



**Научно-образовательный инновационный
центр «Наноматериалы и
нанотехнологии»
Томского политехнического университета
(Нано-Центр ТПУ)**

www.tpu.ru/html/nii-spectr.htm

www.tpu.ru/eng/spectr.htm

www.innovation.tpu.ru/html/nano-centre.htm

<http://tpu.ru/html/nmnt.htm>

Директор Хасанов Олег Леонидович, д.т.н.
тел./факс (3822)427242, 426936



Исследования ультрадисперсных (нано) материалов целенаправленно ведутся сотрудниками Нано-Центра ТПУ с 80-х годов

В 80-90 г.г. разработаны:

- ✓ Методики изготовления ультрадисперсных (нано-)порошков (УДП) металлов электрическим взрывом проводников
- ✓ Методики исследования поверхностных свойств УДП атомно- и ядерно-физическим методами анализов (масс-спектрометрией, электронно-позитронной аннигиляцией, гамма-резонансной спектроскопией, БЭТ и др.)
- ✓ Методики изучения радиационно-стимулированной десорбции для модификации свойств УДП и тонких пленок
- ✓ Методы изготовления высокотемпературной сверхпроводящей (ВТСП) керамики на основе УДП
- ✓ Методики модификации сверхпроводящих свойств ВТСП малыми дозами гамма-облучения
- ✓ Антифрикционные смазочные составы с применением УДП
- ✓ Способ изготовления высокодисперсного порошка ВТСП $YBaCuO$ (патент РФ №18298111; 23.03.94)
- ✓ Способ осаждения наночастиц из газового потока (А.с. № 1533745; 04.01.88)
- ✓ Способ регулирования температурно-частотных характеристик кварцевых резонаторов (А.с.СССР № 1200815; 22.08.85)

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНИХ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ УЛЬТРА-ДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ

К. П. Арефьев, О. Х. Асаинов,
А. Н. Диденко, В. П. Кривобокоев,
В. А. Никонов, О. Г. Павлов,
О. Л. Хасанов

Ультрадисперсные порошки (УДП порошки со средним размером частиц меньше 10^4 \AA) находят в настоящее время все более широкое применение. В этих субмикронных образованиях обнаружен ряд новых сочетаний электрических, магнитных, механических свойств, не наблюдаемых в массивных образцах. Большинство характеристик УДП в значительной степени определяются размерами частиц; при этом наиболее интересные свойства УДП имеют место тогда, когда средний размер частиц \bar{d} лежит в пределах $300 \div 800 \text{ \AA}$ [1]. В связи с этим для широкого круга исследователей весьма актуально стоит задача надежного определения размеров подобных образований относительно простыми методами.

Известные методы определения средних размеров дисперсных частиц (электронная микроскопия [2], ртутная порометрия [3], методы БЭТ [4], Дерягина и другие [5]) имеют ряд ограничений. Все они трудоемки, требуют тщательной подготовки анализируемых образцов, специфических условий при проведении анализа. Например, в хорошо зарекомендовавшем себя методе [4] необходим хороший вакуум, низкие температуры, химически чистые газы-адсорбаты.

Нами предлагается относительно простой и достаточно эффективный метод определения \bar{d} , основанный на измерениях углового распределения аннигиляционных фотонов (УРАФ) в средах с частицами малых размеров. Известно, что быстрые позитроны (с энергией меньше 1 МэВ), входя в порошковый образец, достаточно быстро термализуются (за время $\sim 10^{-12}$ с). Если размеры частиц малы (меньше 1000 \AA), то практически все позитроны успевают продиффундировать к поверхности до аннигиляции, где часть их может быть захвачена на поверхностные состояния и затем проаннигилировать. Этот эффект будет проявляться в увеличении среднего времени жизни позитронов и в сужении кривых УРАФ [6]. Таким образом, форма последних должна быть тесно связана с размерами частиц в анализируемом образце.

Для экспериментальной проверки этого обстоятельства нами использовалась установка для измерения УРАФ, описанная в [7]. Источником позитронов служил ^{22}Na (ρ^+, γ) активностью $3.3 \cdot 10^8$ Бк. Счет в максимуме кривых УРАФ достигал 10^4 импульсов за вычетом фона случайных совпадений, доля которых

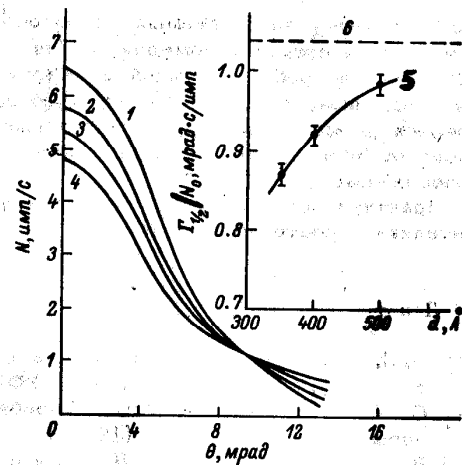
составляла менее 2%. Образцами были порошки алюминия, полученные методом электрического взрыва алюминиевой проволоки толщиной $0.2 \div 0.7$ мм. Энергия в количестве $0.3 \div 1.7$ кДж накапливалась в батарее конденсаторов емкостью 2.8 мкф, напряжение достигало $15 \div 35$ кВ. Меняя параметры взрыва, можно добиться изменения размеров получаемых частиц [8].

Образующиеся в процессе взрыва частицы алюминия в потоке аргона переносились через зону коронного разряда и осаждались на стенках электрофильтра. Собранный порошок прессовался в таблетки диаметром 19 и толщиной 3 мм под давлением $78.5 \cdot 10^5$ Па. Предварительно методом электронной микроскопии определялся средний размер частиц.

На рисунке представлены результаты измерения УРАФ в образцах из УДП со средним размером частиц 350 (1), 400 (2), 500 \AA (3). Для сравнения приведена кривая для литого алюминия (4). Полученные данные свидетельствуют о том, что действительно существует корреляция между размерами частиц и формой кривых.

Однако практика показала, что для определения \bar{d} удобнее пользоваться зависимостью $\frac{\Gamma_{1/2}}{N_0}(\bar{d})$, где $\Gamma_{1/2}$ - полуширина УРАФ, N_0 - скорость счета при $\theta = 0$. Кривая (5) по мере увеличения \bar{d} приближается к асимптоте (6), характеризующей литой образец. На основе такого типа зависимостей с использованием калибровочных кривых можно достаточно быстро и с гораздо меньшими затратами труда, чем при использовании других методов, определять средние размеры частиц (на снятие одного УРАФ требуется несколько часов). Экспрессность анализа повышается в 6 и более раз, если увеличить активность источника позитронов, либо проводить измерение не $\frac{\Gamma_{1/2}}{N_0}$, а параметра формы УРАФ - отношения $f = \frac{N_0}{N_8}$, где N_8 - скорость счета при $\theta = 8$ мрад.

В области $\bar{d} \geq 800 \text{ \AA}$ связь между относительной полушириной и размерами УДП существенно ослабевает, что, вероятно, вызвано быстрым уменьшением плотности поверхностных состо-





Нано-Центр

Томского политехнического университета

создан на базе НИЦ перспективных технологий «Спектр» ТПУ

(www.tpu.ru/html/nii-spectr.htm) в рамках

**Инновационной образовательной программы ТПУ Приоритетного
национального проекта «Образование»**

и

Федеральной целевой программы

**«Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации
на 2008-2010 годы»**

как междисциплинарный

*центр опережающей подготовки элитных специалистов в области
материаловедения, наноматериалов и нанотехнологий и ЦКП уникального
оборудования*

Нано-Центр ТПУ –

**участник Национальной нанотехнологической сети
(ННС)**



Развитие научных исследований,
подготовка элитных специалистов и команд профессионалов
мирового уровня в сфере материаловедения, наноматериалов
и нанотехнологий

Основные задачи Нано-Центра ТПУ

- *НИОКР по разработке и исследованиям наноматериалов*
- *Подготовка магистров по новой программе*
«Производство изделий из наноструктурных материалов»,
основанной на приоритетных технологических разработках ТПУ
- *Повышение квалификации* специалистов, ППС, научных сотрудников, ИТР в сфере наноматериалов и нанотехнологий.
- Функции *Центра коллективного пользования* уникальным оборудованием для проведения научных исследований.
- *Инновационная деятельность по коммерциализации* научно-технических достижений.



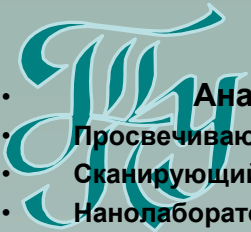
Консолидированный бюджет Нано-Центра ТПУ 2007 года
36 млн.руб.

Консолидированный бюджет Нано-Центра ТПУ 2008 года
155 млн.руб.



**Нано-Центр ТПУ
и Кафедра «Наноматериалы и
нанотехнологии»**

- Занимают 2 этажа в корпусе №15 и научно-учебные лаборатории в корпусе №10 ТПУ (~400 м²)
- Располагают уникальным современным (2007 и 2008 г. выпуска) нанотехнологическим, учебным, аналитическим оборудованием со специализированным программным обеспечением



Аналитическое, диагностическое и технологическое и оборудования Нано-Центра ТПУ

Просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100F (JEOL, Япония) с системой пробоподготовки EM-09100IS Ion Slicer

Сканирующий электронный микроскоп JSM-7500F (JEOL, Япония) с энергодисперсионным микроанализатором EDXS

Нанолaborатория «Ntegra Aura» (NT MDT, Россия): комплекс атомного силового микроскопа и сканирующего зондового микроскопа.

Учебно-научная лаборатория по нанотехнологии (учебный класс) **Nanoeducator** из 10 установок (NT MDT, Россия)

Рентгеновский дифрактометр XRD-7000S (Shimadzu, Япония) с высокотемпературной приставкой для исследований РФА, РСТа в диапазоне 20...2200оС

Нанотвердомер DUH-211S (Shimadzu, Япония), микротвердомер ПМТ-3М (ЛОМО, Россия), твердомер ТП-78-1 (Россия)

Нанопоромер Poremaster 33 (Quantachrome, США), измеряет поры размером от 7 нм до 950 мкм.

Гелиевый пикнометр Ultrapycnometer 1000 (Quantachrome, США) измеряет открытую пористость твёрдых материалов с точностью до 0,01%.

Анализатор удельной поверхности - **БЭТ-анализатор Sorbi** (МЕТА, Россия); диапазон измерения удельной поверхности 0.1...2000 м2/г

Биноккулярный микроскоп ММН-2 с цифровой видеокамерой (ЛОМО, Россия)

Тепловизор SDS HotFinder-DXT (Энергоаудит, Россия) для картирования и компьютерной обработки температурных полей на поверхностях мощной УЗ-оснастки в диапазоне температур от -20 до 1500оС с разрешением 0,2оС.

Установка для спекания нанокерамики и нанокомпозитов **“Spark Plasma Sintering” SPS 515S** (Sumitomo, Япония); усилие 5 тонн; рабочий ток 1 кА; температура спекания до 2200оС

Вакуумная печь НТК-18 (Nabertherm, Германия); 20...2200оС, 10-5 мбар

Высокотемпературная печь VP 20/17 (LAC, Чехия), 20...1700оС

Прессовое и ультразвуковое оборудование:

- **Испытательно-технологический комплекс для исследования свойств и производства изделий из порошковых наноматериалов:** пресс ИП-500М-авто с эталонным цифровым динамометром и устройством для испытания изгибной прочности материалов (ЗАО «ЗИПО», Россия);

- **Гидравлические прессы WK 18** (Польша), **Д2430Б** (Россия); усилие прессования до 100 Т;

- **Цифровые датчики перемещений ID-F125/150** (Mitutoyo, Япония);

- **УЗ-генераторы УЗГ 6,3** (6 кВт; 18...24 кГц); **УЗГ 3** (3 кВт; 21 кГц); **ИЛ10-5.0** (4 кВт с плавной регулировкой рабочей частоты 16...22 кГц с системой фазовой АПЧ) (Россия);

- **Магнитострикционные преобразователи ПМС-15** (1.5 и 3 кВт; 21 кГц) (Россия).

Лабораторная установка для производства жидкого азота **LNP-10** (США), 0 литров в сутки.


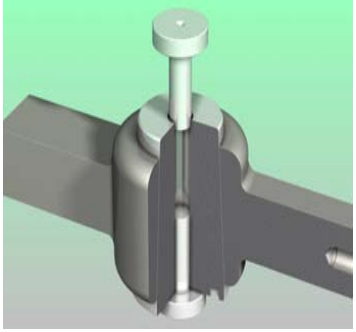



8 вычислительных станций, управляющих аналитическим оборудованием и 1 вычислительная станция для моделирования наноструктурных объектов, сбора и комплексной обработки данных от различного аналитического оборудования

10 производительных компьютеров-клиентов и один сервер с 8 процессорными ядрами для организации группового дистанционного обучения технологиям моделирования наносистем и пакетной обработки оптических микроизображений для учебно-методического программного комплекса SIAMS.

Комплект оборудования химической лаборатории в составе центрифуги, весов аналитических, рН-метра, одноканального дозатора переменного объема, термостатируемого шейкера, электрического аквадистиллятора, предназначенных для химических анализов и обеспечения процессов в порошковой технологии.



Технологическая линия Нано-Центра ТПУ для изготовления изделий из наноматериалов

1. Аттестация нанопорошков	2. Компактирование НП	3. Аттестация прессовок	4. Спекание изделий	5. Тестирование изделий
				
<p>Оборудование</p> <ul style="list-style-type: none"> • РФА-РСТА (XRD-7000S) • БЭТ-анализ (Sorb); • Оптическая микроскопия (ММН-2); • TEM (JEM-2100F) • SEM (JSM-7500F) <p>Программное обеспечение</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ SIAMS ○ PDF-4 (база данных) ○ NEXSYS (анализ SEM, TEM, AFM) 	<ul style="list-style-type: none"> • Коллекторные и УЗ-пресс-формы • Пресс WK 18, • Пресс 2430В • Компьютеризованная установка (Mitutoyo ID-F125/150; ДМ 5001EУ) • УЗ-генераторы УЗГ 6.3; УЗГ 3 • УЗ-преобразователи ПМС-15 <p>○ Solid Works</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Поромер Poremaster 33 • XRD-7000S • ММН-2; • JEM-2100F • JSM-7500F • АСМ (Интегра Аура) • Плотномер Ultracycrometer 1000 <p>SIAMS</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ PDF-4 (база данных) ○ NEXSYS (анализ SEM, TEM, AFM). 	<ul style="list-style-type: none"> • Печь Эмитрон • Печь LAC • Печь НТК-18 Nabertherm • Spark Plasma Sintering • TGA/DSC/DTA анализатор SDT Q600 	<ul style="list-style-type: none"> • Poremaster 33 • Нанотвердомер NanoScan • ПИМТ-3М • Испытательная установка • XRD-7000S; • ММН-2 • JEM-2100F • JSM-7500F • ИНТЕГРА Аура • Ultracycrometer 1000 <p>SIAMS</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ PDF-4 (база данных) ○ NEXSYS (анализ SEM, TEM, AFM)



ПЭМ
JEM 2100F (JEOL)



СЭМ
JSM 7500F (JEOL)



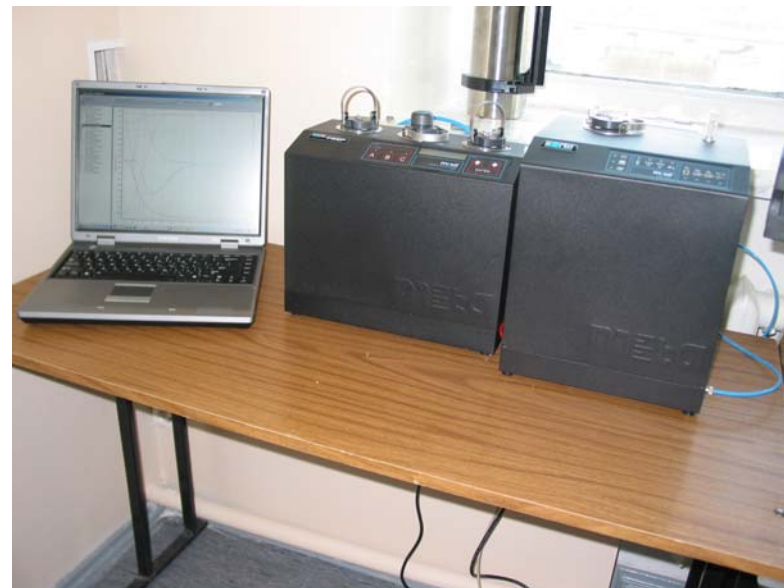
АСМ-СЭМ
Ntegra-Aura (НТ-МДТ)



Печь для спекания
нанокерамик в плазме Spark
Plasma Sintering (Sumitomo)



Дифрактометр
XRD-7000S (Shimadzu, Япония)



БЭТ-анализатор Sorbi
(МЕТА, Россия)



Нанопорометр Poremaster 33
(Quantachrome, США)



Установка LNP-10 для производства жидкого азота (США)



Вакуумная печь НТК-18
(Nabertherm)



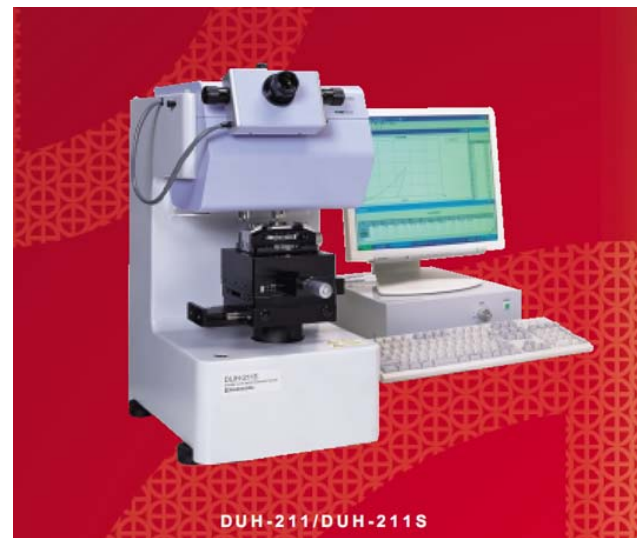
Атмосферная печь VP20/17
(LAC)



Пресс Д2430Б



Учебный класс Nanoeducator, 10 установок АСМ-СЗМ (НТ-МДТ, Россия)



Ультрамикротвердомер DUH-211S (Shimadzu, Япония)



Микротвердомер ПМТ-3 М с ССД телекамерой



Пикнометр Ultrasonometer 1000 (Quantachrome, США)



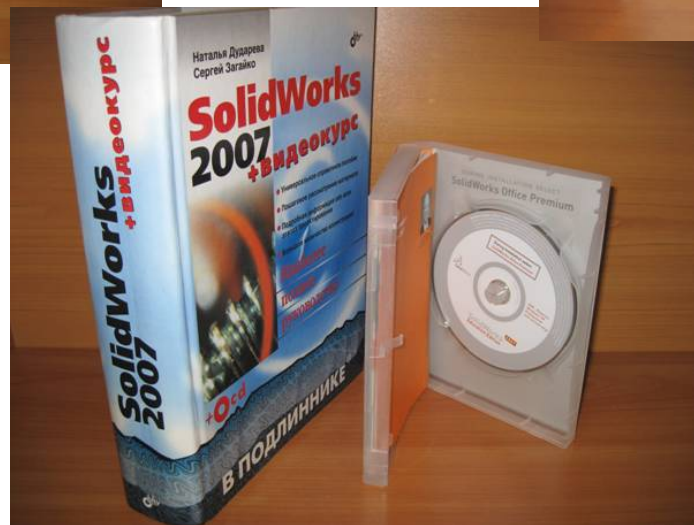
Комплект ультразвукового лабораторного оборудования
ИЛ100-6/10 (Россия)



Испытательно-технологический комплекс для исследования
свойств и производства изделий из порошковых наноматериалов



Химическая лаборатория



Специализированное программное обеспечение Нано-Центра ТПУ

- SIAMS (пакет многомасштабного анализа и моделирования нанообъектов и наноструктур) в составе: «SIAMS Photolab»; «SIAMS-CP Multiscale Modeling»; «S3D PoroStructure»
- PDF-4 (кристаллографическая база данных)
- Solid Works (конструирование и моделирование пресс-форм и др.)
- NEXSYS (анализ изображений SEM, TEM, AFM)
- пакеты программ для обработки данных оптической и электронной микроскопии.



Приоритетные научно-технологические разработки Нано-Центра ТПУ

В России и за рубежом запатентована технология изделий заданной формы из функциональной и конструкционной нанокерамики, нанокompозитов

- оптически прозрачной нанокерамики для лазерных применений
- пьезо-, электро- керамики;
- ударновязкой, износостойкой, высокопрочной керамики



Оптически прозрачная $\text{Nd-Y}_2\text{O}_3$ нанокерамика для лазерных применений (разработана совместно с ИЭФ УрО РАН)
В. В. Осипов, О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис и др. «Оптическая $\text{Nd}_3+\text{Y}_2\text{O}_3$ керамика из нанопорошков, спрессованных статическим давлением с ультразвуковым воздействием»

Российские нанотехнологии, 2008,
Т. 3, №7-8, с.98-104.

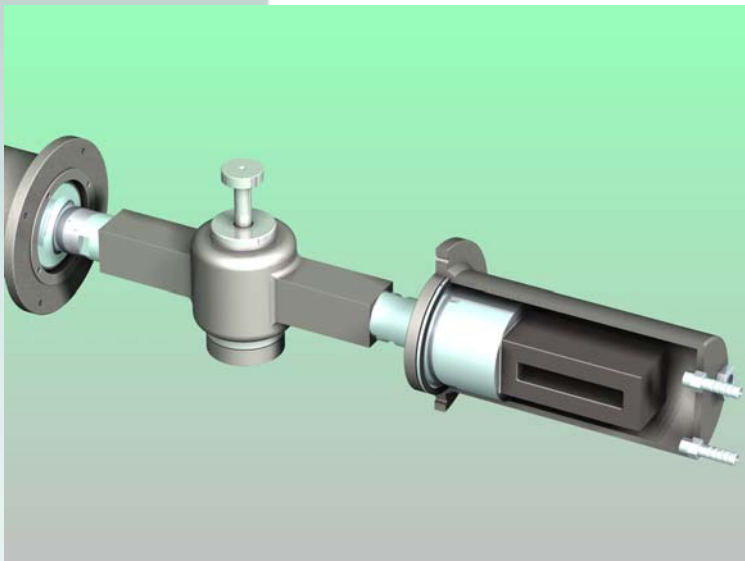




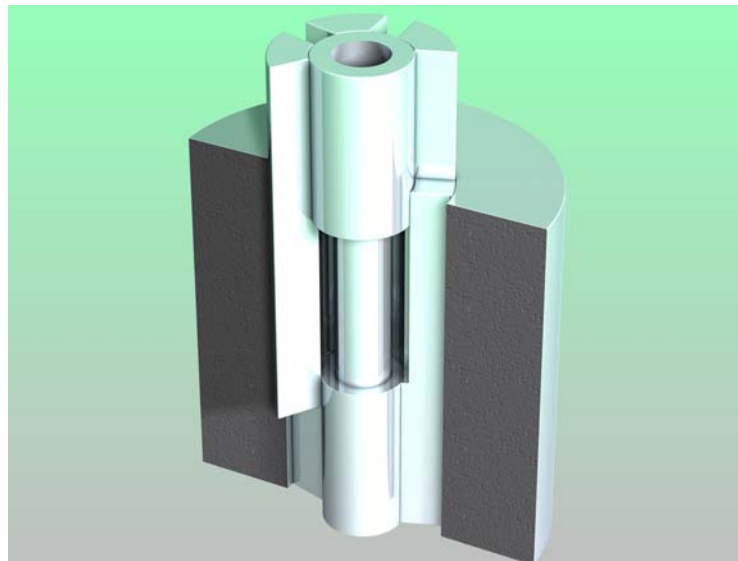
Для изготовления изделий из высококачественной нанокерамики в Нано-центре ТПУ разработаны **методы регулирования сил трения** и обеспечения **равномерного распределения плотности** при компактировании в заданную форму **сухих** нанопорошков *без применения примесных пластификаторов и связок*

Методы основаны на **применении ультразвукового воздействия** в процессе прессования *сухих* нано- и полидисперсных порошков и на **способах перераспределения сил трения**

при прессовании **в пресс-формах специальной конструкции** («коллекторных» пресс-формах). Методы запатентованы в России, США, Евросоюзе, Южной Корее, СНГ (Евразийский патент), Украине, патентуются в Индии



Пресс-форма – ультразвуковой волновод

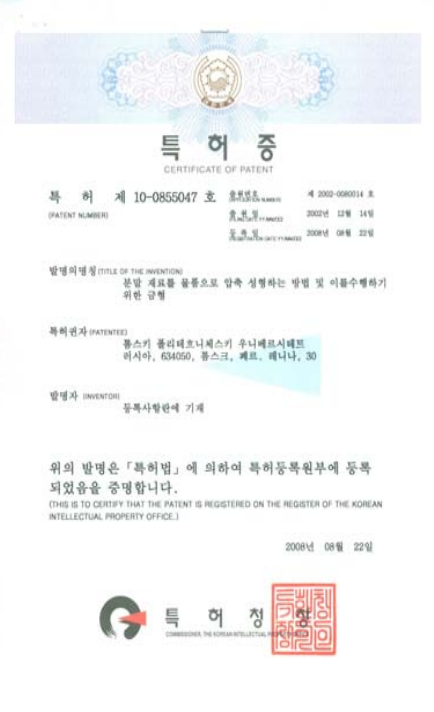
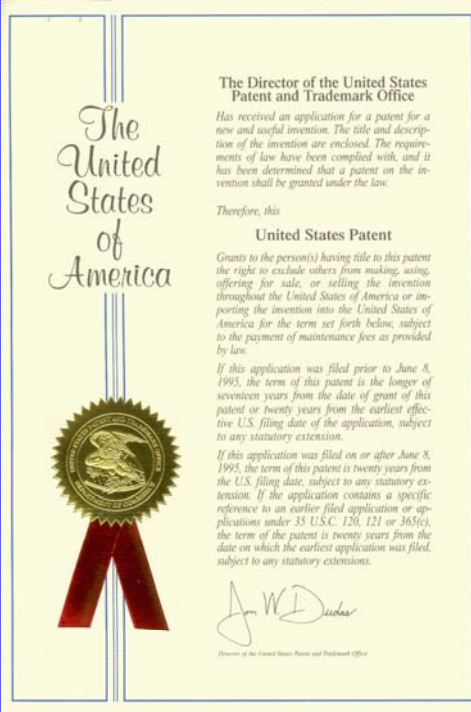


Коллекторная пресс-форма

«Способ прессования изделий из порошковых материалов и пресс-форма для его осуществления»

“Method for pressing articles from powder materials and a mold for carrying out said method”

- ✓ Патент РФ №2225280 (2004)
- ✓ Патент США № 6919041 (2005)
- ✓ Евразийский патент (Казахстан, Беларусь) № 005325 (2005)
- ✓ Патент Украины № 75885 (2006)
- ✓ Патент Южной Кореи № 10-0855047 (2008)
- ✓ Европатент №1459823 (2009)





NTMEX-2007

П О Ч Е Т Н Ы Й
ДИПЛОМ

IV SPECIALIZED EXHIBITION
OF NANOTECHNOLOGY AND MATERIALS

НАГРАЖДАЕТСЯ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
за проект создания опытного производства изделий
из функциональной керамики, композитов на основе нанопорошков



Министр Правительства Москвы,
руководитель Департамента науки
и промышленной политики города Москвы

Е.А. Пантелеев

МОСКВА 2007



ДИПЛОМ

№ 31

лауреата Премии за 2002 год
“Международной академической издательской
компании “Наука/Интерпериодика” за лучшую публикацию
в издаваемых ею журналах

*Премии учреждены “Международной академической
издательской компанией “Наука/Интерпериодика”
14 марта 1995 года*

Решением Комиссии по присуждению Премий
от 28 ноября 2003 года, Протокол заседания № 2,

Хасанову Олегу Леонидовичу

присуждена Премия “Международной
академической издательской компании “Наука/Интерпериодика”
за лучшую публикацию в издаваемых ею журналах

Президент
Российской академии наук
академик

Осипов Ю.С.

Президент компании
“Плеядес Паблшинг, Инк.”
доктор права, магистр экономики управления

Шусторович А.

“17” декабря 2003 года.

г. Москва



VI Московский международный
салон инноваций и инвестиций

ДИПЛОМ

Награждается

Серебряной медалью

Томский политехнический
университет

за разработку

Изготовление изделий сложной
формы из нанопорошков



Министр образования и науки
Российской Федерации

А. А. Фурсенко

Москва, ВВЦ, 7–10 февраля 2006 года



Основные конкурентные преимущества

1. УЗ-воздействие на стадии компактирования нанопорошков непосредственно **перед спеканием** изделий **механоактивирует наночастицы**, интенсифицируя консолидацию (уменьшается рост зерен)
2. УЗ-воздействие в процессе прессования – стационарный динамический (не импульсный) процесс, что обеспечивает **релаксацию внутренних напряжений** в компактах НП различных геометрических форм
3. При формовании НП **исключаются пластификаторы и связки** как потенциальные источники образования примесей и остаточной пористости в спеченных изделиях
4. Из технологии **исключаются стадии** приготовления смесей порошков с пластификаторами (шликерных составов) и их удаления (отжига) в процессе спекания; тем самым **сокращается длительность** всего технологического процесса и особенно длительность **консолидации** (спекания), влияющая на интенсивность роста зёрен в изделии, т.е. на **сохранение наноструктуры**
5. **Уменьшение себестоимости** изделий
6. Возможность формования **изделий сложной формы** из **различных порошков** (керамических, композитных, металлических, сплавов)
7. Возможность изготовления деталей с **прецизионными допусками на размеры**
8. **Высокая однородность и прочность** изделий

Примеры разработанных керамических изделий (лабораторная технология)

- Совместно с Сибхимкомбинатом (СХК) Росатома - торцевые уплотнения гидронасосов автотракторных двигателей испытаны в **ОАО "Алтайский завод агрегатов"**. Износостойкость в 20 раз выше, чем стандартных металлографитовых уплотнений НАМИ ГСТАФ-40.
- Турбинки бензонасосов изготовлены для **ООО "Томск-АвтоЗИЛ"**.
- Износостойкие пластины из $ZrO_2-Y_2O_3$ изготовлены для **ООО «Лотта-СПб»**
- Пьезокерамика ЦТС изготовлена для **Ульсанского университета фирмы Hyundai (Южная Корея)** в рамках международного проекта Миннауки РФ.
- Сегнетокерамические подложки для ИК-датчиков из НП $Ba(Sr,Ca)TiO_3$ изготовлены по контракту с фирмой **Korea Electronics Co. (Южная Корея)**.
- Корпуса СВЧ-смесителей из НП $Ba-W-Ti-O$ изготовлены по контракту с фирмой **CIJ Co. (Южная Корея)**.
- Мишени для магнетронного распыления из ZrB_2 – коллекторная пресс-форма разработана для **Сибхимкомбината Росатома**.
- Мишени для магнетронного распыления из ZnO – коллекторная пресс-форма разработана для **ОАО «ПОЛЕМА»**
- Фильтры, дорны, калибры, экструзионные матрицы из конструкционной циркониевой нанокерамики на основе НП $ZrO_2-5\%Y_2O_3$ (YSZ) изготовлены для **АО «Сибкабель»**



Турбинки бензонасосов



Корпуса СВЧ-смесителей для средств сотовой связи



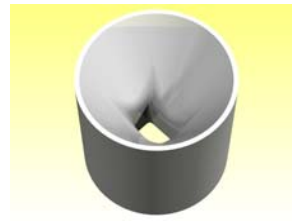
Торцевые уплотнения (Y-TZP) для автомобильных гидронасосов



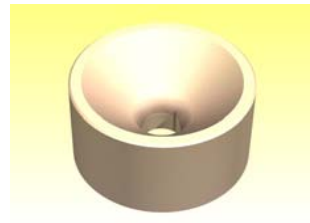
Фильтра



Дорн



Калибр



Матрица



Образовательные программы Нано-Центра ТПУ

- Разработан лекционный курс "Материаловедение и технология нанопорошков". Курс прочитан в **1998** г. в Ульсанском университете (университет концерна Hyundai, Южная Корея)
- Открыта магистерская программа «Производство изделий из наноструктурных материалов»
- Разработана программа повышения квалификации специалистов «Производство изделий из наноструктурных материалов»

Образовательные программы обеспечиваются кафедрой
«Наноматериалы и нанотехнологии» ЕНМФ ТПУ
(www.tpu.ru/html/nmnt.htm) – образовательного подразделения
Нано-Центра ТПУ



Потенциальные потребители выпускников МП «Производство изделий из наноструктурных материалов»

- ❖ Предприятия и организации Национальной нанотехнологической сети, создаваемой в рамках ФЦП «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в РФ»
- ❖ 40 нанотехнологических центров в промышленных отраслях, научно-исследовательских организациях, вузах
- ❖ Инновационные предприятия, создаваемые при поддержке Госкорпорации «Роснано» или применяющие нанотехнологии
- ❖ Предприятия-резиденты четырех Техничко-внедренческих особых экономических зон России (в т.ч. в Томске)
- ❖ Исследовательские институты, научные центры РАН и высокотехнологичных отраслей

Задача

Опережающая подготовка конкурентоспособных специалистов с уникальными компетенциями для этих центров по направлению
“Нанотехнология”



Получено 20 сертификатов по результатам стажировок, в т.ч. от фирм НТ-МДТ, Госкорпорации «РОСНАНО», JEOL, ЗАО «Корпорация «Стандарт» (по эксплуатации нового нанотехнологического оборудования), Орлеанского университета и др.

ТПУ и ООО «НПП Нанокompакт» - члены Национальной ассоциации
наноиндустрии

Российского нанотехнологического общества

- Хасанов О.Л. – аккредитованный эксперт Госкорпорации «РОСНАНО».
- Хасанов О.Л. – эксперт Рособразования по формированию тематики и объемов финансирования работ в рамках ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ 2008 - 2010 годы»
- Хасанов О.Л. – эксперт МНТЦ по программе «Коммерциализация технологий»



Основные партнёры для совместных НИОКР, проведения практик студентов, стажировок преподавателей, распределения специалистов

❖ Стратегические партнёры:

- РНЦ «Курчатовский институт» (г.Москва)
- Госкорпорация «Роснано» (г.Москва) *дайджест ГК РОСНАНО «Нанотехнологии в мире», 2008, №2, июнь, с.5-6; газета Поиск», №26, 27.06.2008, с.13 («Наноскоп»)*
- Межведомственный центр нанотехнологий «Томскнано»
- Российский Федеральный Ядерный Центр «ВНИИ экспериментальной физики» (г.Саров)
- ЗАО «Центр точной механообработки» (г.Томск)

- ❖ Научные центры РАН, СО РАН (в т.ч. Томского филиала), :
 - Институт радиотехники и электроники (ИРЭ) РАН (г.Москва, г.Фрязино)
 - Институт металлургии и материаловедения РАН (Москва)

- ❖ Орлеанский университет (Франция)
- ❖ Institute of Science and Technology of Ceramics (Италия)



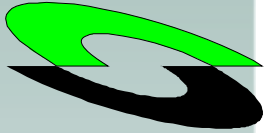
ТПУ совместно с Орлеанским университетом (Франция) в 2008 г. организовал II Российско-Французский семинар «Nanotechnology, Energy, Plasma, Lasers» NEPL-2008





Проект МНТЦ #3719 «Формирование межзеренных границ в оптических нанокерамиках»

I S T C



М Н Т Ц

Головная организация - ТПУ;

Участник проекта - ИРЭ РАН;

Коллаборатор - Jenoptik AG (Германия)

Цель проекта: технология оптически прозрачной нанокерамики $\text{Nd-Y}_2\text{O}_3$;
 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (YAG)