

## Отчет о выполнении работ по Соглашению о предоставлении субсидии № 14.577.21.0009 от «05» июня 2014 г.

### Этап 1

Тема проекта: «Разработка технологии крупногабаритных керамических изделий сложной конфигурации для различных областей промышленности на основе высококонцентрированных наномодифицированных суспензий»

На 1 этапе работ по Соглашению о предоставлении субсидии № 14.577.21.0009 от 05.06.2014 по теме «Разработка технологии крупногабаритных керамических изделий сложной конфигурации для различных областей промышленности на основе высококонцентрированных суспензий» было предусмотрено проанализировать научно – техническую литературу и нормативно – техническую документацию, проведение патентных исследований, выбор направления исследований и путей решения поставленных задач, исследование исходных материалов для синтеза связующего, определение оптимальных условий подготовки реагентов для синтеза сырья для получения исходных реагентов, составления проекта по созданию экспериментального участка для изготовления экспериментальных образцов, проведение ремонтно–строительных работ на экспериментальном участке, материально – техническое обеспечение работ и исследований, достижение показателей результативности по проекту, оформление экспериментального участка.

По анализу научно-технической литературы, нормативно-технической документации и других материалов, относящихся к разрабатываемой теме можно сделать следующие выводы:

1. Технология вибролитья высококонцентрированных суспензий является перспективной для изготовления огнеупорных керамических крупногабаритных изделий сложной конфигурации.
2. Для создания крупногабаритных изделий необходимо использовать порошки с различной зернистостью для снижения усадок в обжиге и дополнительной усадке при службе изделий в тепловом агрегате.
3. Необходимо использовать высокодисперсные глинозёмы с высоким содержанием  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
4. Огнеупорные материалы на основе электрокорунда имеют более высокую химическую стойкость, чем материалы на основе спеченных наполнителей того же состава.

Приведенные патентные исследования показали, что объект исследования может быть свободно использован в данной России без опасности нарушения, действующих на ее территории патентов исключительного права, принадлежащих третьим лицам, т.к. единственный объект – аналог (патента на изобретение №2453517), который может быть противопоставлен объекту исследования, принадлежит исполнителю.

Проведенные исследовательские работы по данному проекту позволило решить следующие проблемы:

- определить оптимальные условия подготовки исходных реагентов (гидроксид алюминия  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ): процессов гомогенизации и диспергирования с целью получения требуемой чистоты

(суммарное содержание примесей не более 0,9 масс. %), дисперсности, морфологии и влажности исходного порошка для последующей дегидратации;

- оптимизировать условия термической дегидратации исходного гидрата и получения nano-структурированного  $\rho$ -глинозема с требуемой дисперсностью и высокой удельной площадью поверхности (200-270 м<sup>2</sup>/г);

Проведены исследования по получению огнеупорного материала на основе корундовых микросфер методом виброуплотнения. Результаты данной работы приведены в статье Красного Б.Л., Тарасовского В.П., Красного А.Б., Галгановой А.Л., Резниченко А.В. «Теплоизоляционный огнеупорный материал на основе полых корундовых микросфер».

Была отработана методика определения порового пространства и количественного анализа РЭМ-изображения с целью дальнейшего применения на порошках, полученных методом химического диспергирования и исследованных в данном подразделе. Эти методики применены на порошках марок F 240 и F 1200, описанные в докладе на конференцию «Пористые проницаемые материалы: Технологии и изделия на их основе» Минск – Раков, 30-31 октября 2014г. по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки. Представлен стендовый доклад на тему: «КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПРОНИЦАЕМОЙ КЕРАМИКИ С МЕМБРАННЫМ ПОКРЫТИЕМ», Б. Л. Красный, В. П. Тарасовский, А. Б. Красный, Васин А.А., Рыбальченко В.В.

Было выбрано исходное сырье, которое будет изучено и применено на практике в дальнейших исследованиях с целью получения керамического вяжущего и его применения в качестве добавки.

В ходе исследований исходных материалов можно отметить, что:

Экспериментально получены химическим методом высокодисперсные порошки гидроксида алюминия из алюминиевых сплавов при взаимодействии с водным раствором гидроксида натрия.

Для дальнейших исследований был выбран промышленный алюминиевый сплав марки Д16 в качестве прекурсора, исходя из особенности морфологии структуры в виде пластинчатых частиц, что положительно сказывается на применении в качестве технологического связующего.

Была оформлена патентная заявка на изобретение «Способ получения алюмооксидной конструкционной керамики» по получению материала методом химического диспергирования промышленного сплава марки Д16.

На основании проведенных исследований сплавов Al-Mg базируется диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме: «Получение, структура и свойства алюмооксидных керамик, легированных магнием» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

По результатам проведенных исследований по определению оптимальных условий подготовки реагентов для синтеза сырья для получения исходных реагентов можно отметить следующее.

1. Экспериментально изучены кинетические особенности реакции алюминия и сплава Д16 с водным раствором гидроксида натрия в диапазоне концентраций  $C_{\text{NaOH}} = 2-12$  моль/л.

Установлено, что максимальная скорость выделения водорода для сплава Д16 больше, чем для алюминия.

2. Для сплава Д16 и алюминия исследована зависимость начальной скорости реакции от концентрации гидроксида натрия в водном растворе. Установлено, что она имеет максимум при концентрациях гидроксида натрия около 6 моль/л. Это важно для обоснования выбора концентрации водного раствора гидроксида натрия при разработке технологического процесса получения высокодисперсных порошков. Для лабораторной технологии рекомендуется концентрация гидроксида натрия  $C_{\text{NaOH}} = 4$  моль/л.

3. Изучена зависимость начальной скорости изученных реакций от температуры. Проведена оценка эффективной энергии активации и температурного коэффициента скорости реакции. Для лабораторной технологии рекомендуется поддерживать температуру в реакторе 80 – 85 °С.

Для создания экспериментального участка по изготовлению экспериментальных образцов методом вибролитья был рассмотрен технологический процесс создания изделий методом вибролитья.

Была проведена оценка использования производственных помещений ЗАО «НТЦ» БАКОР» с целью размещения экспериментального участка.

Принято решение:

- Использовать производственную площадь дробильного участка шихтоподготовки производственного цеха в осях 21-25, с демонтажом оборудования;
- Демонтировать оборудование, площадок обслуживания, инженерные сети, фундаменты из-под оборудования;
- Выполнить строительные-ремонтные работы бетонных полов и стен освобождённого участка;
- Выполнить проектную привязку и монтаж технологического, вновь приобретённого, оборудования, приспособлений, сборочных столов, ступеней, кондукторов, многоярусных стеллажей для складирования готовых изделий, литейных форм, модельной оснастки на освобождённой площадке по разработанному плану размещения технологического оборудования экспериментального участка для изготовления экспериментальных образцов методом вибролитья;
- Выполнить подвод инженерных сетей для обеспечения работы оборудования участка (электричество, вода, сжатый воздух).

Для выполнения работ по созданию участка Конструкторским бюро ЗАО «НТЦ «Бакор» за счет собственных средств разработан проект по созданию экспериментального участка для изготовления экспериментальных образцов методом вибролитья.

Площадь вновь создаваемого экспериментального участка составляет 897 квадратных метров.

Комплекс произведенных строительными-монтажными работ заключался в реконструкции существующей производственной площади и модернизации инженерных сетей. Строительно-монтажные работы включили в себя: устройство бетонно-плиточных полов, возведение и оштукатуривание стен- перегородок из блоков и кирпича для функционального разграничения площадей, устройство фундаментов с армированием под

монтаж технологического оборудования, устройство подкранового пути и монтаж кран-балки грузоподъемностью 3,2 тонны с площадкой обслуживания, удлинена зона подогрева высокотемпературной газовой туннельной печи. Произведена частичная сборка стеллажей для хранения сырья и продукции.

Выполнены электромонтажные работы по подключению оборудования и освещению экспериментального участка, работы по трубной разводке системы водоснабжения, прокладке канализации и системы сжатого воздуха.

Все работы ЗАО «НТЦ «Бакор» выполнены собственными силами, без привлечения подрядных организаций. (Приложение В, Г)

Со стороны ФГБОУ ВПО «МГИУ» в рамках мероприятий по материально-техническое обеспечение выполнения работ были произведены закупки лабораторного оборудования для получения исходного сырья для производства наномодифицированного связующего и контроля его основных свойств; установки горячего шликерного литья; планетарной мономельницы Fritsch PULVERISETTE 6 classic line и другого оборудования и материалов.

Со стороны ЗАО «НТЦ «БАКОР» в рамках мероприятий по материально-техническое обеспечение выполнения работ были произведены следующие работы:

- для устройства бетонно-плиточных полов, стен перегородок, армированных фундаментов, подкатного пути, монтажа кран-балки, устройства стеллажей приобретены бетон, цемент песок, арматура различного диаметра, сортовой прокат, строительные блоки, кирпичи, пиломатериалы и другие расходные материалы;
- для обеспечения выполнения строительно–ремонтных работ приобретены миксер для раствора, бензопила, дрель;
- для выполнения электромонтажных работ по подключению проводке электросети и освещения приобретены электропровода, кабели, светильники, и другие электроустановочные, электромонтажные и расходные материалы;
- для разводки системы водоснабжения приобретены трубы, гибкие подводки, соединительные элементы и другие материалы для сантехнических и монтажных работ;
- для проводки системы канализации приобретены трубы, соединительные элементы и другие материалы для монтажа системы канализации;
- приобретена установка горячего шликерного литья;
- для прокладки системы сжатого воздуха приобретены трубы, рукава кислородные, соединительные элементы, измерители давления, регуляторы давления и другие материалы для монтажа системы сжатого воздуха;
- для обеспечения снабжения экспериментального участка сжатым воздухом приобретен компрессор.

В ходе выполнения работ по проекту были достигнуты требуемые показатели и индикаторы по проекту. Написаны две статьи, которые отданы на печать в журнале «Новые огнеупоры»:

- статья Ф.З. Бадаева, В.П. Тарасовского, Р.А. Новоселова, А.Х. Хайри, А.В. Резниченко «Получение прекурсоров алюмооксидной керамики химическим диспергированием алюминиевого сплава Д16».

- статья Красного Б.Л., Тарасовского В.П., Красного А.Б., Галгановой А.Л., Резниченко А.В. «Теплоизоляционный огнеупорный материал на основе полых корундовых микросфер».

Оформлена патентная заявка по изготовлению промышленного образца № 2014150907 от 16.12.2014 «Способ получения конструкционной алюмооксидной керамики».

Подготовлена к защите диссертация на соискание ученой степени в рамках проекта по теме: «Получение, структура и свойства алюмооксидных керамик, легированных магнием» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Представители коллектива исследователей приняли участие в конференции «Пористые проницаемые материалы: Технологии и изделия на их основе» Минск – Раков, 30-31 октября 2014г. по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки. Представлен стендовый доклад на тему: «КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПРОНИЦАЕМОЙ КЕРАМИКИ С МЕМБРАННЫМ ПОКРЫТИЕМ», Б. Л. Красный, В. П. Тарасовский, А. Б. Красный, Васин А.А., Рыбальченко В.В.

Результатом работ по созданию экспериментального участка по изготовлению экспериментальных образцов методом вибролитья стал проект экспериментального участка по изготовлению экспериментальных образцов методом вибролитья площадью 897 кв.м. Проект производственной площадки позволяет обеспечить выполнение полного технологического цикла изготовления экспериментальных образцов и промышленных изделий методом вибролитья. Проект представлен в приложении Б.

Работа выполнена в полном объеме в соответствии с утвержденным техническим заданием и планом-графиком соглашения № 14.577.21.0009 от 05 июня 2014 г. о предоставлении субсидии при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Дальнейшее продолжение работы считается целесообразным.