

Конференция «Нанотехнологии и наноматериалы  
как условие повышения конкурентноспособности  
продукции отраслей российской  
промышленности»



Петербургский  
Международный  
Инновационный  
Форум

29.09 – 01.10.10

# **Применение полимерных покрытий в транспортной отрасли, системе Водоканала и городском хозяйстве**

Генеральный директор  
ООО «НПО по переработке пластмасс  
имени «Комсомольской правды»,  
Заместитель председателя Совета СПб ТПП

Цыбуков Сергей Иванович

1 октября 2010 года



# Кластерная политика Санкт-Петербурга





## Инновационная политика Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург – инновационный центр  
мирового уровня.

Концепция социально-экономического  
развития Санкт-Петербурга до 2025 года.

(Постановление Правительства Санкт-Петербурга  
от 20.07.2007 № 884)

- Крупнейший международный  
деловой центр
- Крупнейший торгово-  
транспортный центр
- Центр инноваций  
и управления



## Инновационная политика Санкт-Петербурга

Формирование конкурентоспособных  
кластеров – приоритет инновационной  
политики Санкт-Петербурга.

**Петербург обладает рядом  
отраслей и потенциальных  
межотраслевых  
кластеров, которые  
конкурентоспособны на  
мировом уровне, в том  
числе информационные  
технологии,  
оптоэлектроника,  
приборостроение,  
автомобилестроение,  
судостроение, транспорт,  
материаловедение и т.д.**



# ОАО «РЖД» - потребность в разработке защитного покрытия для внутренних стенок полувагонов

---

## **1. Использование тепляков:**

- рост цен на энергоресурсы (на 35% в год);
- программа энергосбережения (Закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ»);

## **2. Составы в ожидании выгрузки:**

- большое количество угля в обороте;
- простой вагонного парка;

## **3. Повреждение полувагонов:**

- при выгрузке грейферами;
- при примерзании груза к стенкам полувагона



# Покрытие полувагонов покрытием на основе СВМПЭ как решение ситуации

---

## Сверхвысокомолекулярный полиэтилен отличается совершенно особой комбинацией свойств:

- чрезвычайно высокая ударная вязкость образца с надрезом;
- высокая работоспособность при повышенных рабочих скоростях;
- очень хорошие качества скольжения;
- очень малый износ и устойчивость к налипанию;
- незначительные потери на трение;
- очень высокая устойчивость по отношению к воздействию химикатов, таких как кислоты, щелочи, агрессивные газы;
- высокая стойкость к растрескиванию;
- очень хорошее шумогашение;
- широкий спектр применений вследствие температурной стойкости в диапазоне от  $-200$  до  $+90^{\circ}\text{C}$

# Производство СВМПЭ в России

---

*VIII Германо-Российский саммит в Томске, 26 апреля 2006 г.*

Президент России Владимир Путин посетил с канцлером Германии Ангелой Меркель Томскую технико-внедренческую зону, в частности, ООО "Томскнефтехим", на территории которого была торжественно запущена линия по производству СВМПЭ.

В рамках встречи были продемонстрированы новейшие разработки отечественных ученых и компаний в сфере переработки и применения высокомолекулярных полимеров.



# Научный задел и научная составляющая

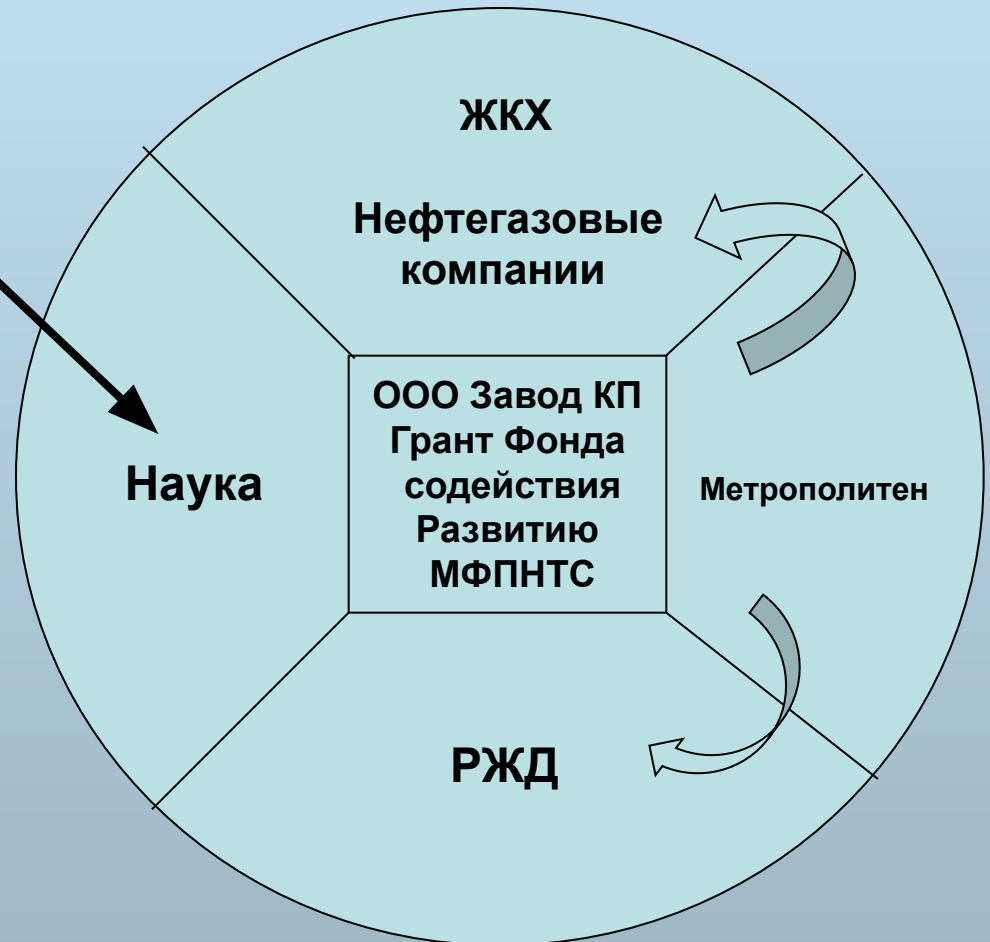
**Институт катализа,  
г. Новосибирск**

**Санкт-Петербургский  
государственный  
университет**

**Санкт-Петербургский  
государственный  
технологический  
университет**

**ФГУП ЦНИИ КМ  
«Прометей»**

**Консалтинговая  
группа  
«Тикона», Германия**





# Подготовка внутренней поверхности полувагона перед напылением

---

Подготовка поверхности осуществлялась абразивоструйным методом до степени Sa 2  $1/2$  в соответствии со стандартом ИСО 8501-1, степень шероховатости составила  $R_z = 100-120$  мкм.



# Результаты первой выгрузки

Вагон №53042974 постройки 2009 г.

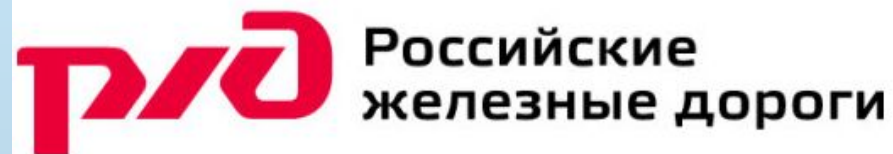
---



# Сотрудничество с ОАО «Российские железные дороги»



*Установка шумозащитного экрана на станции Саблино Октябрьской железной дороги*



Протяженность экрана 200 м, высота экрана 4,5 м

Использованы новые конструктивные решения в различных элементах экрана



# НИР, выполняемые для ГУП «Водоканал» Санкт-Петербурга



- **ПОКРЫТИЕ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЕРВУАРА ЗАЩИТНЫМ ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

Объект: резервуар Южная Напорная Станция  
площадь для напыления  $\approx 650 \text{ м}^2$



- **ОБРАБОТКА СТЕН И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕМОВ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРНОГО НАПЫЛЕНИЯ**

Объект: Центральная Аэрационная Станция

- **НАНЕСЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА ВНУТРЕННЮЮ И ВНЕШНЮЮ ПОВЕРХНОСТИ НОВЫХ КОЛЕЦ ДЛЯ КОЛОДЦЕВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ШВОВ ПРИ МОНТАЖЕ ПОЛИМЕРНЫМ МАТЕРИАЛОМ**

Объект: ЦМС и строительство новых колодцев



- **ОБЛИЦОВКА ПРЕПРЕГАМИ И СПЕЦИАЛЬНЫМИ КРАСКАМИ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОЛОДЦЕВ, КОЛЛЕКТОРОВ И ТРУБ**

Объект: Центральная Аэрационная Станция

# НИР, выполняемые для ГУП «Водоканал» Санкт-Петербурга

- **НАНЕСЕНИЕ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ (ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА, КРУПНОГАБАРИТНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ И Т.Д.) ПОРОШКОВЫХ КРАСОК И ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Объект: Центральная Аэрационная Станция



- **ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ НАНЕСЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ**

Объект: Центральная Аэрационная Станция, ВНС Парнас, Кушелевка



- **НАНЕСЕНИЕ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ И ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЧЕРДАКОВ, ПОДВАЛОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Объект: ВНС Солнечное



# Соисполнители при проведении работ

---

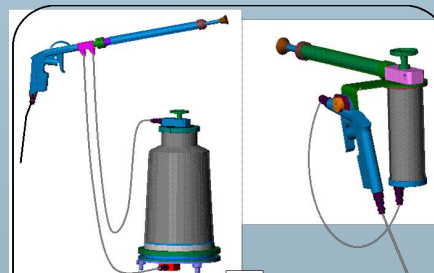
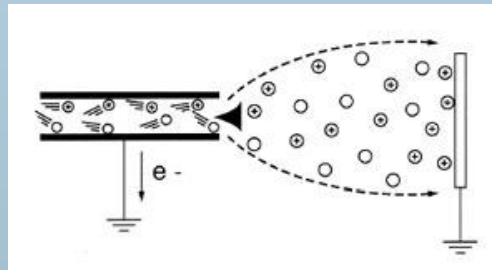
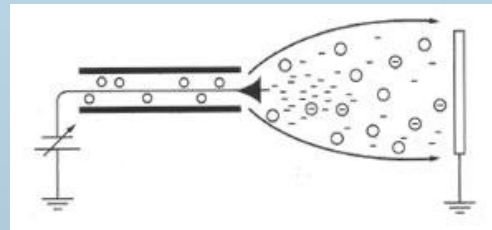
- РАН Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе
- РАН Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова
- ЗАО «Фирма «ТехноЭкоПласт»
- ФГУП КМ «Прометей»
- ЗАО «НПО «Нанотех-Северо-Запад»
- Санкт-Петербургский государственный университет

# Основные отработанные технологии нанесения покрытий

**Метод газопламенного напыления композиционных полимерных материалов**



**Методы электростатического и трибостатического напыления композиционных полимерных материалов и порошковых красок**



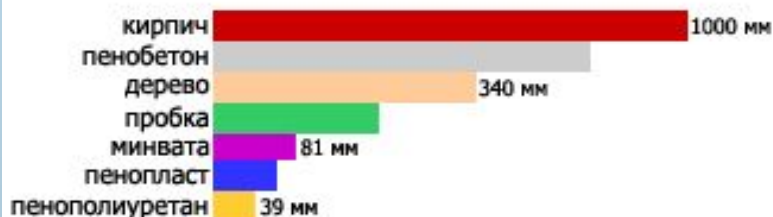
**Метод напыления жесткого ППУ с использованием оборудования высокого и низкого давления**



# Полимерное покрытие чердачных и подвальных помещений

## Использование технологии напыления жёсткого пенополиуретана

Диаграмма толщин материалов с эквивалентной теплопроводностью



### Куда ушло тепло?

35% стены  
20% крыша  
19% вентиляция  
17% окна  
9% пол

**Сокращение тепловых потерь во время отопительного сезона**

Сокращение происходит за счет нанесения тепло- и гидроизоляционных покрытий из жёсткого пенополиуретана на поверхности крыш, чердачных и подвальных помещений зданий и сооружений.

Применение таких покрытий приводит к **уменьшению потребления тепловой энергии** в виде отопления данных зданий в количестве **0,435 гКал/ч (323,64 гКал/мес).**

**(по городским тарифам экономия составляет 198 200 р/мес.)**

**Окупаемость: 3-3,5 года**



# Газопламенное напыление композиционных полимерных материалов и нанокомпозитов



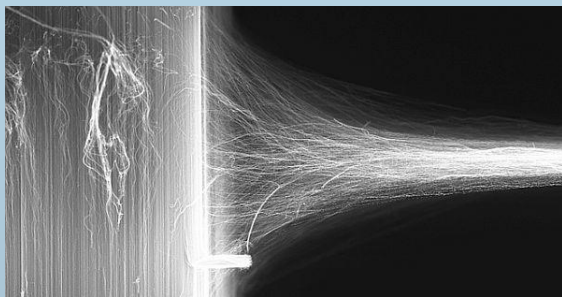
Национальная академия наук Беларуси



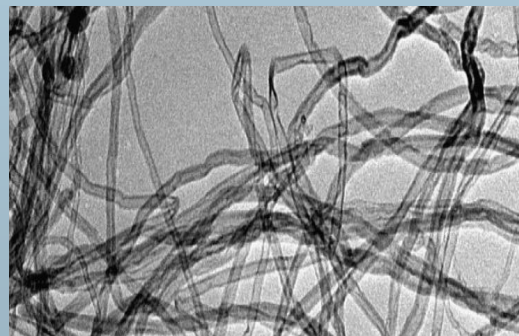
Санкт-Петербургский государственный университет



## Совместная работа с национальной академией наук Беларуси ГНУ «Объединённым институтом машиностроения»



В качестве исходных материалов использованы смеси для напыления на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (с молекулярной массой от 4 до 9 млн. г/моль) с различными наполнителями, в том числе с размерностью нано (углеродные нанотрубки диаметром 9,5 нм и длиной до 1,5 мкм).



Процесс введения и равномерного распределения наночастиц достаточно сложен и связан со многими параметрами, в том числе и самой полимерной матрицей.

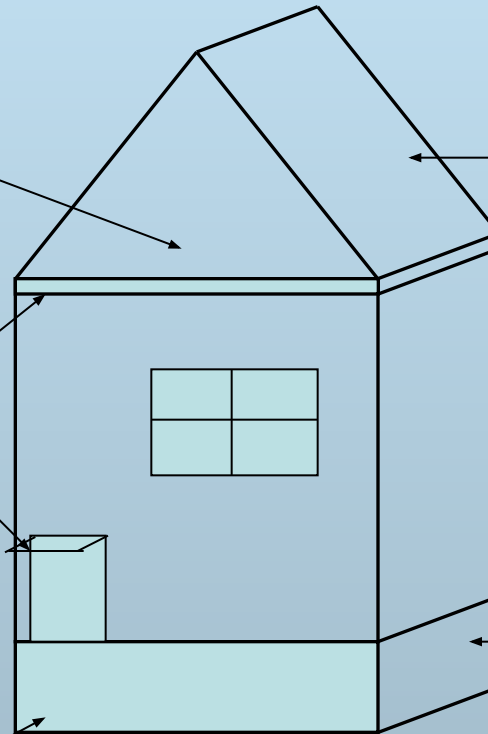
# Применение покрытий



Нанесение теплоизоляционных покрытий из жёсткого пенополиуретана на чердачные помещения

Нанесение противообледенительных покрытий на козырьки зданий и сооружений из композиционных материалов на основе СВМПЭ

Нанесение гидро- и теплоизоляционных покрытий из жёсткого пенополиуретана на подвальные помещения



Нанесение противообледенительных покрытий на крыши зданий и сооружений красками производства «Пигмент» и РАН института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова

Нанесение гидроизоляционных покрытий на подвальные помещения из композиционных материалов на основе СВМПЭ

# Применение в городском хозяйстве противообледенительных покрытий ЭП-439П



При проведении комплекса мероприятий с использованием методов: напыления жесткого вспененного полиуретана на чердачные помещения, обработка кровли противообледенительными красками, нанесение противообледенительных композиций на основе СВМПЭ достигается максимальный эффект





**ФТИ**  
им. А.Ф. Иоффе



**Национальная академия наук  
Беларуси**



**ИНСТИТУТ ПОЛИМЕРОВ  
KUNSTSTOFF - ZENTRUM**



**НПО по переработке пластмасс имени  
«Комсомольской правды»**



**ИПЦ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ  
ПОЛИМЕРНЫЙ  
ЦЕНТР**

# **Создание наноцентра конструкционных материалов**

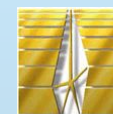
# РАН Физико-Технический институт им. А.Ф. Иоффе



ИНСТИТУТ ПОЛИМЕРОВ  
KUNSTSTOFF - ZENTRUM



ипц  
ИНЖЕНЕРНЫЙ  
ПОЛИМЕРНЫЙ  
ЦЕНТР



**ФТИ имени А.Ф.Иоффе является одним из крупнейших научных центров России, в котором ведутся как фундаментальные, так и прикладные исследования в важнейших областях современной физики и технологии.**

**Институт был основан в 1918 году Абрамом Федоровичем Иоффе, который затем возглавлял его в течение нескольких десятилетий.**

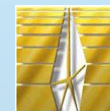
**Институт является структурным звеном Российской академии наук и входит в состав организаций, объединяемых Отделением физических наук РАН.**



*С 1987 года ФТИ им. А.Ф.Иоффе руководит Жорес Иванович Алферов, вице-президент РАН, депутат Государственной Думы, лауреат Нобелевской премии*

# РАН Физико-Технический институт им. А.Ф. Иоффе

«Физико-технологический Центр наноэлектроники»



## ЦЕЛЬ:

Разработка, внедрение и производство приборов современной опто- и наноэлектроники в области солнечной и водородной энергетики, силовой электроники, лазерного приборостроения, диагностической и лечебной аппаратуры для современной медицины. Создание высокопроизводительного центра проектирования и производства коллективного доступа для приборостроительной отрасли России.

## ЗАДАЧИ:

- Производство современных микросхем всех классов с флэш-памятью как фоновых серийных продуктов для мирового рынка;
- Производство солнечных элементов для автономных энергосистем;
- Производство фотоприемных ПЗС и болометрических матриц;
- Производство полупроводниковых лазеров;
- Производство свето и фотодиодов;
- Разработка и производство технологического оборудования для электронного и медицинского приборостроения;
- Разработка и производство микросистем индивидуальной диагностики человека

# РАН Физико-Технический институт им. А.Ф. Иоффе

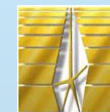
«Физико-технологический Центр наноэлектроники»



## ЗАДАЧИ:

- Разработка и производство «систем на кристалле» для приборостроительных предприятий Санкт-Петербурга и России;
- Разработка и производство полупроводниковых приборов для силовой электроники;
- Производство электронных систем для автомобильных заводов, расположенных в Санкт-Петербурге;
- Создание условий для резкого снижения затрат на разработку и производство электронных систем и приборов;
- Предоставление предприятиям Санкт-Петербурга современных средств разработки и библиотек в режиме коллективного доступа;
- Разработка и внедрение автоматизированных систем проектирования разного уровня и назначения;
- Разработка и производство базовых электронных систем для авиации, РЖД, РАО ЕС, кораблестроителей.

# Установка четвёртого поколения по производству фуллеренов и нанокомпозитов





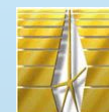
# Центр коллективного пользования



ИНСТИТУТ ПОЛИМЕРОВ  
KUNSTSTOFF - ZENTRUM



ИПЦ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ  
ПОЛИМЕРНЫЙ  
ЦЕНТР



## Центр коллективного пользования в области производства нанокремниевых материалов и фуллеренов:

- Комплекс оборудования (в т.ч. лицензия на использование оборудования) для производства наноматериалов;
- Технология производства наноматериалов (в т.ч. конструкторская и эксплуатационная документация);
- Технологические возможности переработки материалов в изделия;
- Лабораторный комплекс для проверки качества материалов и продукции.

### Стратегическая задача Центра:

Коммерциализирование научных разработок и привлечение стратегических заказчиков.

*В настоящее время готовится соглашение с Министерством экономики Финляндии о создании производства фуллеренсодержащих нанокремниевых материалов с полимерной матрицей и фуллеренсодержащими модификаторами, и поданы соответствующие заявки в Роснано*

Проект был презентован на форуме «Эффективное сотрудничество в Европе», 7-9 июня 2010 г., Брюссель, Бельгия

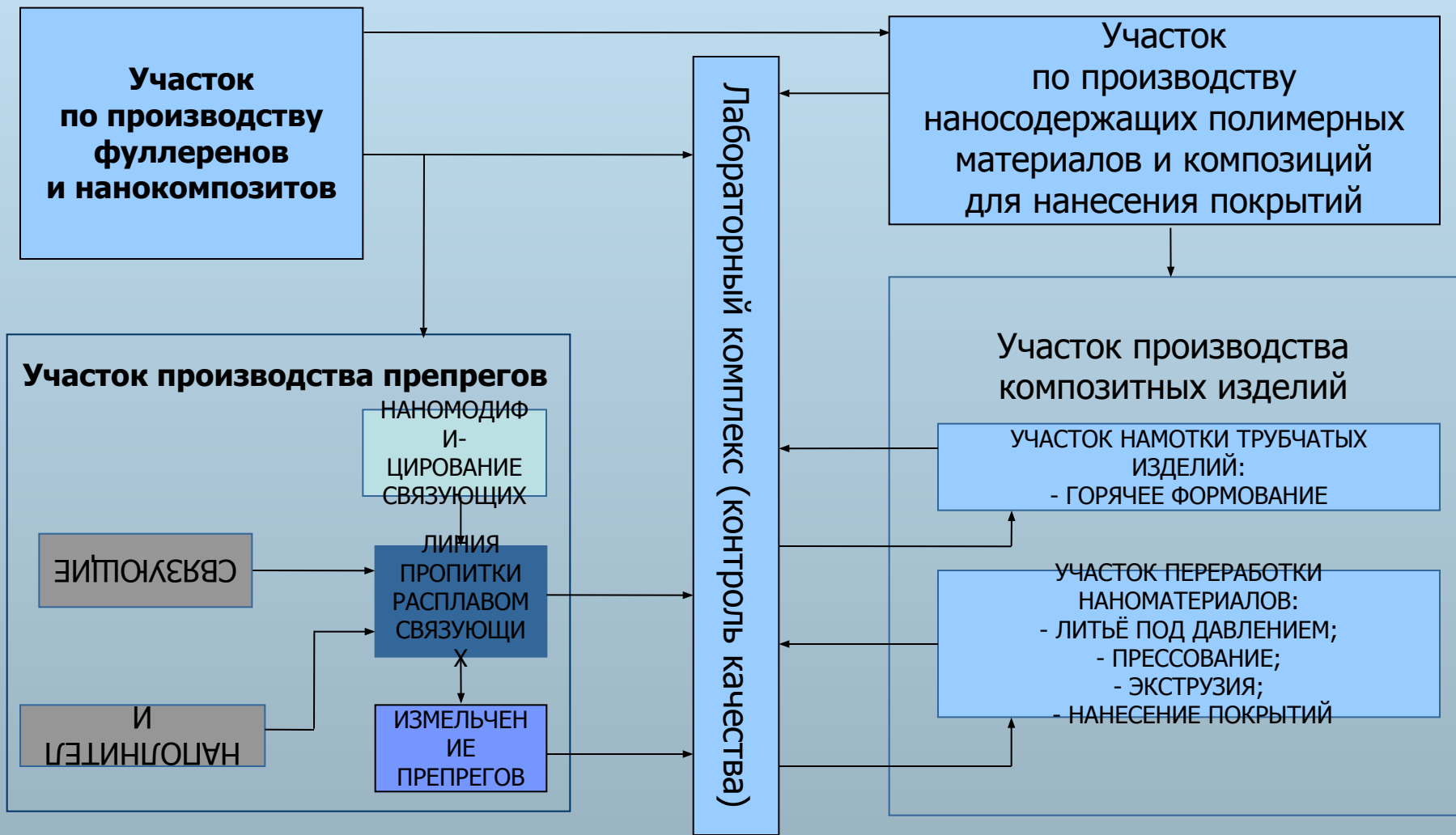
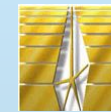
# Блок-схема функционирования центра



ИНСТИТУТ ПОЛИМЕРОВ  
KUNSTSTOFF - ZENTRUM



ИПЦ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ  
ПОЛИМЕРНЫЙ  
ЦЕНТР



# Основные методы введения наночастиц в полимерные матрицы



## • Ультразвуковая обработка

Воздействие мощных ультразвуковых колебаний в диапазоне от 0,5 до 10 Вт/см<sup>2</sup> и амплитудой колебаний до 100 мкм при введении наночастиц в расплав полимера.

## • Универсальная дезинтеграторная активация (УДА)

Гомогенизация и равномерное смешение материалов происходит в УДА-установках, оснащённых вращающимися в разные стороны роторами с футеровкой из износостойких материалов в которых можно обрабатывать смеси полимеров и наполнителей различной твёрдости и прочности и при этом обеспечивается скорость удара до 700 м/сек.



# Основные методы введения наночастиц в полимерные матрицы



## Введение наномодификатора

(смесь фуллеренов C<sub>60</sub>–C<sub>70</sub> концентрацией от 0,01 до 0,5 масс.%) в препрег



Получение препрегов методом интенсивной пропитки наполнителя (стеклянных, базальтовых или углеродных тканей) расплавом полимерного связующего:

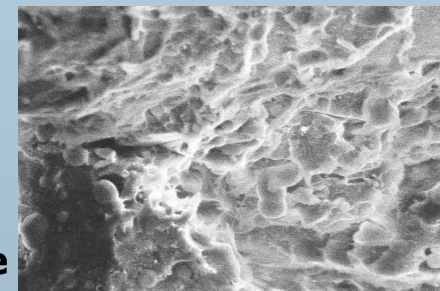
ПФС (полифениленсульфид), ПСФ (полисульфон), ПЭЭК (полиэфирэфиркетон), ПЭТФ (полиэтилентерефталат) и т.д.

*Перед введением модификатора в порошкообразный полимерный материал, его подвергают предварительному диспергированию в планетарной мельнице в течение 3÷5 мин.*



Смесь порошкообразного ПФС с крупностью зерен 20μ и концентрацией наномодификатора 0,1%.

В процессе получения препрега, материал связующего наносится на поверхность движущегося материала наполнителя, под воздействием температуры плавится, и в вязкотекучем состоянии равномерно распределяется по объему ткани в устройстве пропитки.



За счет высоких сдвиговых напряжений, возникающих при многократном продавливании вязкого расплава сквозь тканый наполнитель, происходит активация частиц наномодификатора (C<sub>60</sub>), которые способствуют повышению адгезии полимерного связующего к волокнам наполнителя, а также упорядочиванию структуры матрицы.

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

С.И. Цыбуков

Генеральный директор ООО «НПО КП»,  
Заместитель председателя Совета Спб ТПП

Тел. (812) 542-15-21

E-mail: [tsybukov@kp-plant.ru](mailto:tsybukov@kp-plant.ru)

[www.kp-plant.ru](http://www.kp-plant.ru)