

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 1

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.574.21.0162

Тема: «Разработка технологии получения нового поколения алюмоматричных композиционных материалов модифицированных углеродными наноструктурами для машиностроения и авиакосмической отрасли»

Приоритетное направление: Индустрия наносистем (ИН)

Критическая технология: Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов

Период выполнения: 26.09.2017 - 30.06.2020

Плановое финансирование проекта: 120.00 млн. руб.

Бюджетные средства 60.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 60.00 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов"

Иностраный партнер-участник совместного проекта: Общество с ограниченной ответственностью «Завод технической керамики»

Ключевые слова: Композит, алюминий, углерод, фуллерен, дуплексная структура, прочность, экструзия, порошковая металлургия, спекание, консолидация.

1. Цель проекта

Создание алюмоматричных композиционных материалов, модифицированных углеродными наноструктурами (НКМ), с улучшенными физико-механическими свойствами.

2. Основные результаты проекта

В процессе работы на первом этапе настоящего ПНИ осуществлены работы по проведению аналитического обзора информационных источников в результате чего установлено, что направление ПНИ является актуальным и перспективным, имеются возможности для масштабирования и развития предлагаемых методов получения НКМ, кроме того предлагаемые методы создания НКМ имеют конкурентные преимущества перед традиционными лабораторными методиками. Проведенный патентный поиск и анализ отобранных аналогов объекта поиска выявил задачи, решение которых является патентоспособным.

В результате проведенных работ по выбору и обоснованию направления исследований сделан выбор, обоснование и экспериментальное исследование исходных материалов для получения НКМ. Установлено, что наиболее перспективным является применение деформационных сплавов типа АМг. В качестве базового сплава выбран сплав АМгб, а в качестве модифицирующих добавок выбраны такие УНС, как фуллерены C₆₀, УНТ, УДА и Графит. Для выбранных исходных материалов был произведен выбор и обоснование способа получения порошков НКМ, в том числе порошков НКМ с дуплексной структурой. В качестве одного из наиболее перспективных методов был выбран метод размол исходных материалов в планетарных шаровых мельницах. Для объяснения механизмов формирования структурно-фазового состава НКМ их влияния на конечные физико-механические свойства, было проведено квантово-химическое моделирование взаимодействия алюминия с различными УНС и их фрагментами. В результате проведенных расчетов, было показано, что УНС и алюминий могут образовывать метало-углеродные комплексы с прочными ковалентными связями. На основании моделирования сделано предположение о том, что такая дополнительная сшивка кристаллитов метало-углеродными комплексами окажет положительное влияние на физико-механические свойства НКМ.

Для выбранных исходных материалов и метода их наноструктурирования было проведено экспериментальное определение режимов и условий получения порошков НКМ в лабораторных условиях. В результате проведенных экспериментов было установлено, что данный метод позволяет проводить одновременно смешивание компонентов и их измельчение. Средний размер кристаллитов алюминия при размол составил менее 50 нм за время обработки 40 минут.

На основании полученных данных о режиме получения порошков НКМ, были проведены работы по определению влияния типа и концентрации различных УНС на структуру и морфологию порошков НКМ полученных в лабораторных условиях. Для

полученных порошков НКМ исследованы структура и фазовый состав. В результате установлено, что порошки НКМ имеют сложную иерархическую структуру и представляют собой агрегаты состоящие из высокоплотных агломератов, которые в свою очередь являются совокупностью наноразмерных кристаллитов.

За счет внебюджетных средств проведены работы по экспериментальному определению режимов и условий получения порошков НКМ на промышленном оборудовании, а также работы по изучению влияния типа и концентрации УНС на структуру и фазовый состав таких порошков НКМ. В результате проведенных работ установлено, что применение гравитационных мельниц мокрого типа не позволяет получить порошки НКМ с требуемым размером кристаллитов алюминия, а гравитационные мельницы сухого типа позволяют достичь среднего размера кристаллитов алюминия менее 90 нм за 48 часов обработки, при этом в некоторых случаях наблюдается значительный до 5 вес.% натир материалов размольных контейнеров.

В рамках выполнения п.1.9 ПГ, ИП произвел частичное материально-техническое обеспечение работ по п.1.5-1.6 ПГ.

Поставленные задачи на 1 этапе работ полностью выполнены в соответствии с планом графиком.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

4. Назначение и область применения результатов проекта

Разрабатываемый в ходе выполнения научно-технический результат ориентирован на методы получения алюмоматричных композиционных материалов, модифицированных углеродными наноструктурами, для их применения в машиностроительной и авиакосмической отрасли в качестве элементов и несущих конструкций различных узлов и агрегатов.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Внедрение разрабатываемых наноструктурных алюмоматричных композиционных материалов, модифицированных углеродными наноструктурами в различные области науки и техники позволит повысить энергоэффективность узлов и агрегатов за счет снижения их массы при сохранении или увеличении прочности конструкции в целом. Кроме того, разрабатываемые технологии получения таких композитов являются экологически чистыми и практически исключают отходы собственного производства.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

7. Наличие соисполнителей

федеральное государственное бюджетное научное учреждение
"Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных
материалов"

Директор

(должность)

(подпись)

Бланк В.Д.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

Научный сотрудник

(должность)

(подпись)

Евдокимов И.А.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.