

## 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: 14.583.21.0008

Тема: «Разработка технологий изготовления двухслойных наноструктурированных алмазно-твердосплавных пластин и компактов для особоизносостойкого режущего и бурового инструмента»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика; Транспортные и космические системы; Науки о жизни; Индустрия наносистем; Рациональное природопользование; Информационно-телекоммуникационные системы

Критическая технология: Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов

Период выполнения: 27.11.2014 - 31.12.2015

Плановое финансирование проекта: 61.80 млн. руб.

Бюджетные средства 30.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 31.80 млн. руб.

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

Иностранный партнер: Государственный инженерный университет Армении (Политехник) государственная некоммерческая организация

Иностранный партнер: Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии, г. Минск

Ключевые слова: АЛМАЗ, ТВЁРДЫЙ СПЛАВ, СВЕРХТВЁРДЫЙ МАТЕРИАЛ, КОМПОЗИТ

## 1. Цель проекта

1.1. Задачи, на решение которой направлен реализуемый проект.

Исследование и разработка технологий:

- получения алмазных порошков с высокой теплопроводностью;
- сортировки природного алмазного сырья АК АЛРОСА;
- получения металлокерамической составляющей композиционного материала, обладающей высокими показателями теплопроводности, прочности, твердости и трещиностойкости на основе износостойких, тугоплавких соединений (TiC, TiN, TaC, WC, ZrC);
- изготовления алмазно-металлокерамического композиционного материала с высокой теплопроводностью для сухой резки.

1.2. Формулировка цели реализуемого проекта.

Разработка в России, республике Беларусь и республике Армения технологий и для создания собственного производства алмазно-металлокерамических композиционных материалов (АМКМ) для изготовления особоизносостойкого режущего и бурового инструмента, применяемого для дорожных и строительных работ в условиях сухой резки.

## 2. Основные результаты проекта

В процессе работы на 1 этапе

ФГБНУ ТИСНУМ получены следующие результаты:

1. Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ.

2. Проведены патентные исследования по ГОСТ Р 15 011-06

4. Разработаны технологии получения алмазных порошков с высокой теплопроводностью и сортировки природного алмазного сырья АК АЛРОСА.

ИП № 1

1. Выполнено исследование и разработка методов импульсной консолидации алмазных ультрадисперсных порошков, многокомпонентных порошков твёрдосплавных и алмазных композиций.
2. Произведена адаптация технологических процессов детонационного синтеза, применительно к получению нано- и микропорошков алмазов, пригодных для создания алмазно-твёрдосплавных композиций.

ИП №2

Произведён выбор и обоснование способа получения алмазно-металлической композиции, дисперсно-упрочненного наноалмазами, с высокими физико-механическими характеристиками.

В процессе работы на 2 этапе

ФГБНУ ТИСНУМ получены следующие результаты:

- 1 Разработана опытная технология получения образцов металлокерамической составляющей композиционного материала, обладающей высокими показателями теплопроводности, прочности, твёрдости, трещиностойкости, на основе карбида титана износостойких, тугоплавких соединений (TiC, TaC, WC, ZrC) и Co, Ni в качестве связки.
- 2 Разработана опытная технология получения образцов АМКМ с высокой теплопроводностью для сухой резки.
- 3 Разработана программа и методики исследования физико-механических свойств алмазных порошков с высокой теплопроводностью и металлокерамической составляющей композиционного материала на основе износостойких, тугоплавких соединений (TiC, TaC, WC, ZrC) и Co, Ni в качестве связки.
- 4 Разработана программа и методики исследования экспериментальных образцов из разрабатываемого перспективного композиционного материала для сухой резки.
- 5 Изготовлена опытная партия алмазно-металлокерамического композиционного материала с высокой теплопроводностью для сухой резки.
- 6 Проведены экспериментальные исследования физико-механических свойств образцов алмазно-металлокерамического композиционного материала, изготовленных по разработанным опытным технологиям.

ИП № 1

1 Разработана технология импульсной консолидации нано- и микропорошков алмаза для изготовления компактов и алмазно-твёрдосплавных композитов (АТР).

2 Изготовлена опытная партия нано- и микропорошков алмазов для дальнейшей переработки в компакты и АТК.

Изготовлены экспериментальные образцы, компактов, АТК и проведено исследование их физико-механических свойств.

ИП № 2

1 Разработана технология, оснастка и оборудование для нанесения одно- и многослойных термодиффузионных покрытий на алмазные порошки.

2 Изготовлена опытная партия алмазных металлизированных порошков.

3 Разработана новая металлическая связка, упрочнённая наноалмазами, с высокими физико-механическими свойствами.

В процессе работы на 3 этапе

ФГБНУ ТИСНУМ получены следующие результаты:

- 1 Изготовлена опытная партия образцов АМКМ с высокой теплопроводностью для сухой резки.
- 2 Проведены испытания опытных образцов алмазно-металлокерамического композиционного материала с высокой теплопроводностью для сухой резки.
- 3 Разработано ТЗ на ОТР по разработке технологии опытно-промышленного производства алмазно-металлокерамического композиционного материала с высокой теплопроводностью для сухой резки.
- 4 Разработан и согласован план внедрения результатов работ в программу реализации межгосударственного пилотного инновационного проекта.
- 5 Обобщены результаты ПНИ, в том числе выполнены:
  - проверка соответствия результатов ПНИ требованиям ТЗ.
  - оценка результативности ПНИ и эффективности результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем.

ИП № 1:

1 Разработана технология изготовления АТК.

2 Изготовлены и испытаны опытные образцы АТК.

ИП № 2.

1 Разработана технология изготовления высокопроизводительных инструментов для обработки неметаллических материалов

2 Изготовлены опытные образцы алмазных инструментов из новой алмазно-металлической композиции, и исследование их работоспособности, при обработке природного камня.

2.2. Основные характеристики созданной научной продукции.

ФГБНУ ТИСНУМ

Разработанные технологии получения образцов металлокерамической составляющей композиционного материала и получения образцов АМКМ с высокой теплопроводностью для сухой резки. Технологии обеспечивают получение материала со следующими характеристиками:

- Получены образцы наноструктурированного АМКМ с высокой теплопроводностью для сухой резки со следующими характеристиками:
  - диаметр –  $(13,45 \pm 0,02)$  мм, или  $(19,02 \pm 0,03)$  мм;
  - высота –  $8,03 \pm 0,01$  мм;
  - толщина алмазного слоя –  $2,0 \pm 2,1$  мм
  - плотность алмазоносного слоя, –  $3,6 \pm 0,02$  г/см<sup>3</sup>;
  - твёрдость алмазоносного слоя по Кнупу –  $68 \pm 3$  ГПа;
  - предел прочности при растяжении –  $0,40 \pm 0,03$  ГПа;
  - предел прочности при изгибе –  $1,02 \pm 0,04$  ГПа;
  - трещиностойкость K<sub>1c</sub> –  $5,8 \pm 0,2$  МПа·м<sup>1/2</sup>;

ГНПО ПМ

Разработанная технология обеспечивают получение твёрдосплавных компактов со следующими характеристиками:

- геометрические размеры: диаметр 5 – 13;  $\delta 2 \pm 3,5$  мм,

- твёрдость	80÷100 ГПа,
- прочность на сжатие	не менее 2,00 ГПа,
- прочность на изгиб	не менее 1,05 ГПа,
- модуль упругости (Юнга)	не менее 700 ГПа,
- трещиностойкость, $K_{Ic}$	5,0÷8,0 МПа·м <sup>1/2</sup> ,
- износостойкость,	0,30 мг/кг,
- термостойкость	1473 К,
- теплопроводность	400÷500 Вт/м К.

#### ГИУА ("ПОЛИТЕХНИК")

Разработанные технологии, оснастка, оборудование связка обеспечивают получение металлизированных алмазных порошков и алмазно-металлических композиций со следующими характеристиками:

Термостойкость металлизированных алмазов, °С	850-870
Твёрдость металлической связки, HRC	20-27
Прочность на срез металлической связки, МПа	150-200
Ударная вязкость металлической связки, КДж/м <sup>2</sup>	20-40
Удельный расход алмазно-металлической композиции, мг/см <sup>3</sup>	не более 12
Производительность алмазно-металлической композиции при обработке природного камня средней твёрдости, мм <sup>3</sup> /мин	не менее 0,5
Теплопроводность, Вт/м К	400÷500.

#### 2.3. Оценка элементов новизны научных решений

Проведенные патентные исследования показали, что полученные используемые в разработке, являются новыми.

#### 2.4. Сопоставление с результатами аналогичных работ, определяющими мировой уровень.

Параметры полученного материала по многим характеристикам превосходят лучшие мировые аналоги:

США. Компании General Electric и Diamond Innovation. Материалы: «Geoset Drill Diamond» (Geoset), «Formset Dresser Diamond» (Формсет); «New Compac» (Новый компак)

ЮАР. Компания Element Six (De Beers). Материалы: «Syndite», «Syndie» «Syndax3».

Германия Фирма "Diamatic" Режущие элементы на основе поликристаллического алмаза PCD EP1913DT.

Япония «Sumitomo Electric»

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

Получение охраноспособных результатов интеллектуальной деятельности соглашением о предоставлении субсидии не предусмотрено.

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

Разрабатываемый алмазно-металлокерамический композиционный материал (АМКМ), обладающий высокой теплопроводностью будет использоваться для изготовления особоизносостойкого режущего и бурового инструмента, применяемого для дорожных и строительных работ в условиях сухой резки.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Организация производства новой и усовершенствованной высокотехнологической продукции;

Организация дополнительного экспорта высокотехнологичной продукции;

Снижение материало- и энергоёмкости производства;

Повышение качества выполняемых работ;

Рост конкурентных преимуществ.


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

### **7. Наличие соисполнителей**

Для работ по проекту соисполнители не предусмотрены


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

директор  
(должность)

  
(подпись)      Бланк В.Д.  
(фамилия, имя, отчество)

М.П.