

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 2

Номер Соглашения Электронного бюджета: 075-02-2018-1208, Внутренний номер соглашения 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"

Индустриальный партнер: 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 втором этапе настоящего ПНИ осуществлены работы по разработке лабораторной методики порошков НКМ, в результате которых были определены последовательность технологических операций для получения порошков НКМ Типа А со средним размером области когерентного рассеяния алюминия менее 90 нм и размером частиц порошка не более 250 мкм, и порядок проведения контрольных операций. Согласно разработанной методике получения порошков НКМ были получены экспериментальные образцы порошков НКМ Типа А. Всего 10 различных составов по 200 грамм каждого типа (с учетом непросева). Для полученных экспериментальных образцов была разработана программа и методики исследовательских испытаний. В рамках разработки ПМ были доопределены требования разработчика к экспериментальным образцам порошков НКМ, а также определены оборудование и методики проведения испытаний.

На основании проведенных работ по п.2.1-2.4 ПГ была проведена корректировка ЛМ получения порошков НКМ в части повышения выхода годного, за счет изменения режима размол исходных материалов в планетарной шаровой мельнице.

В результате проведения работ по экспериментальному определению режимов и условий получения порошков НКМ с дуплексной структурой были рассмотрены несколько методов смешивания порошков с различным размером кристаллитов (порошки Типа А и Типа Б), в результате чего, было установлено, что более предпочтительной является обработка в планетарной шаровой мельнице, т.к. при этом происходит смешивание не только отдельных частиц порошка (агрегатов), но и более мелких структурных составляющих – агломератов. На основании проведенных работ по экспериментальному определению режимов и условий получения порошков НКМ с дуплексной структурой была разработана лабораторная методика получения таких порошков. ЛМ описывает последовательность технологических и контрольных операций требуемых для получения экспериментальных образцов порошков НКМ с дуплексной структурой удовлетворяющих требованиям ТЗ.

Согласно разработанной лабораторной методике получения порошков НКМ с дуплексной структурой были получены экспериментальные порошки Типа Д с размером частиц менее 250 мкм. Всего 10 различных типов НКМ с дуплексной структурой по 200 грамм каждого материала (с учетом непросева). Для полученных порошков НКМ с дуплексной структурой была разработана программа и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов порошков. В ПМ доопределены требования разработчика к экспериментальным порошкам Типа Д, определено оборудование и методики

проведения испытаний.

На основании результатов работ по п.2.6-2.10 ПГ была проведена корректировка ЛМ получения порошков НКМ с дуплексной структурой. Изменения внесены в режимы смешивания порошков Типа А и Б для увеличения выхода годного и избегания изменения среднего размера области когерентного рассеяния алюминия при смешивании компонентов.

Был проведен выбор, обоснование и экспериментальное исследование способа консолидации порошков НКМ и НКМ с дуплексной структурой. Были рассмотрены несколько наиболее распространенных в современной промышленности методов консолидации порошковых тел, в результате чего было установлено, что наиболее подходящими из рассмотренных являются методы горячей экструзии и спекания в камере высокого давления.

ИП провел экспериментальное определение режимов и условий получения порошков НКМ с дуплексной структурой на промышленном оборудовании, в результате чего было установлено, что на промышленных шаровых гравитационных мельницах возможно получение порошков НКМ с дуплексной структурой, однако для этого требуется по крайней мере 58-60 часов обработки. При этом. Смешивание происходит лишь на уровне отдельных частиц порошка (агрегатов), а не на уровне более мелких структурных частей (агломератов).

В результате работ ИП по выбору, обоснованию и экспериментальному исследованию способа консолидации порошков НКМ и НКМ с дуплексной структурой было установлено, что наиболее перспективным методом для получения крупногабаритных заготовок является метод экструзии. Также, теоретически, показана перспективность метода прокатки.

В рамках выполнения п.2.16 ПГ, ИП произвел частичное материально-техническое обеспечение работ по п.2.1-2.12 ПГ.

Поставленные задачи на 2 этапе работ полностью выполнены в соответствии с планом графиком и техническим заданием Проекта.

Работы ведутся в соответствии с планом работ и соответствуют техническим требованиям к выполняемому проекту и ожидается достижение запланированных в рамках проекта показателей.

Полученные результаты соответствуют по показателям аналогичным работам, определяющим мировой уровень знаний и техники в исследуемой предметной области.

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

Секрет производства, приказ №31-о от 07.03.18, Лабораторная методика получения порошков НКМ с дуплексной структурой (244221-089-48786949-18ЛМ), РФ

Секрет производства, приказ №63/1-о от 15.05.18, Лабораторная методика получения порошков НКМ (244221-087-48786949-18ЛМ), РФ

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Разрабатываемый в ходе выполнения научно-технический результат ориентирован на методы получения алумоматричных 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 алумоматричных 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**

Формы и объемы возможной коммерциализации результатов ПНИ будут определены на заключительном этапе выполнения работ в рамках разработки проекта ТЗ на проведение ОТР.

### **7. Наличие соисполнителей**

Привлечение соисполнителей не предусмотрено.

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.**