**Резюме проекта, выполняемого в рамках ФЦП**

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

по этапу № 3

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.577.21.0089

Тема: «Разработка технологии получения беспористых нанокомпозитных керамических материалов с повышенными эксплуатационными свойствами, модифицированных углеродными нановолокнами и графеном»

Приоритетное направление: Индустрия наносистем

Критическая технология: Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов

Период выполнения: 22.07.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 104.66 млн. руб.

Бюджетные средства        72.50 млн. руб.,

Внебюджетные средства  32.16 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный технологический университет "СТАНКИН"

Индустриальный партнер: Открытое акционерное общество "ВНИИИНСТРУМЕНТ"

Ключевые слова: нанокомпозиты, наноматериалы, углеродные нановолокна, углеродные нанотрубки, графен, оксид графена, керамики, износостойкие жаропрочные материалы, материалы с нулевым термическим расширением, искровое плазменное спекание, гибридное горячее прессование-искровое плазменное спекание.

**1. Цель проекта**

1.1 Создание наноструктурированных керамических материалов, модифицированных углеродными нанокластерами, с улучшенными физико-механическими свойствами, значительно превосходящими существующие аналоги по параметрам: с пониженной не менее чем в 10 раз пористостью, повышенными в 2 и более раза трещиностойкостью, в 1,5 раза и более стойкостью к термоудару, в 1,3 раза и более теплопроводностью.

1.2 Получение функционализированного графена и оксида графена.

1.3 Получение функционализированного графена, оксида графена и нановолокон, которые могут быть интегрированы в керамическую матрицу и производственный процесс получения керамических нанокомпозитов.

1.4 Разработка технологии обработки керамических нанокомпозитов с помощью гибридного искрового плазменного спекания для получения плотных образцов с повышенным комплексом эксплуатационных свойств.

**2. Основные результаты проекта**

Используя полученные на первом и втором этапах выполнения ПНИ экспериментальные и теортические разработан прогрессивный метод коллоиодного смешивания и распылительной сушки керамических нанокомпозитных материалов на основе наночастиц оксида алюминия, нановолокон карбида кремния и ультрадисперсных частиц карбида титана. Данные нанопорошки имеют различные размеры, морфологию и плотность. Вместе с модифицированными наночастицами графена удалось получить равномерное распределение всех компонентов по всему объему порошковой композиции с образованием гомогенных агломератов микронных размеров сферической формы при помощи комбинации методов коллоидного смешивания и распылительной сушки.  
Получены высокоплотные образцы нанокомпозитного керамического материала, плотность более чем 99,99%. Трещиностокость образцов составила более 10 МПа м1/2. Исходя из полученных результатов можно сделать вывод что получен новый класс инструментальной режущей керамики. Указанные свойства получены благодаря сохранению исходной микроструктуры зерна и равномерного распределения всех фаз по всему объему нанокомпозита. Это было подтверждено проведением микроструктурных исследований полученного керамического нанокомпозита. Также данный материал электропроводный, и обладает достаточной электропроводностью для его обработки методами электроэрозионной обработки.

Из полученного материала изготовлены сменные четырехгранные режущие пластины и проведены стойкостные испытания в области точения жаропрочного сплава ХН77ТЮР. Результаты сравнивались с контрольной керамической режущей пластиной от ведущего европейского производителя. В ходе проведения испытаний было установлено, что стойкость режущих инструментов из полученных высокоплотных керамических нанокомпозитов выше более чем в пять раз по сравнению с контрольными доступными на рынке передовыми керамическими режущими инструментами.

Разработан передовой метод коллоидного смешивания и лиофильной сушки композиции нанопрошков, имеющих различную плотность, размеры и морфологию, позволяющий получать гомогенную их смесь. Получен новый инструментальный материал с совместно двумя высокими свойствами: твердостью и трещиностойкостью. Изготовлены из полученного материла сменные многогранные режущие пластины.

Проведены стойкостные испытания. Полученные результаты показали более чем в 5 раз выше стойкость нового материала по сравнению с передовыми доступными на рынке режущими инструментами. Указанные результаты позволяют предполагать большой эффект от полученных результатов при их внедрении в промышленность.

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

В ходе выполнения ПНИ поданы три заявки на охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД). Одна заявка подана в 2014 году, две в 2015.

В настоящее время получен один патент на изобретение:

RU 2570691: Григорьев С.Н., Торресильяс С.-М. Р., Солис Пинарготе Н.В., Новиков С.В., Пожидаев С.С., Перетягин П.Ю. Способ получения нанокомпозита графена и карбида вольфрама. Заявка № 2014146199/03, подана 18.11.2014 г., Опубликовано 10.12.2015 г., Бюл. №4.

**5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Полученные результаты указывают на большой эффект от внедрения указанных инновационных с повышенной стойкостью режущих пластин в обрабатывающую промышленность, особенно при обработке жаропрочных и закаленных сталей и сплавов, высоколегированных чугунов. Указанные материалы находят широкое применение в таких прогрессивных отраслях как авиакосмическая отрасль, машиностроение и приборостроение.

**6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

Используемые методы и подходы, а также существующая материальная база исполнителя и индустриального партнера в совокупности с реальным применением полученных материалов, испытанным в производственных условиях могут существенно насытить рынок для обработки и в том числе микрообработки резанием и электроэрозионной обработки инструментом полученном из разрабатываемых суперсовременных материалов.

**7. Наличие соисполнителей**

Соисполнители в 2015 году не привлекались.