

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

совместно с ОАО «Композит»

Инжиниринговый центр «Высокотемпературные

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

– как механизм трансфера технологий ракетно-промышленного комплекса в гражданский сектор



г. Королев, ул. Стадионная, д.1
www.geterolab.ru



Kompozit

Research, development
& production corp

Инжиниринговый центр

«Высокотемпературные композиционные материалы»



Лаборатория гетерогенного
синтеза тугоплавких
материалов

Зав. лабораторией к.т.н. И.А. Тимофеев



Лаборатория новых способов
формирования армирующих каркасов
для композиционных материалов

Зав. лабораторией д.т.н. А.В. Чесноков



Кафедра «Управление качеством и исследования в области новых
материалов и технологий»

Зав. кафедрой д.т.н. А.Н. Тимофеев

----- 2016 – 2017 -----



Лаборатория CAD/CAM/CAE



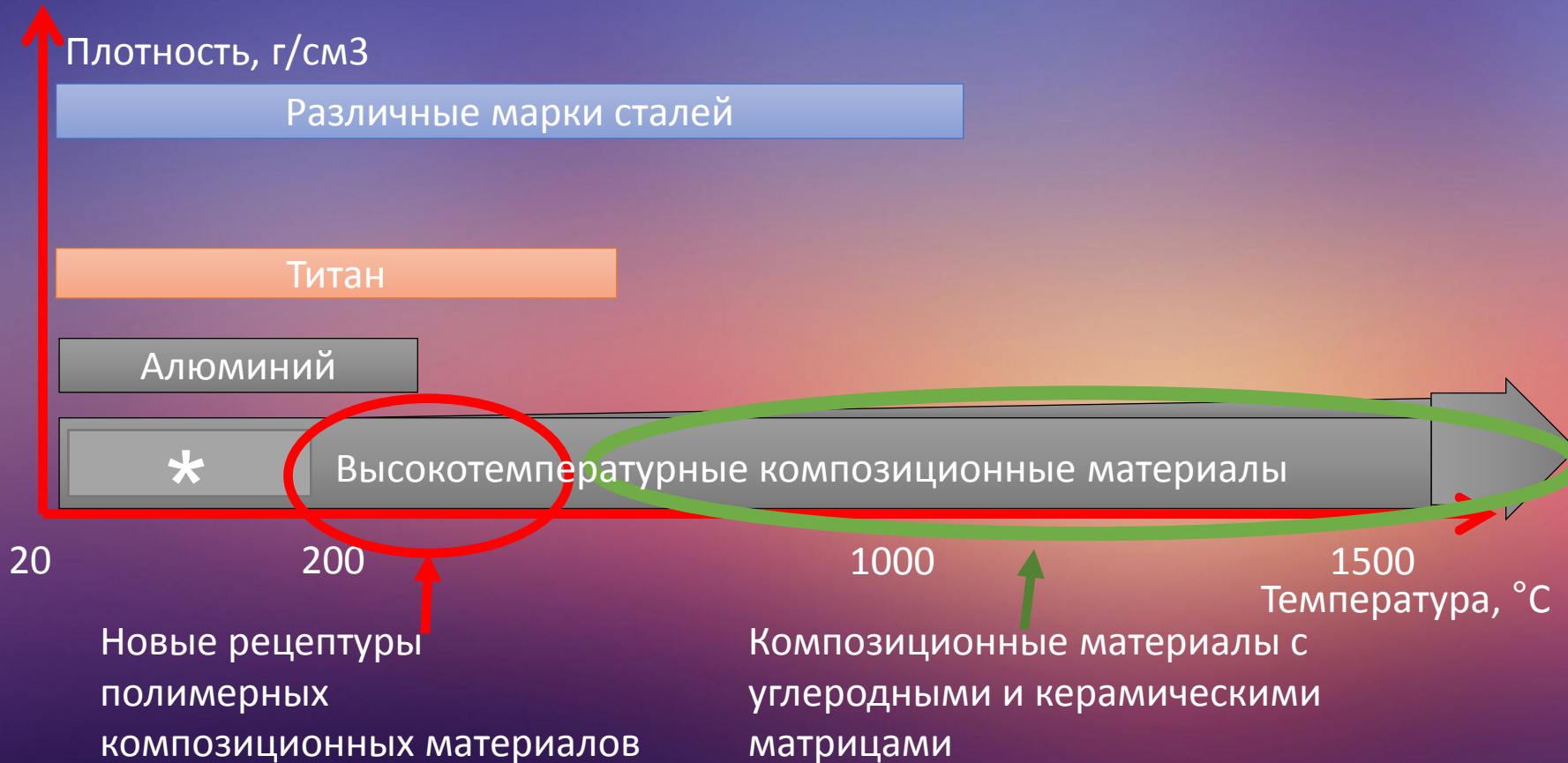
Лаборатория автоматизированного
оборудования



Детский технопарк «Кванториум»

Высокотемпературные композиционные материалы

* - традиционные стекло- и углепластики





Инновационный бизнес

Крупный бизнес

**Инжиниринговый
центр**

Малый бизнес

Некоторые достоинства

- наличие гарантированных финансовых и других ресурсов создает благоприятную среду для внедрения нововведений;
- объем средств и оснащенность крупных предприятий обеспечивают высокую жизнеспособность крупных предприятий

Некоторые достоинства

- гибкость, мобильность и адаптивность в быстро меняющихся условиях;
- повышенная экономическими и неэкономическими факторами мотивация к инновационной деятельности;
- низкие издержки производства;
- высокая отдача на единицу финансовых вложений в НИОКР.

- Реализация задач по увеличению доли производимой гражданской продукции.
- Рост производительности труда за счет малых инновационных предприятий в области исследований и разработок (R&D), инжиниринга и поставок комплектующих для крупных предприятий отрасли.
- Развитие малых инновационных предприятий при поддержке инжиниринговых центров (консалтинг, инжиниринговые услуги и т.д.), сплава молодости в части предпринимательской инициативы и опыта высококвалифицированных кадров университета, крупных и предприятий.

Основные задачи инжинирингового центра

- Разработка в интересах предприятий города, в первую очередь градообразующих, инновационных решений
- Определение возможности внедрения разработанного решения в другие отрасли промышленности (трансферт технологий)
- Оказание услуг в составлении бизнес-плана развития малого предприятия, обучение руководителей, поиск инвесторов
- Создание совместного (при необходимости) малого инновационного предприятия, с передачей в уставной капитал интеллектуальной собственности предприятия-заказчика и инжинирингового центра
- Помощь малому предприятию в доведении разработки до уровня опытного производства

Направления деятельности инжинирингового центра

```
graph TD; A[Направления деятельности инжинирингового центра] --> B[Разработка и внедрение новых наукоемких технологий]; A --> C[Проведение НИОКР по программам МинобрНауки]; A --> D[Подготовка на современном уровне бакалавров, магистров и аспирантов]; B --> E[Предприятия города: ОАО «Композит», ОАО «РКК Энергия», ОАО «КТРВ», ФГУП «КБ Химмаш» и малые инновационные предприятия]; C --> E; D --> E;
```

Разработка и внедрение новых наукоемких технологий

Проведение НИОКР по программам МинобрНауки

Участие в НИОКР с ОАО «Композит»

Проведение НИОКР по прямым договорам с промышленностью

Подготовка на современном уровне бакалавров, магистров и аспирантов

Предприятия города: ОАО «Композит», ОАО «РКК Энергия», ОАО «КТРВ», ФГУП «КБ Химмаш» и малые инновационные предприятия

Реализуемые проекты

- ✓ Разработка технологий для серийного производства крепежных деталей из ПКМ.
- ✓ Разработка основ автоматизированных технологий производства углеродных преформ методами контурного плетения и ПКМ на их основе.
- ✓ Разработка и изготовление лабораторного оборудования для плетельно-пултрузионной технологии производства ПКМ.
- ✓ Разработка и изготовление лабораторного оборудования для автоматизированного производства стержневых углеродных преформ.
- ✓ Разработка технологических основ получения нитяного термопластичного «препрега» на основе углеродного волокна и полиэфирэфиркетона для аддитивных технологий производства высокотемпературных полимерных композиционных материалов.
- ✓ Разработка технологии автоматизированной сборки мелкоячеистых стержневых каркасов.
- ✓ Научно-технологическое сопровождение работ ОАО «Композит» в части исследований пористой и микроструктуры КМ, проектирования компоновок реакторов для процессов химического осаждения из газовой фазы.

Апробация результатов исследований

Победа на конкурсе У.М.Н.И.К.»



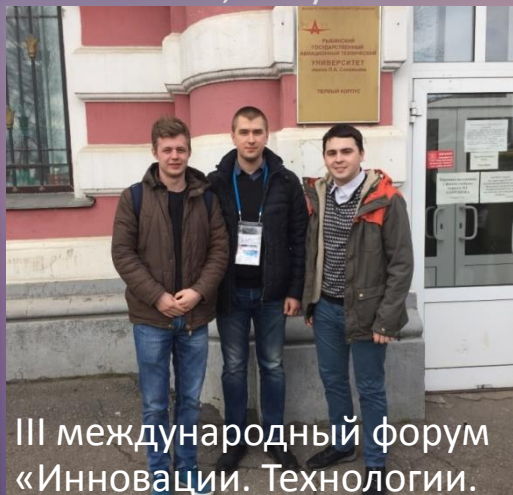
МАКС 2015, г. Жуковский



«HTTM-2016» ВДНХ



2015 г. - Перевезенцев В.А.



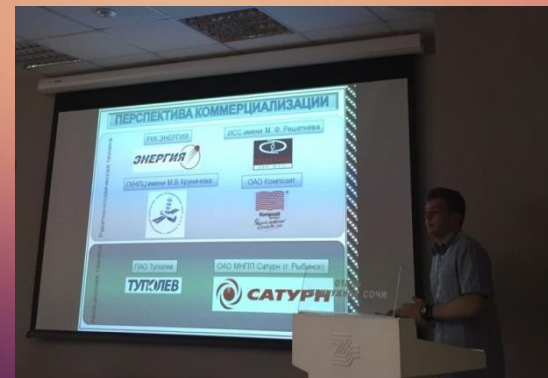
III международный форум
«Инновации. Технологии.
Производство.»
05.04.2016, г. Рыбинск



«Лучшая НИР студентов
и молодых учёных»

26.05.2016, г. Королев

www.geterolab.ru



2016 г. - Ишмухамедов А.Ф.

Развитие технологий химического осаждения HfC, TaC, ZrC, SiC, BN из газовой фазы галоген-содержащих соединений

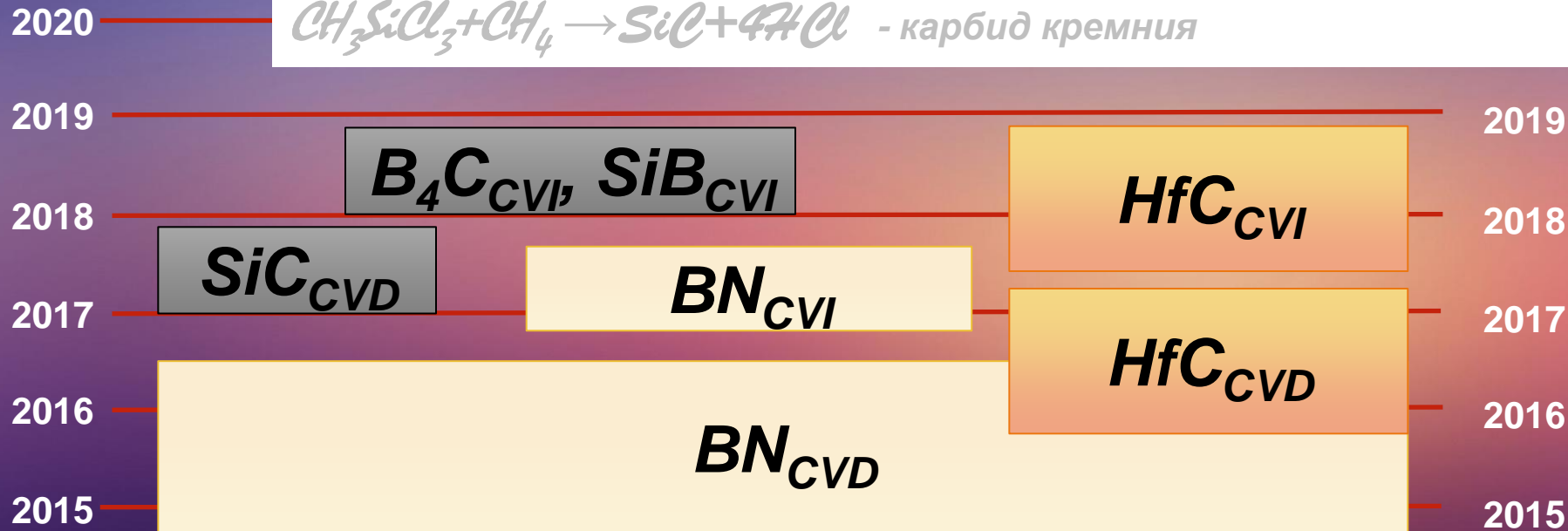
Развитие новых методов химического синтеза тугоплавких соединений из жидкой и газовой фазы



Лаборатория гетерогенного синтеза тугоплавких материалов

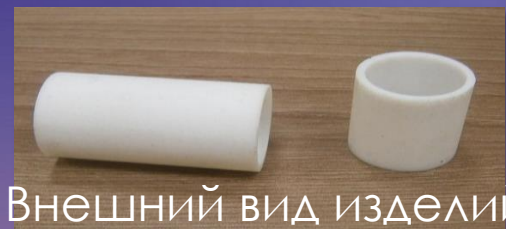
Развитие SLS технологий синтеза керамических соединений

Развитие технологий химического осаждения из газовой фазы в МГОТУ



BN B₄C HfC SiC

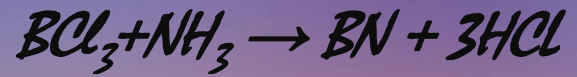
CVD технология получения пиролитического нитрида бора для электронной промышленности



ВНЕШНИЙ ВИД ИЗДЕЛИЙ

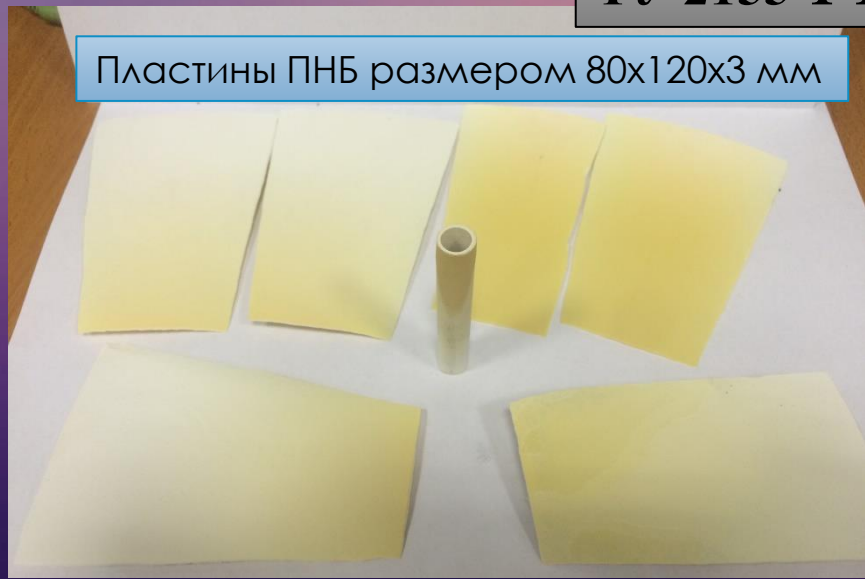
Параметр	Значение
Кристаллическая решетка	гексагональная
Плотность, г/см ³	1,97-1,99
Доля примесей, % ат.	0.01

ТУ 2155-1-16986658-2015



Реактор проточный
 изотермический
 размерами рабочей
 области
 D100 мм H300 мм

Пластины ПНБ размером 80x120x3 мм



CVD технология получения пиролитического карбид кремния для электронной промышленности

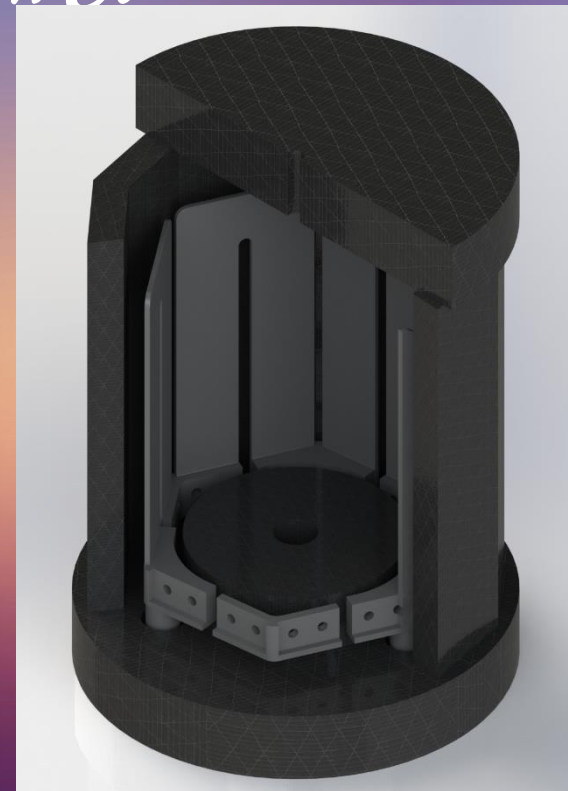


Изделия из CVD-SiC

D100...380 мм; толщина 3,5...6,5 мм.

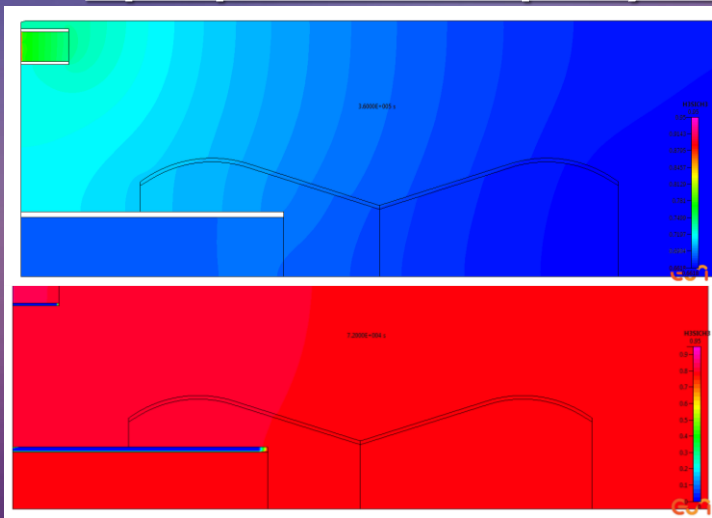
Плотность не менее 3,19 г/см³. Пористость не более 0,1 %.

R < 1 Ω×см

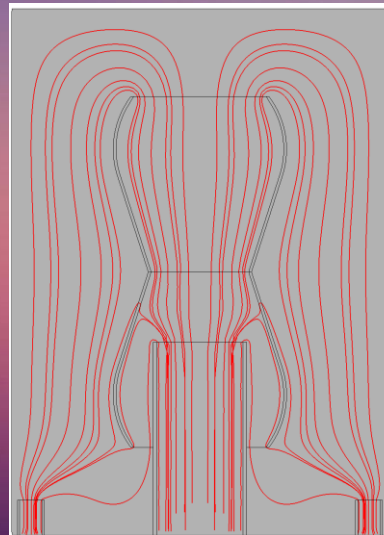


Разработка оптимальных схем сажек и компоновки подводящих/отводящих магистралей для CVI процессов химического осаждения из газовой фазы

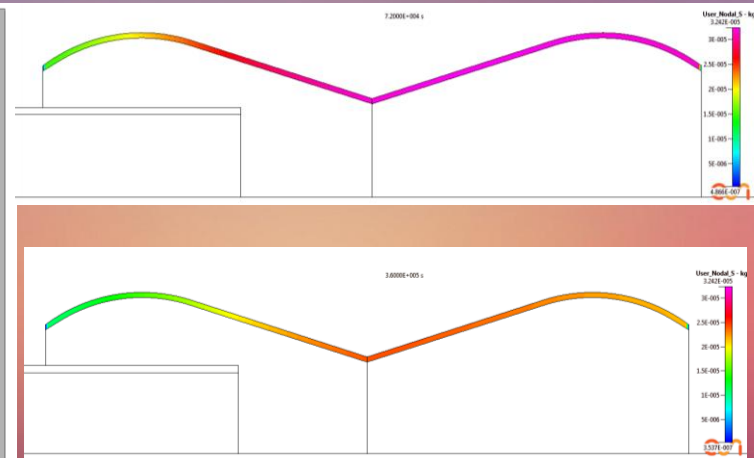
Программный продукт CFD-ACE+ с модулем «CVI софт»



Поля концентраций в процессе уплотнения пористого тела на первом и 300 часах осаждения



Линии течения



Скорость изменения массы пористого тела на первом и 300 часах осаждения

Развитие технологий термотрансферного литья и пропитки под давлением для высокотемпературных конструкционных полимеров (ПЭК, ПФС)

Развитие высокоскоростных технологий прессования термопластичных ламинатов на основе тканей



Лаборатория новых способов формирования армирующих каркасов для композиционных материалов



Комплексное развитие автоматизированных технологии производства преформ и армирующих каркасов для ПКМ, УУКМ, ККМ

Развитие технологий автоматизированного получения термопластичных ламинатов

Развитие технологий контурного плетения

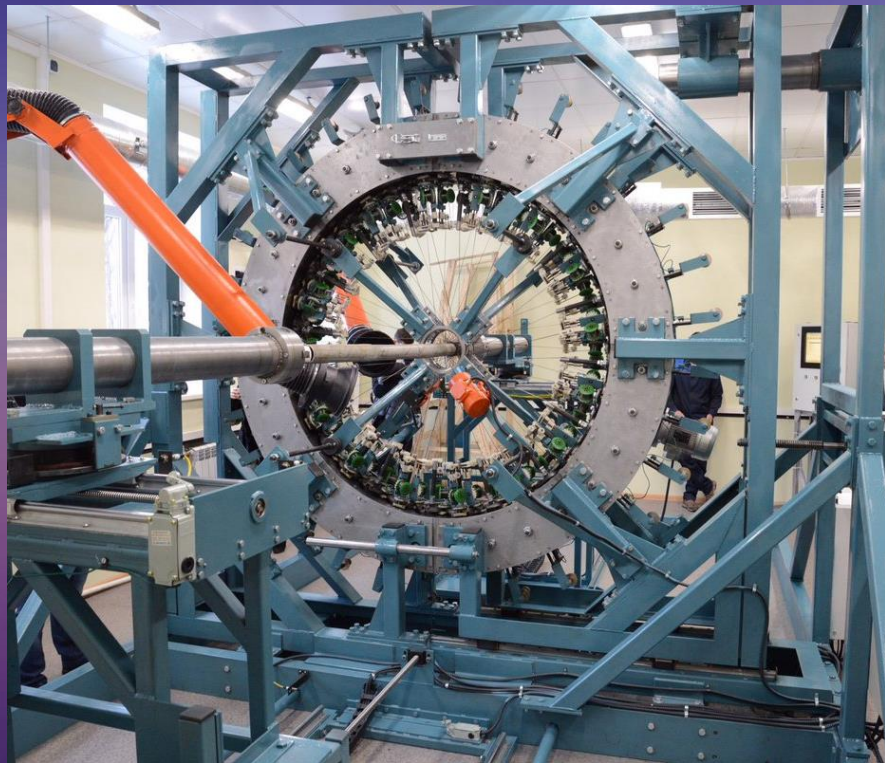
Развитие технологий объемного ткачества

Развитие технологий автоматизированной сборки стержневых армирующих каркасов из стержней диаметром менее 1 мм.

Развитие аддитивных технологий изготовления ПКМ с применением термопластичных армированных ламинатов (лент и нитяных термопластиных «препрегов»):

- Автоматизированной выкладки.
- Контурного плетения.
- Пултрузии.
- Объемного ткачества.

Радиально-плетельная машина РП64-1-130 с разъемным корпусом



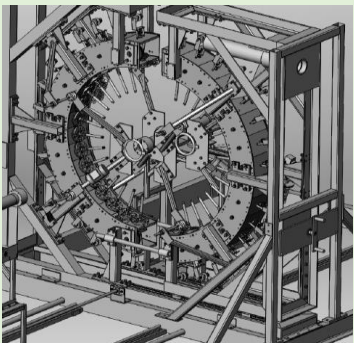
Особенности оборудования:

- Контурное плетение Российскими углеродными высокопрочными и высокомодульными нитями*.
- Контурное плетение по двух и трех осевым (со скелетным армированием) схемам.
- Контурное плетение изделий с прямой и криволинейной осью.
- Контурное плетение изделий с замкнутой осью*.
- Нанесение оплеточного слоя со сплошной поверхностной укрывистостью диаметром до 200 мм.
- Нанесение оплеточного слоя на большие диаметры с образованием сетчатой структуры.
- Контурное плетение изделий неограниченной длины.

* - конструктивные особенности оборудования, специализированного веретена для работы с высокомодульными нитями и режимы плетения имеют признаки мировой новизны в связи с чем в 2016 году поданы три заявки на патент

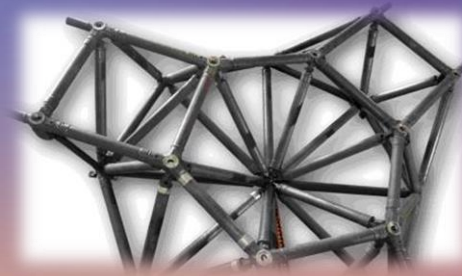
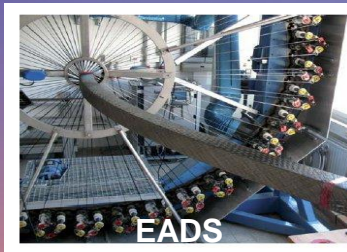
Трубчатые профили, стрингеры, шпангоуты, фитинги и другие элементы ферменных конструкций для ЛА и КА

Радиально-плетельная машина
РП64 -1-130 с разъемным корпусом (МГОТУ г. Королев)



Периметр изделия
≈ **10-200 мм и более**
(с понижением
поверхностной плотности)

Длина изделия,
не ограничена



Фитинги:

- ✓ Из термопластичных конструкционных полимеров (ПЭЭК, ПФС)
- ✓ Композитные с непрерывным армированием



Цельноплетеные шпангоуты

Плетельно-пултрузионная технология для трубчатых профилей, стрингеров и кольцевых шпангоутов

- ✓ Длина профилей и стрингеров не ограничена
- ✓ Диаметр шпангоутов до 4000 мм и более

Возможные сечения шпангоутов:



Введена в эксплуатацию лабораторная плетельная машина ШП16-1-130 для производства малогабаритных изделий

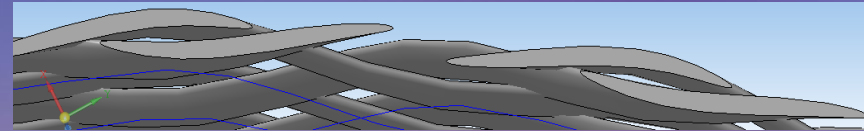
Замкнутый кольцевой шпангоут



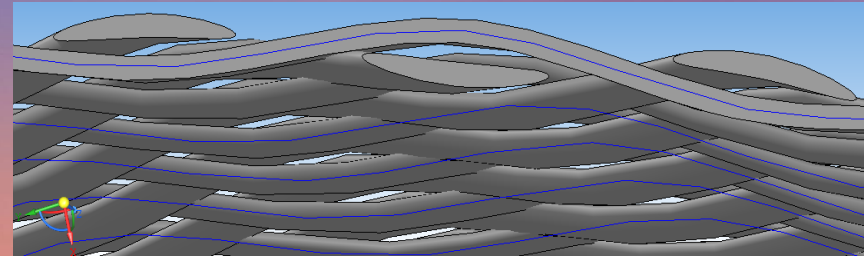
Разработано программное обеспечение для моделирования и управления процессом плетения

Программное обеспечение позволяет:

- получить трехмерную модель переплетения жгутов для анализа получаемой структуры и моделирования прочностных характеристик изделия;
- на основании модели изделия разрабатывать управляющие программы для плетельной машины с заданными требованиями к способу укладки жгута – постоянный угол армирования или постоянная поверхностная плотность жгутов.



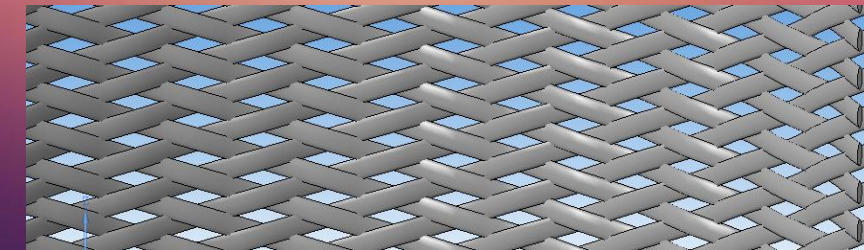
Сечение перпендикулярное Z



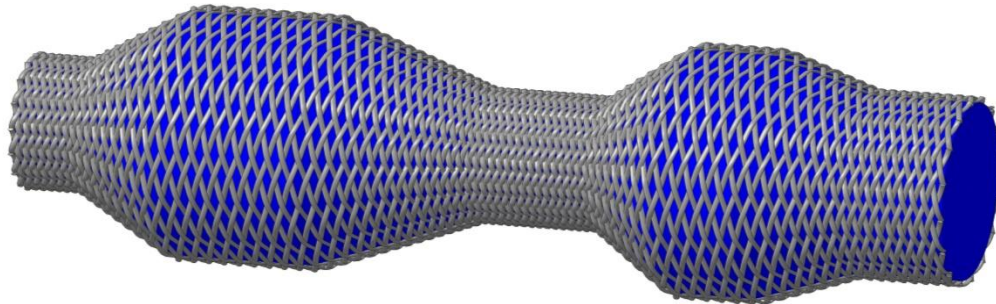
Сечение вдоль жгута одного направления 75°



Перпендикулярно волокнам одного направления

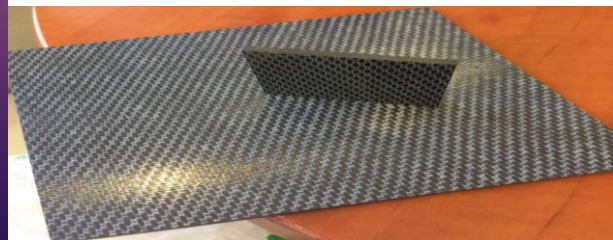
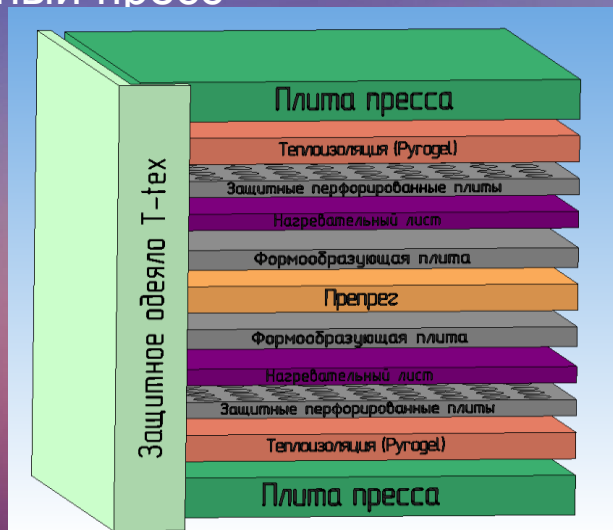


Вид структуры



Разработка технологии получения КМ на основе ПЭЭК и непрерывных армирующих наполнителей

Высокотемпературный пресс



Предварительные результаты* испытаний при растяжении композиционного материала Cf/ПЭЭК на основе углеродной ткани УТ-900-3К

Параметр	σ_p , МПа	E_p , ГПа	ϵ_p , %
Среднее	371	44,2	0,79

* - технология изготовления совершенствуется

Изготовление изделий из угленаполненного ПЭЭК

Термотрансферное литьё
конструкционных термопластов

Плотность - $1,3 \text{ г/см}^3$

Предел прочности на растяжении
при $180 \text{ }^\circ\text{C}$:

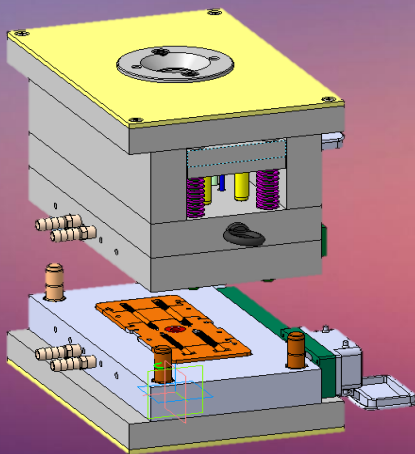
шпилька М8 - $127 \pm 8 \text{ МПа}$;

шпилька М6 - $134,7 \pm 11,3 \text{ МПа}$;

болт М8 - $79,5 \pm 6,6 \text{ МПа}$;

болт М6 - $97,2 \pm 14,4 \text{ МПа}$.

Пресс-форма



Микроструктура материала



Применение углерод-ПЭЭК изделий и материалов в медицине

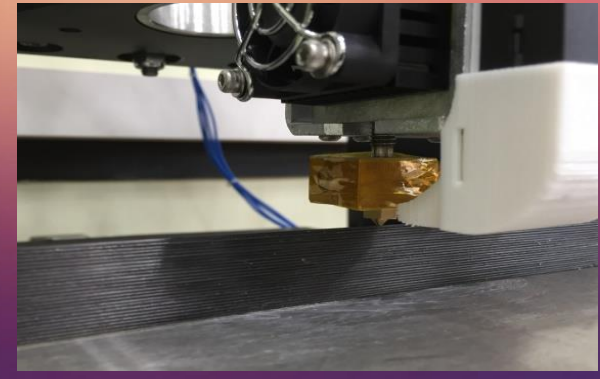
Разработка конструкции и методов изготовления имплантов для стоматологии и ортопедии из ПЭЭК и композитов на его основе

- Углерод и ПЭЭК обладает уникальной биологической совместимостью;
- Отсутствие отечественное производство имплантов для стоматологии и ортопедии из ПЭЭК полимеров;
- Хорошо поддаются обработке, что позволяет моделировать мелкие анатомические особенности индивидуальных протезов-имплантов;
- По физическим параметрам ближе всего к кости человека, на границе «кость-имплант» не травмирует твёрдые ткани на протяжении всего срока службы.



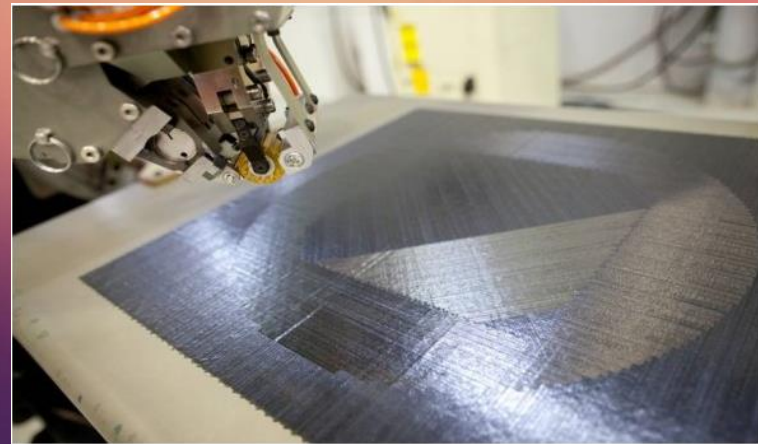
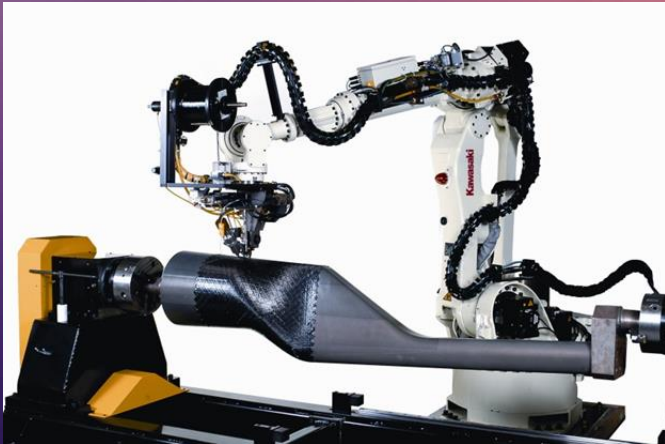
Разработка аддитивной технологии изготовления ПКМ на основе нитяного термопластичного «препрега» из непрерывного углеродного волокна и полиэфирэфиркетона

- ✓ Разработано и изготовлено оборудование для изготовления УВ/ПЭЭК нити.
- ✓ Изготовлено оборудование для 3D печати с температурой экструдера до 500°C.
- ✓ Отрабатываются режимы изготовления нитяного «препрега» и 3D печати.



Основной «вектор» развития - разработка технологии автоматизированной выкладки термопластичными лентами крупногабаритных сложнопрофильных деталей

- ✓ Разработка и изготовление лабораторного оборудования для изготовления термопластичного ленточного ламината на основе ПЭЭК и углеродного волокна.
- ✓ Разработка и изготовление лабораторного оборудования для автоматизированной выкладки термопластичными лентами УВ/ПЭЭК.



**Подбор и обучение
персонала**

**Определение источников и привлечение
финансирования для комплектования
инжинирингового центра**

**Основные задачи, которые
необходимо решить для
развития
инжинирингового центра**

**Выделение и
подготовка
образовательных и
лабораторных
помещений**

**Закупка оборудования
и расходных
материалов**

**Проведение НИОКР и разработка инновационных
научоемких технологий; подготовка на современном
уровне бакалавров и высококвалифицированных
магистров для предприятий-производителей изделий
из композиционных материалов**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ
ОБЛАСТИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инжиниринговый центр

«Высокотемпературные композиционные материалы»

совместно с ОАО «Композит»

ГОТОВЫ К РАЗВИТИЮ И СОТРУДНИЧЕСТВУ

Спасибо
за внимание!



г. Королев, ул. Стадионная, д.1 www.geterolab.ru

