



**Проект № 14.575.21.0003**

**«Разработка технологии наноструктурированной керамики  
на основе карбида бора»**

в рамках федеральной целевой программы "Исследования и  
разработки по приоритетным направлениям развития научно-  
технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы"

Национальный исследовательский Томский политехнический университет



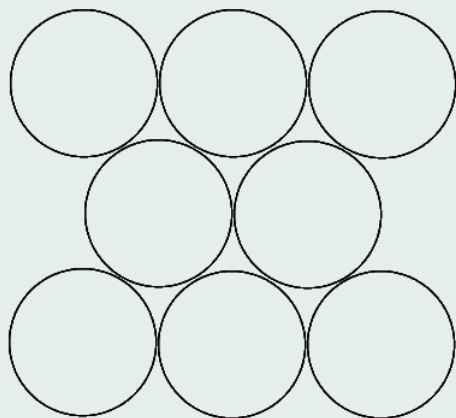
- номер и дата подписания Соглашения о предоставлении субсидии: *№14.575.21.0003 от «17» июня 2014 г.*;
- тема проекта: *«Разработка технологии наноструктурированной керамики на основе карбида бора»*;
- наименование организации – получателя субсидии: *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"*;
- наименование организации – индустриального партнёра (ИП): *Общество с ограниченной ответственностью «Полигон Инновационных Химических Технологий», г. Дзержинск*;
- объем средств субсидии (всего, по годам): *всего 10 млн. руб. (2014 г. – 4 млн. руб., 2015 г. – 6 млн. руб.)*;
- объем привлекаемых внебюджетных средств (всего, по годам): *всего 1,8 млн. руб. (2014 г. – 0,5 млн. руб., 2015 г. – 1,3 млн. руб.)*;



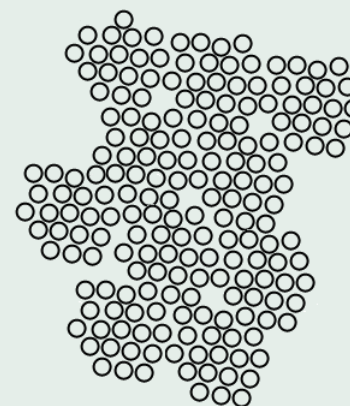
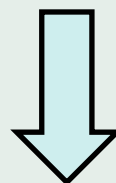
## Цели проекта:

1. Создание научного-технического задела для разработки технологии производства методом спекания в плазме искрового разряда наноструктурированной керамики из nano- микродисперсных порошков карбида бора, полученных из низкокачественного и отходного промышленного сырья.
2. Разработка новых и эффективных методов и средств производства порошковых материалов, керамических изделий и проведения исследований новых материалов.
3. Обеспечение замещения импорта nano- и микродисперсных порошков карбида бора, изделий на его основе для отраслей промышленности.
4. Снижение экологической нагрузки на природу внедрением метода переработки отходов производства треххлоистого бора, содержащих карбид бора.

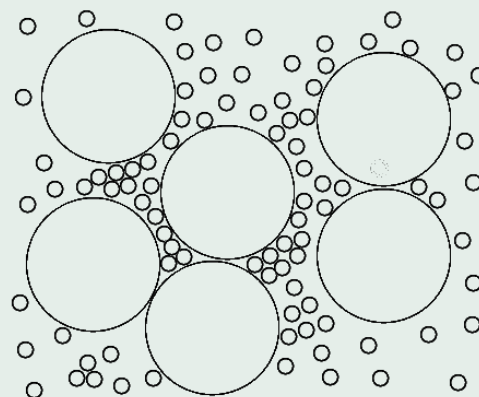
Введение добавки нанопорошка – как способ  
повышения прочностных характеристик керамики.



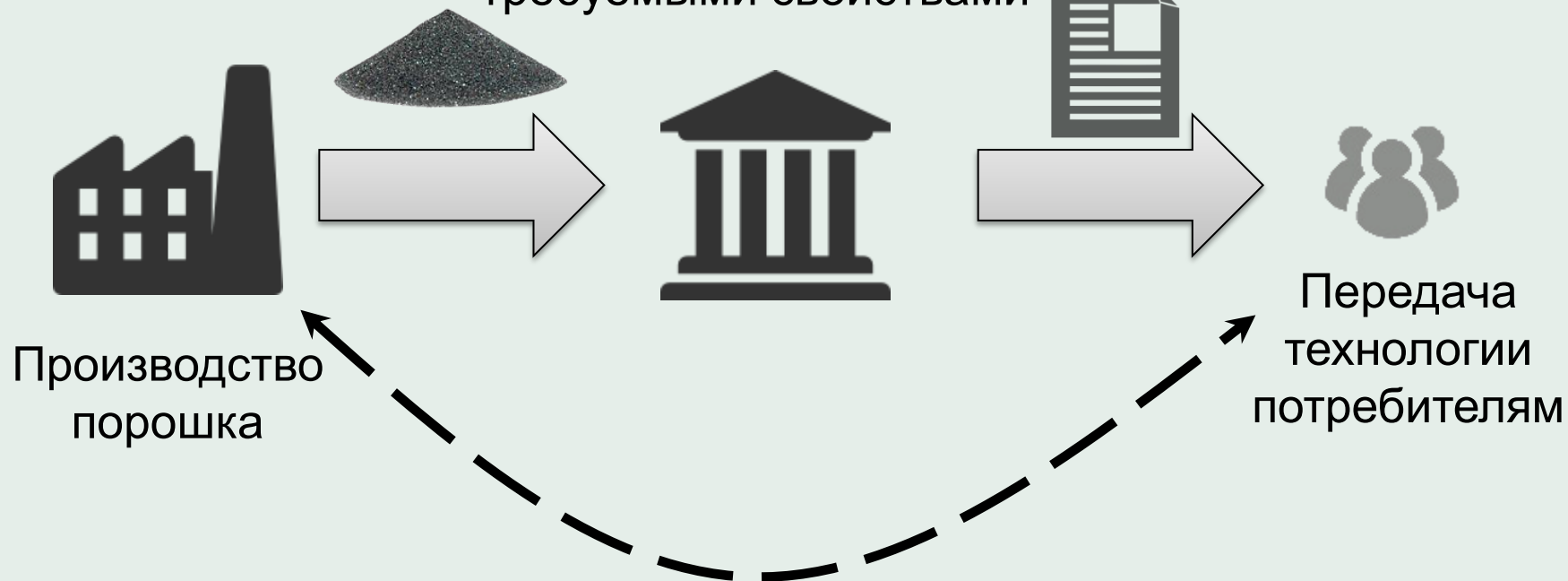
$D_{50} B_4C = 1 \text{ мкм}$



$D_{50} B_4C = 70 \text{ нм}$



Разработка технологии  
создания керамики с  
требуемыми свойствами



Производство  
порошка

Передача  
технологии  
потребителям

Установка контактов между  
производителем порошка и  
потребителем



1. Внедрение метода получения порошков карбида бора позволит составить импортозамещающую конкуренцию зарубежным поставщикам.
2. Использование низкокачественного и отходного промышленного сырья позволит избежать дефицита исходных компонентов и снизить стоимость производства порошков.
3. Разработанный метод имеет перспективы применения не только для производства порошков карбида бора но и других керамических порошков, что является дополнительным конкурентным преимуществом по сравнению с традиционными методами производства
4. Разработанная технология керамических изделий на основе получаемых порошков позволит создать научно-технический задел для реализации опытно-промышленного или промышленного производства наноструктурированной керамики.
5. промышленная реализация перспективной технологии спекания в плазме искрового разряда позволит получать изделия различной формы с заданными характеристиками для аэрокосмической, атомной, военной промышленности, что послужит дополнительным фактором повышения конкурентоспособности отечественных предприятий различного профиля



1. Разработка методов получения высокочистых нано- и микродисперсных порошков карбида бора из низкокачественного и отходного промышленного сырья.
2. Получение высокочистых нано- и микродисперсных порошков карбида бора порошков с заданными свойствами на оборудовании индустриального партнера по разработанным методам.
3. Изготовление наноструктурированной керамики с заданными эксплуатационными свойствами методом спекания в плазме искрового разряда из полученных высокочистых нано- и микродисперсных порошков карбида бора.
4. Комплексный анализ полученных результатов проведенных научно-исследовательских работ для создания научно-технического задела по их внедрению в опытно-промышленное или промышленное производство наноструктурированной керамики.



1. Проведен патентный поиск по способам производства порошков и керамики на основе карбида бора. Глубина поиска составила 20 лет. Рассмотрены наиболее перспективные направления исследований и конкурирующие методы производства.
2. Разработана техническая документация (Лабораторный технологический регламент, Программы и методики испытаний) для производства порошков и изделий из них.
3. По разработанной ТД на предприятии ИП получены экспериментальные партии порошков, удовлетворяющие требованиям ТЗ Соглашения, для чего было произведено необходимо анализы по разработанной ПМ.
4. Имеющийся научный задел позволяет сделать выводы о возможности повышения прочностных характеристик керамики, используя добавки нанопорошков, например:
  - Хасанов О.Л., Двиллис Э.С., и др. Определение оптимальных режимов изготовления высокоплотной керамики из порошка карбида бора методом спекания в плазме искрового разряда. // Известия Томского политехнического университета. - 2012 - Т. 320 - №. 2 - С. 58-62
  - Хасанов О.Л., Двиллис Э.С., и др. Влияние ультрадисперсной фракции порошка карбида бора на прочностные свойства керамики, изготовленной методом SPS. // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2012 – Т. 55 - № 5/2 С. 270-276
  - E.S. Dvilis, O.L. Khasanov and others. Pattern of the B<sub>4</sub>C ceramics surface deformation at local loading // Advanced Materials Research Vol. 872 (2014) pp. 60-64
  - Хасанов О. Л., Струц В. К. и др. Влияние добавок наноструктурных фракций порошка на физико-механические свойства керамик карбида бора // Известия вузов. Физика. - 2013 - Т. 56 - №. 7/2. - С. -367





1. Смонтировано необходимое оборудование для изготовления микро- и нанопорошков карбида бора различного гранулометрического состава на основе низкокачественного сырья.
2. Изготовлены экспериментальные партии порошков карбида бора трех смесей  $B_4C$  в количестве по 1 кг с различным содержанием нано- и микродисперсных фракций (5 масс.%, 10 масс.%, 15 масс.%).
3. Изготовленные партии порошков используются для отработки режимов синтеза керамики.
4. Для указанных работ привлечено 500 000 руб. собственных средств ИП.

Указанные работы непосредственно включены в План-график Соглашения и Договор между ТПУ и ИП и направлены непосредственно на реализацию целей заявленного проекта.

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Значение	
			2014 год	2015 год
<b>Индикаторы</b>				
1	Число публикаций по результатам исследований и разработок в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus или в базе данных "Сеть науки" (WEB of Science), не менее	единиц	1 (+)	3
2	Число патентных заявок, поданных по результатам исследований и разработок, не менее	единиц	0	2
3	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей - участников проекта, не менее	процентов	62 (63 +)	62
4	Объем привлеченных внебюджетных средств	млн. руб.	0,5 (+)	1,3
<b>Показатели</b>				
1	Средний возраст исследователей – участников проекта, не более	лет	41 (39 +)	41
2	Количество мероприятий по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки, в которых приняла участие и представила результаты проекта организация - исполнитель проекта, не менее	единиц	0	1
3	<b>Число диссертаций на соискание ученых степеней, защищенных по результатам исследований и разработок</b>	<b>единиц</b>	<b>0</b>	<b>1</b>



Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет  
Кафедра наноматериалов и нанотехнологий

Руководитель проекта:  
зав. кафедрой, д.т.н., профессор Хасанов Олег Леонидович.

[khasanov@tpu.ru](mailto:khasanov@tpu.ru)

+7-3822-42-72-42