выполнения работ.

При этом были получены следующие результаты:

Полученные данные анализа элементного и фазового состава позволили провести оценку характеристик низкотемпературной керамики «DuPont 951» и «Ferro А6М».

Проведены работы по оптимизации смесового состава порошковой массы перед обжигом для получения заданных в техническом задании характеристик. Нахождение оптимального состава исходной композиции для получения низкотемпературной керамики возможно при модификации состава стекольной массы, применяемой для подготовки порошковых компонентов. Результаты моделирования показывают сложный характер взаимосвязанности множества исходных факторов, влияющих на кинетику процесса спекания (обжига) и конечные характеристики керамики

Разработана программа и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов низкотемпературной керамики.

Проведено физическое моделирование процессов получения экспериментальных образцов нано и субмикронных порошковых компонентов низкотемпературной керамики.

Установлено, что для получения субмикронных и наноразмерных порошков с узкой шириной распределения по размерам частиц необходимо проводить процесс, связанный с многократной перегонкой (перечисткой) перерабатываемого материала.

В результате моделирования процессов получения порошковых компонентов керамики обнаружено, что изменение рН водной дисперсии частиц оксида алюминия влияет на эффективность процессов его диспергирования и классификации в пневматическом циркуляционном аппарате.

Результаты физического моделирования получения смесового состава показали, что наиболее оптимальным является использование в качестве компонентов порошков со средним размером частиц d_{50} от 1 мкм до 2 мкм и морфологией частиц близкой к призме (сфере). Ширина функции распределения частиц по размерам должна быть близка к $Span \sim 1$. Это позволяет обеспечить наилучшую плотность упаковки частиц и снизить вязкость шликера при литье.

В результате диспергирования и фракционирования оксида алюминия, нитрида алюминия, боросиликатного стекла пневмоциркуляционным методом и их смешивания с добавками получены нано и субмикронные порошковые компоненты различного состава для низкотемпературной керамики.

Анализ гранулометрического состава полученных порошковых компонентов показал, что их средний размер частиц составляет от $d_{50} = 0,5$ мкм до $d_{50} = 10$ мкм, что удовлетворяет требованиям технического задания.

Проведенный анализ характеристик компонентов и сравнение с образцами зарубежной керамики показали, что полученные порошковые компоненты удовлетворяют требованиям по элементному, фазовому и дисперсному составу для использования их в процессе получения низкотемпературной керамики.

Использование в качестве низкотемпературного спекающего компонента полученных фракций боросиликатного стеклянного порошка позволяет проводить процесс спекания при температуре ниже 1000 °С.

Индустриальным партнером проведена комплектация рабочего места экспериментальных исследований. Рабочее место экспериментальных исследований изготовлено и введено в эксплуатацию.