

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Механотроника и перспективные
технологии газофазного осаждения
материалов для рентгеновской оптики
разработанные в Технологическом
университете



г. Королев, ул. Стадионная, д.1
kompozit-ut.ru



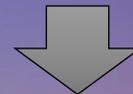
Инжиниринговый центр

«Высокотемпературные композиционные материалы»



Лаборатория гетерогенного
синтеза тугоплавких
материалов

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



Лаборатория новых способов
формообразования тугоплавких
материалов и армирующих каркасов

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

----- 2017 -----



Лаборатория CAD/CAM/CAE



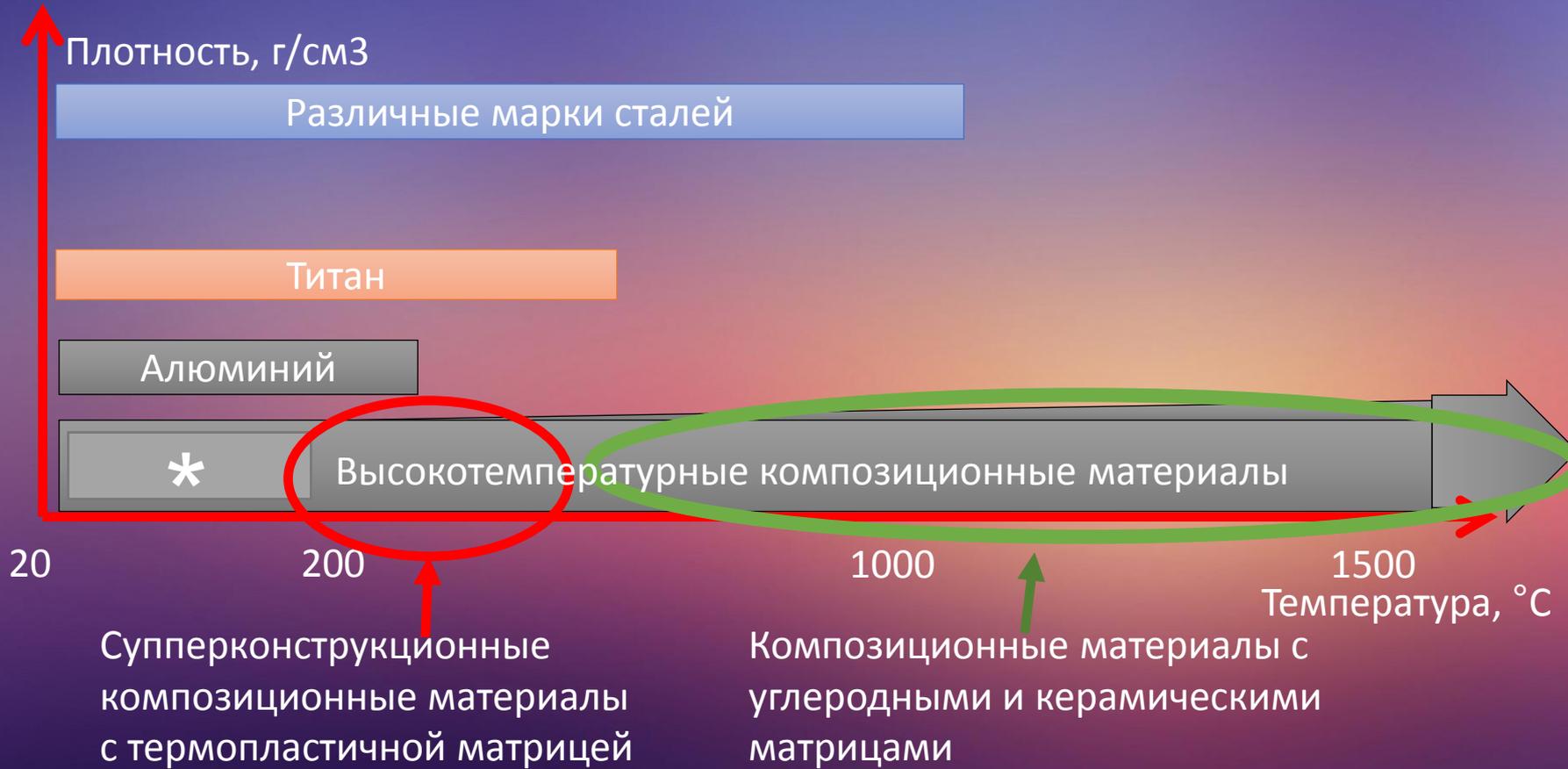
Лаборатория автоматизированного
оборудования



Детский технопарк «Кванториум»

Высокотемпературные композиционные материалы

* - традиционные стекло- и углепластики



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

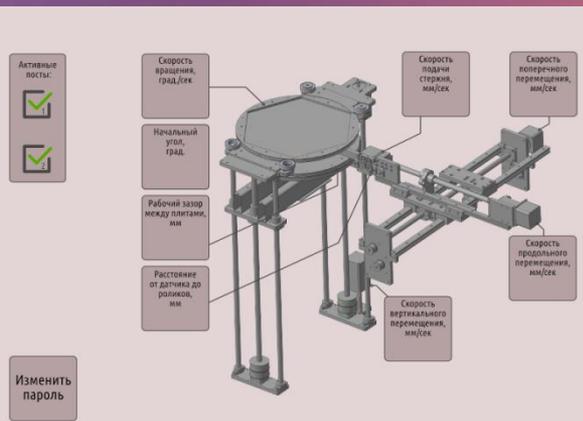
Развитие технологий автоматизированной сборки стержневых армирующих каркасов из стержней диаметром менее 1 мм.

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

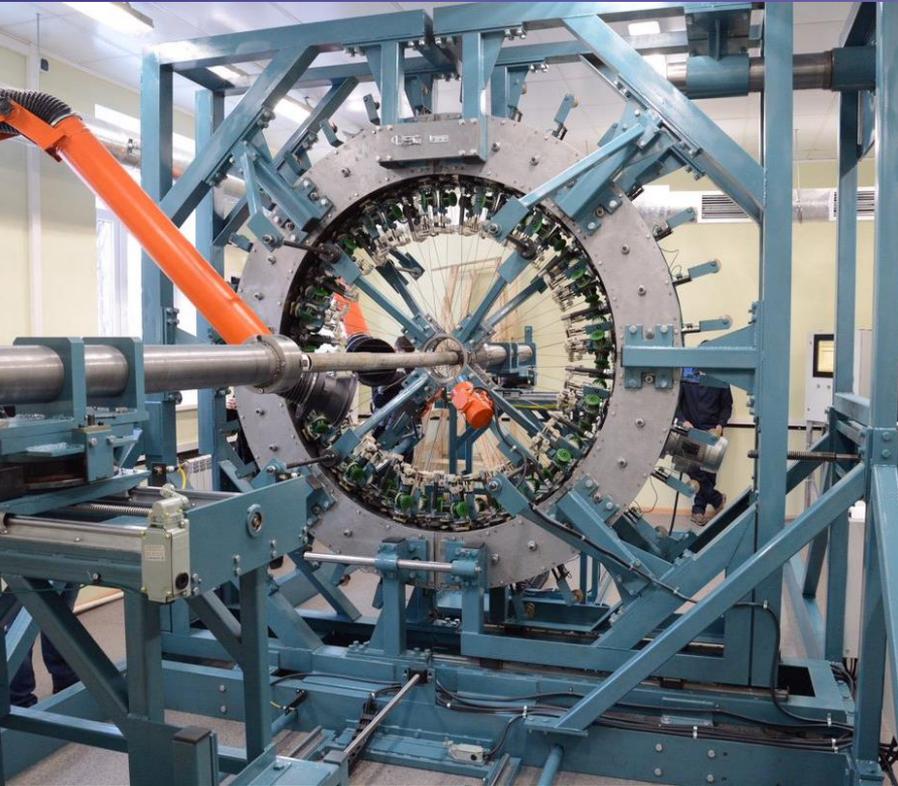
- Автоматизированной выкладки.
- Контурного плетения.
- Пултрузии.
- Объемного ткачества.

Опыт изготовления автоматизированной оснастки - мехатронное устройство

- Программируемый логический контроллер Siemens SIMATIC S7-1200
- 8 шаговых приводов независимого управления
- Контроль документирование этапов выполнения переходов;
- Разработанное программное обеспечение с наглядной мнемосхемой управления на тачскрин мониторе

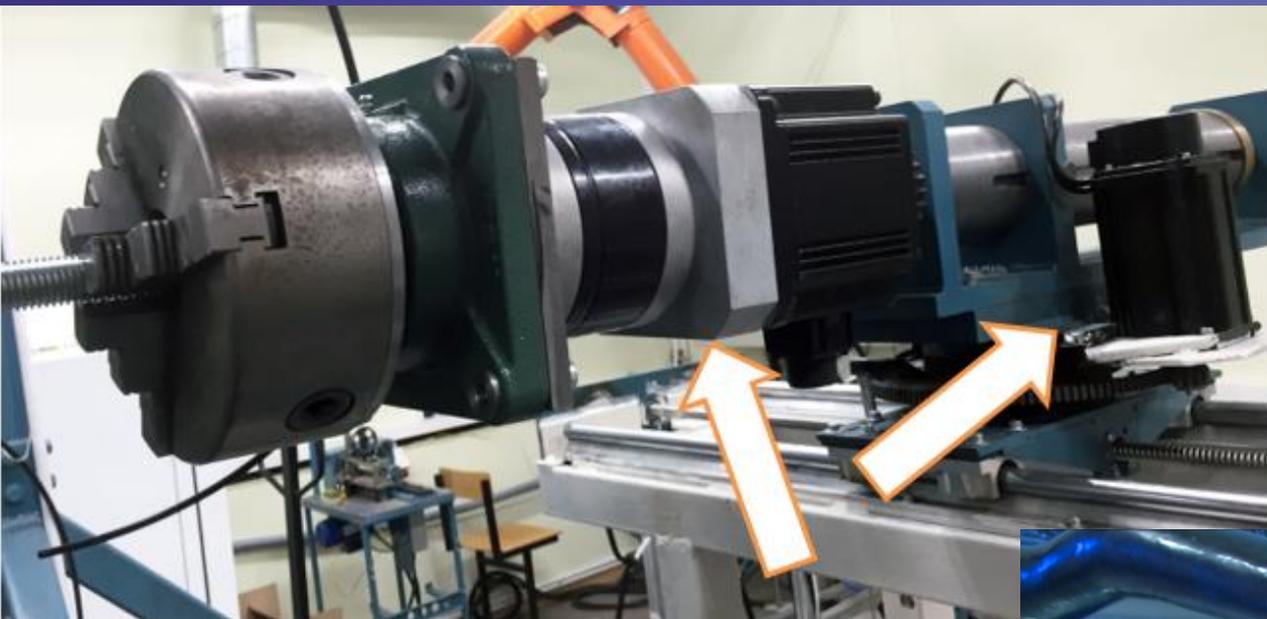


Автоматизированная радиально-плетельная машина РП64-1-130 с разъемным корпусом



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.



Модернизация
РП64-1-130
в рамках гранта МО
Мининвест 2017 г.

- Добавлено две программноуправляемые Координаты
- 5 управляемых координат



Оснащение РП64-1-130 многоосевым манипулятором с ЧПУ КУКА KR-61



- 6 управляемых координат
- 60 кг грузоподъемность

komposit-ut.ru



Разработано программное обеспечение для моделирования плетеных структур в виде библиотеки для программы Компас-3D, позволяющая получать модель плетеной структуры с использованием API ПО Компас-3Д v.17.1.

Построение 3D модели преформы

Число слоев плетения:

Вариант построения:

- Постоянный угол укладки
- Постоянная плотность плетения
- Постоянная скорость движения оправки

Угол, град:

Плотность, мм:

Скорость, мм/мин:

Параметры плетения

Количество оплёточных нитей:

Количество скелетных нитей:

Схема армирования:

Константы оборудования

Частота вращения оплёточных веретен, об/мин:

Радиус калибра, мм:

Расстояние между калибрами, мм:

Параметры нитей

Основная нить:

ширина, мм:

толщина, мм:

Скелетная нить:

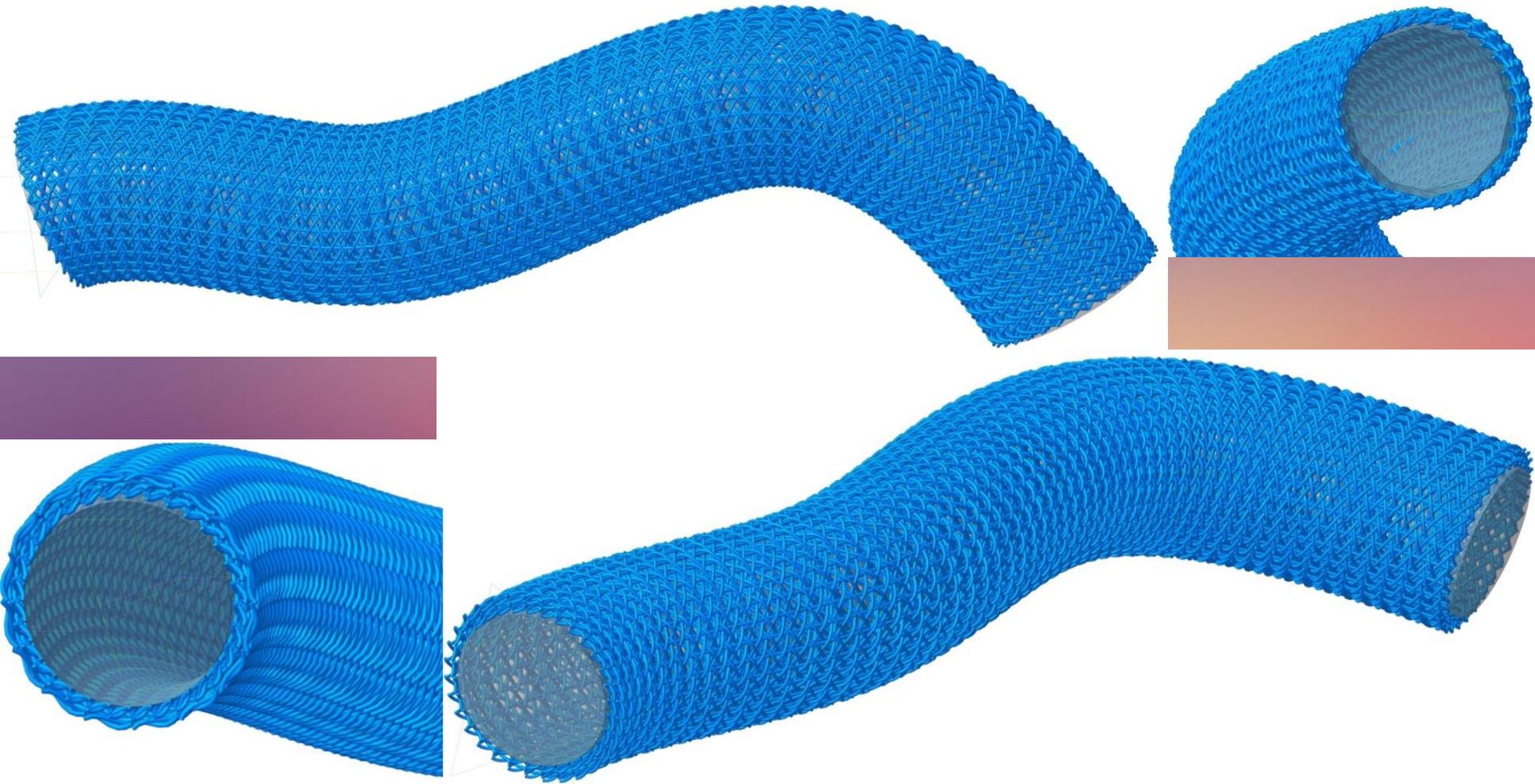
ширина, мм:

толщина, мм:

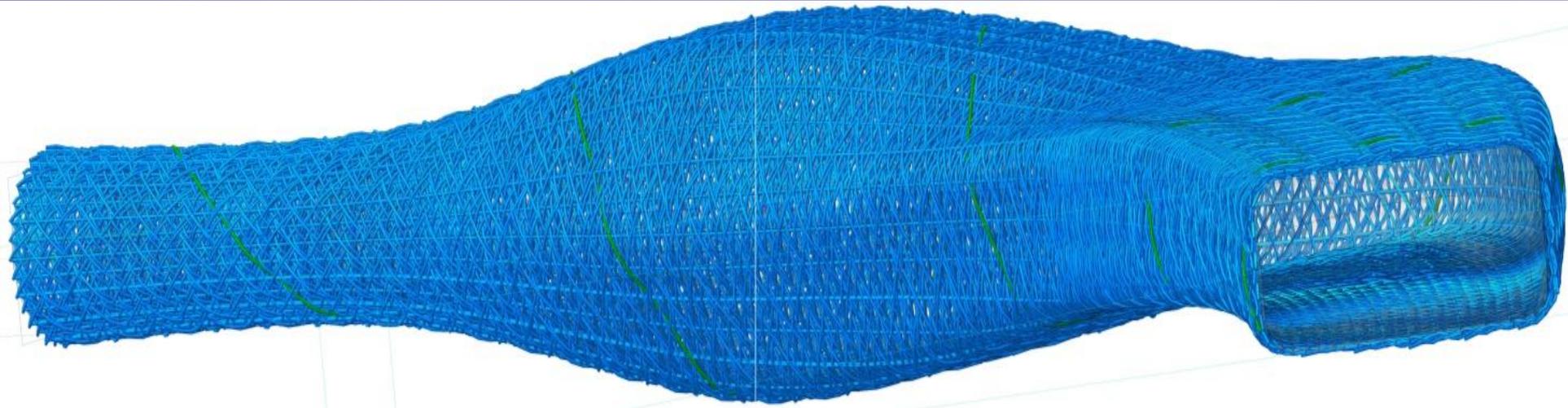
Прямоугольник

Интерфейс
разработанной
библиотеки

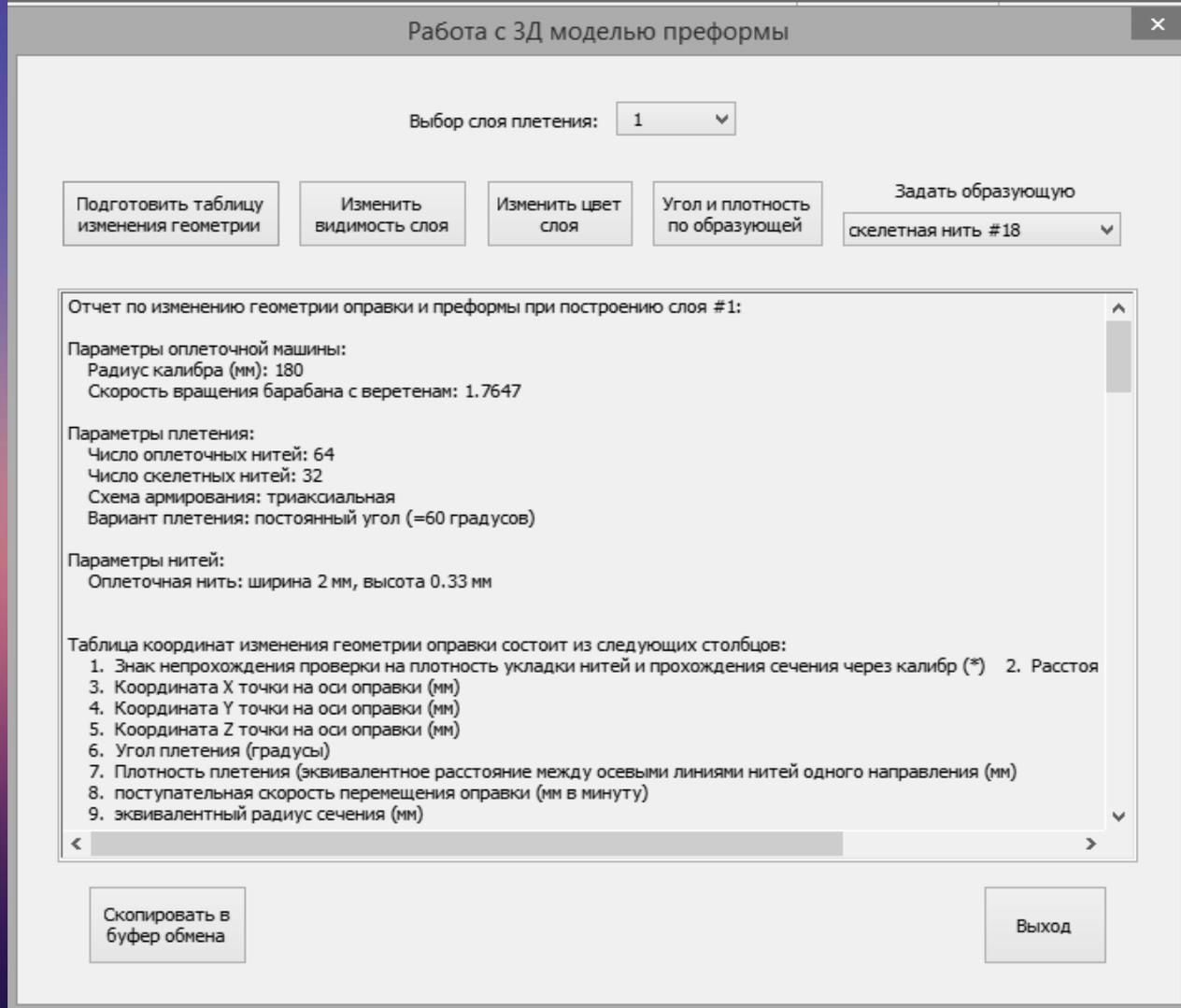
Модель 2-ух плетеных слоев триаксиального армирования



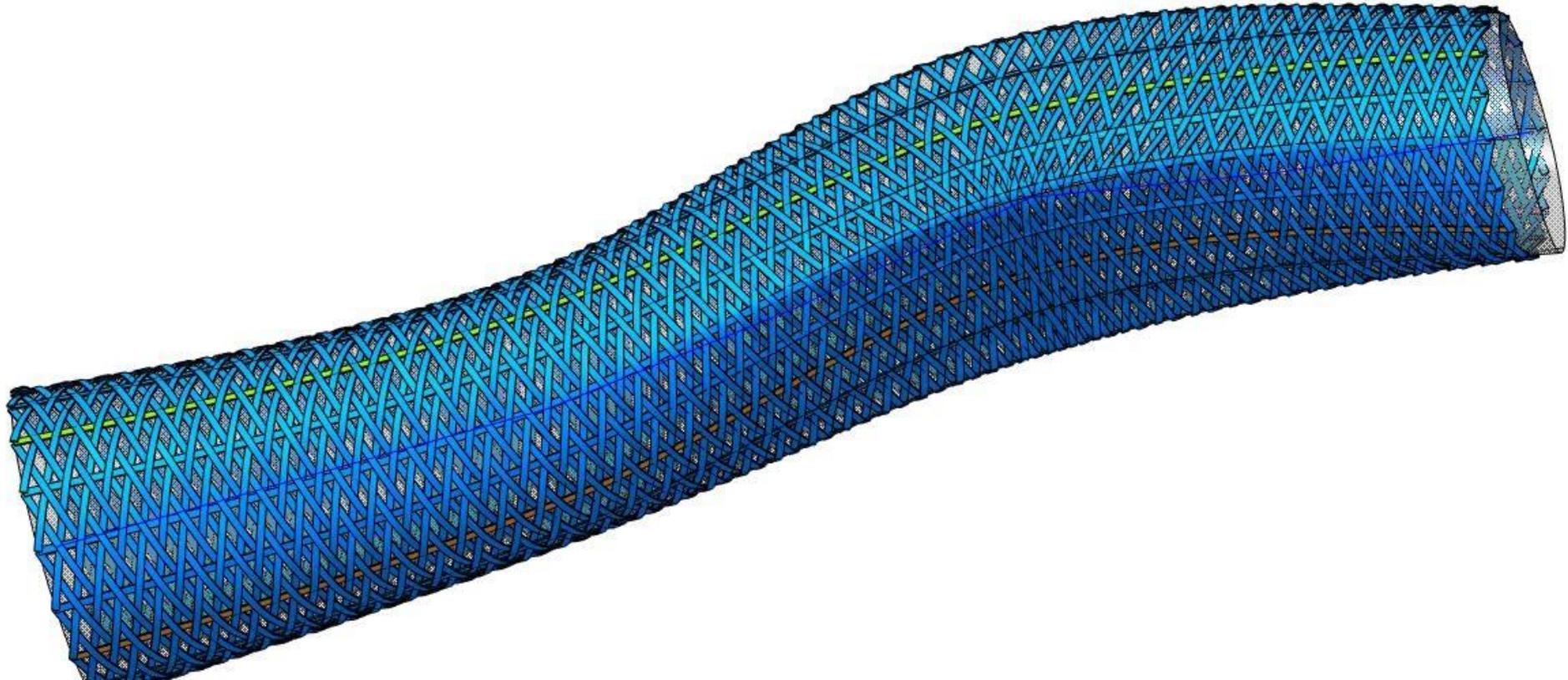
Модель плетеного слоя на комплексной оправке



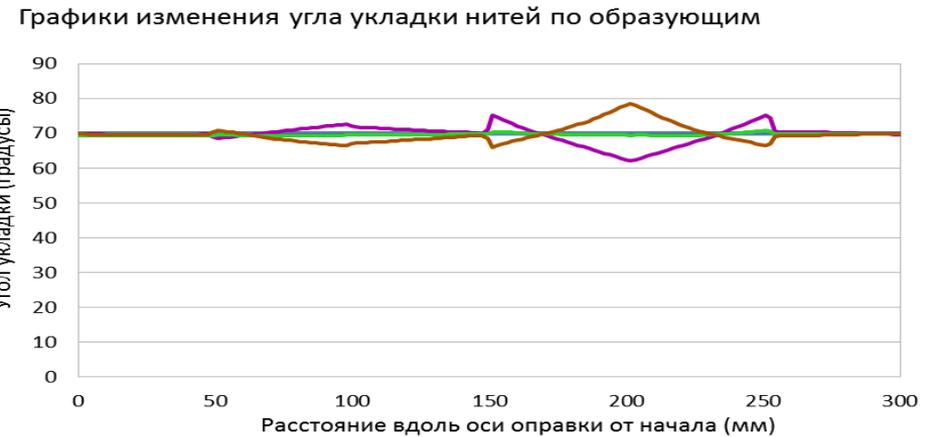
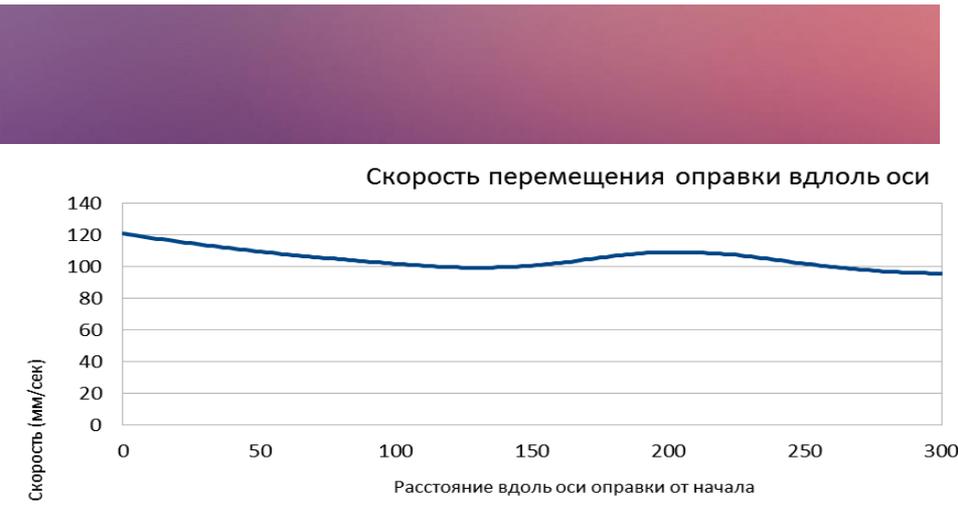
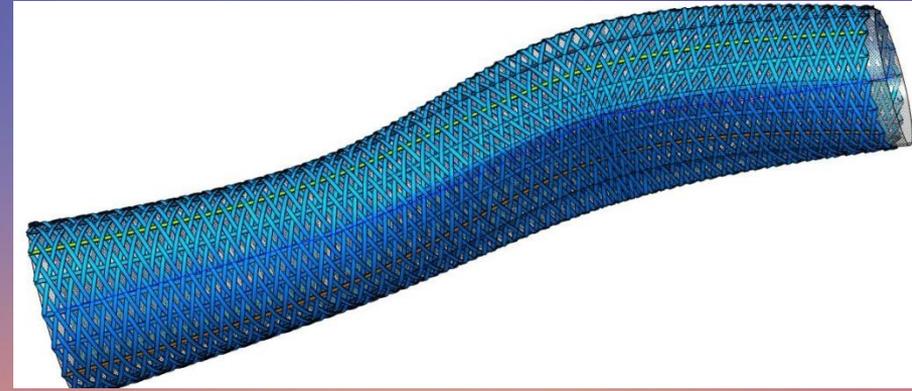
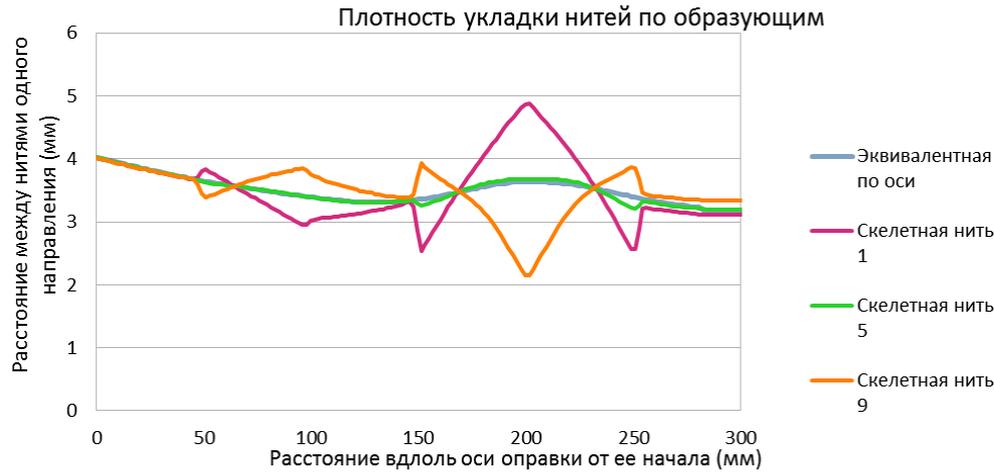
Диалоговое окно результатов построения модели



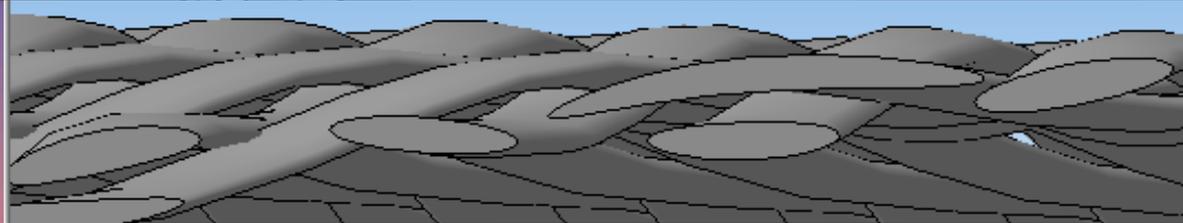
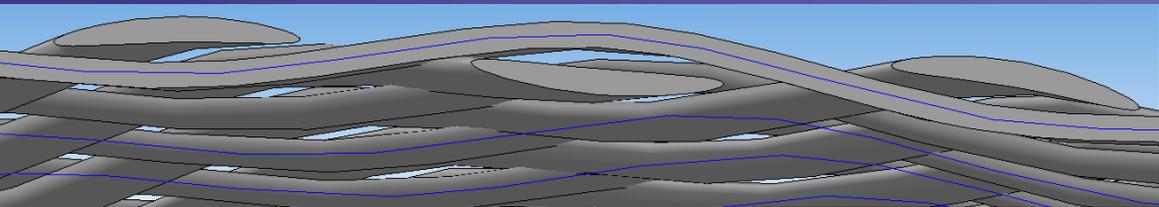
Пример выделения скелетных нитей



Графики параметров плетеного слоя

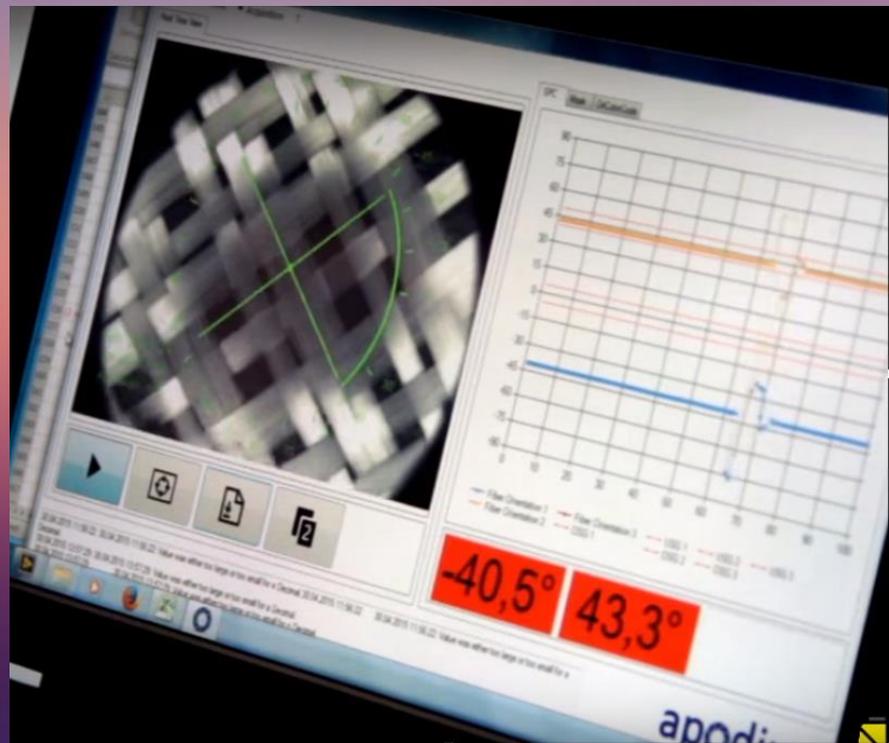
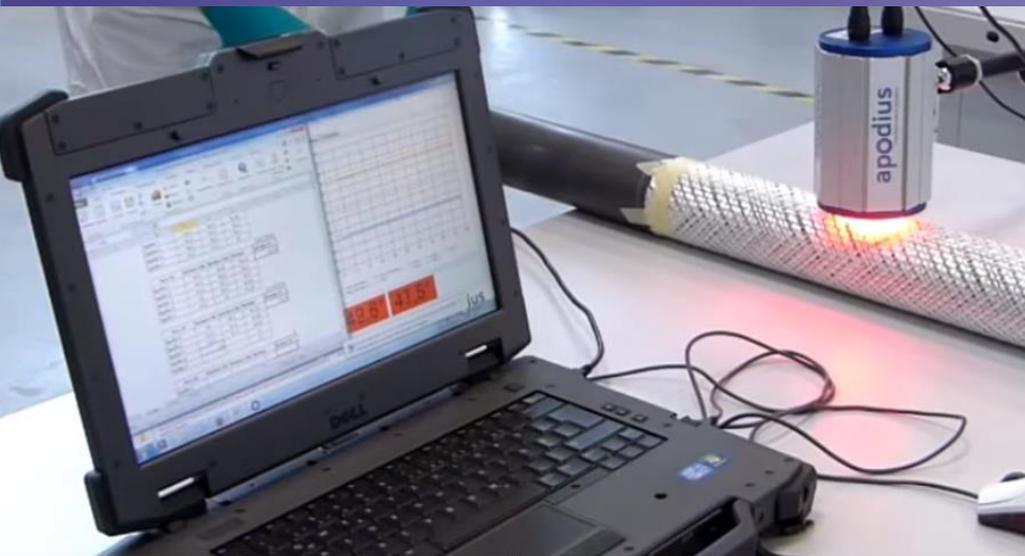


Разрез модели слоя вдоль и перпендикулярно жгуту



Работа выполнена по гранту Правительства Московской области в сферах науки, технологий, техники и инноваций, по теме «Разработка автоматизированной системы перемещения оправки при контурном плетении изделий двойной кривизны и разработка программного обеспечения управления плетельной оснасткой»

Ведутся работы по разработке автоматизированной оптической системы контроля качества изготовления композиционных материалов методом контурного плетения – «машинного зрения»



Автоматизированная установка диагонального плетения 5x5

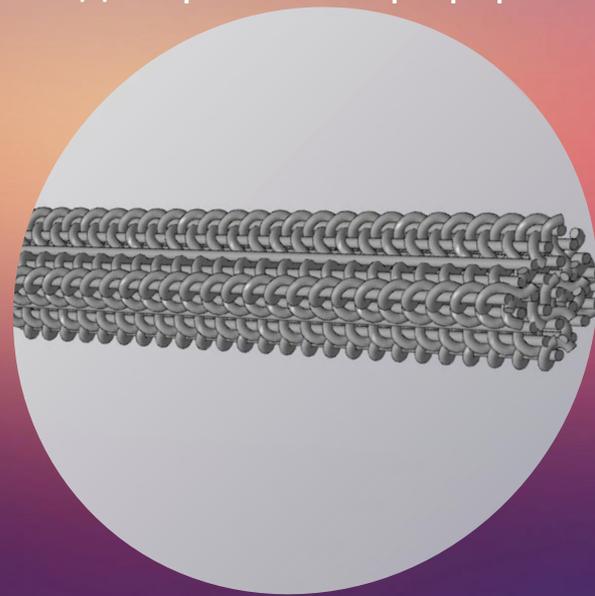


Реализована технология
управления траекторией
движения веретен

Образцы преформ

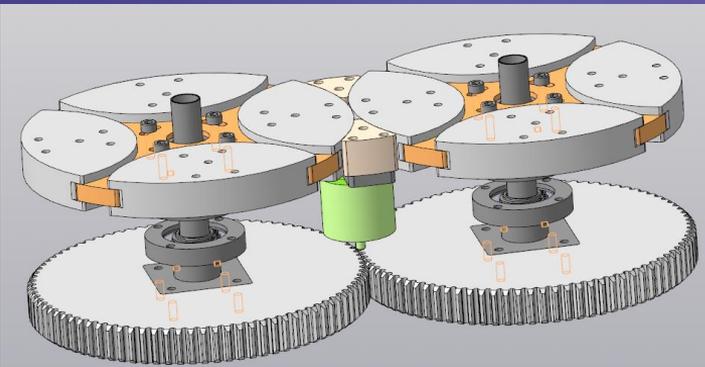


Разработано программное
обеспечение
моделирования преформ



Автоматизированная технология роторного плетения преформ

Элемент роторной установки



Система задания поворота и контроля
положения веретен

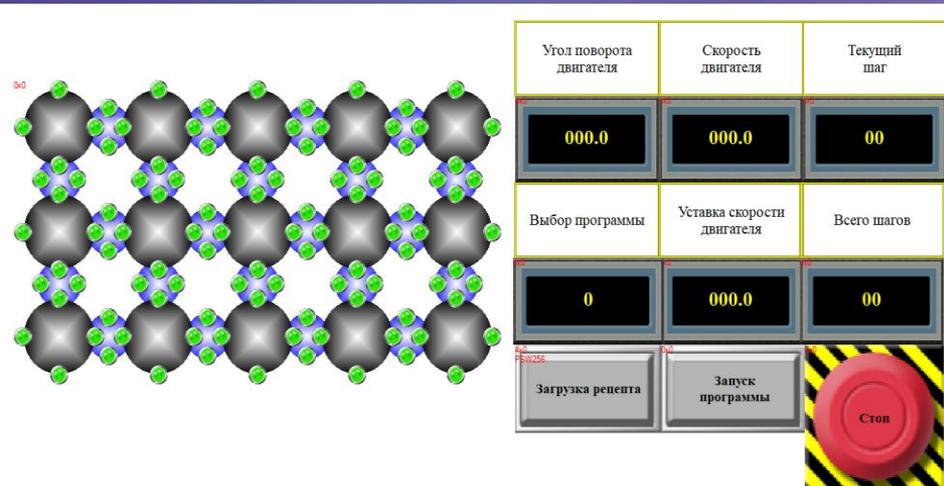


Отработка принципов движения и управления

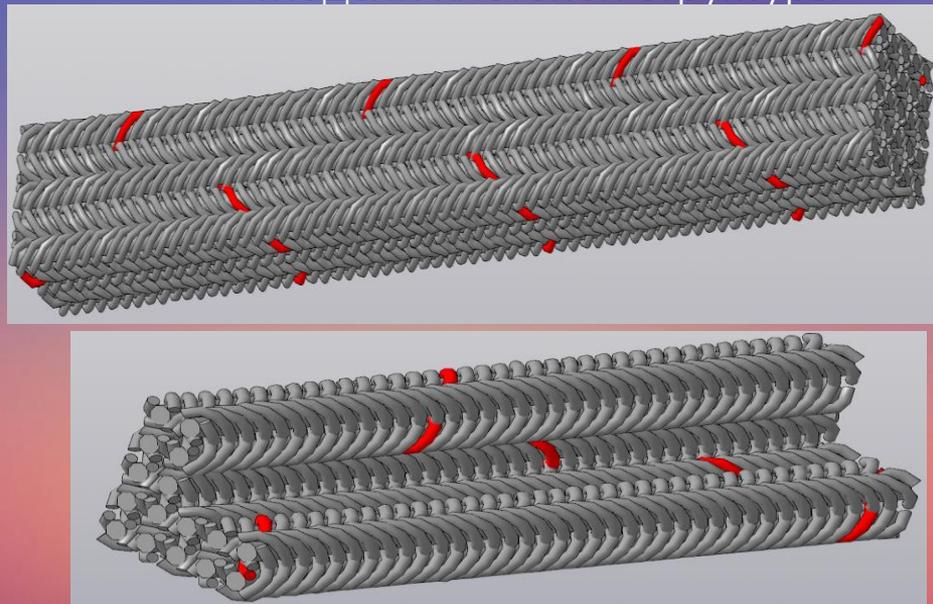


Автоматизированная технология роторного плетения преформ

Система управления роторной установкой



Модели плетеной структуры



Преимущества роторного плетения

- Повышение производительности в 5 и более раз по сравнению с диагональным плетением
- Отсутствие соударений веретен
- Не ограниченные соударениями веретен возможности изменения формы сечения преформы

Плетельно-пултрузионная технология получения трубчатых профилей, стрингеров, шпангоутов и других элементов ферменных конструкций для ЛА и КА



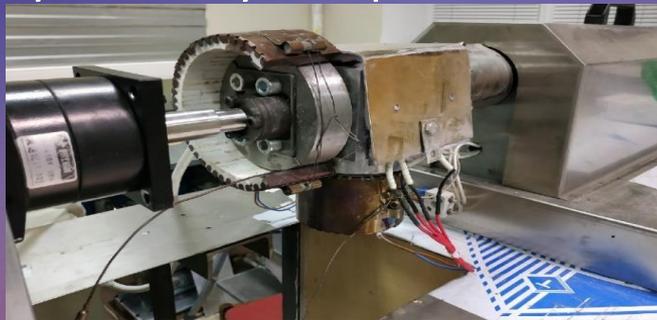
Изготовлена ферменная конструкция для монтажа электропроводки в космических аппаратах для АО «Российские космические системы»



Плетельно-пултрузионная установка на базе ШП-16

Технология изготовления мультифиламентной нити ПЭЭК

Модернизированный экструдер с фильерой для получения мультифилламентной нити из ПЭЭК

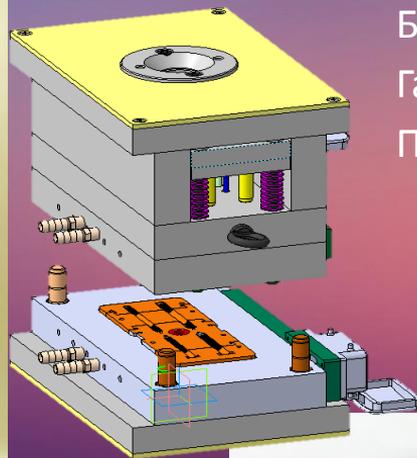


Мультифилламентная нить из ПЭЭК

Технология изготовления изделий из угленаполненного ПЭЭК и стеклонаполненного ПФС

Термотрансферное литьё
конструкционных термопластов

Пресс-форма



Крепежные изделия из РЕЭК 90НMF40 (40% углеродного волокна) или ПФС 1140 L6 (40% стеклянного волокна)

Шпилька М8х80; М6х80; М5х60; М4х60; М3х60; М2,5х30.

Болт М8 х 60; М6 х 60.

Гайка М5; М4; М3; М2,5.

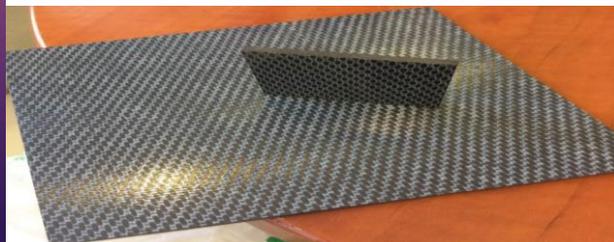
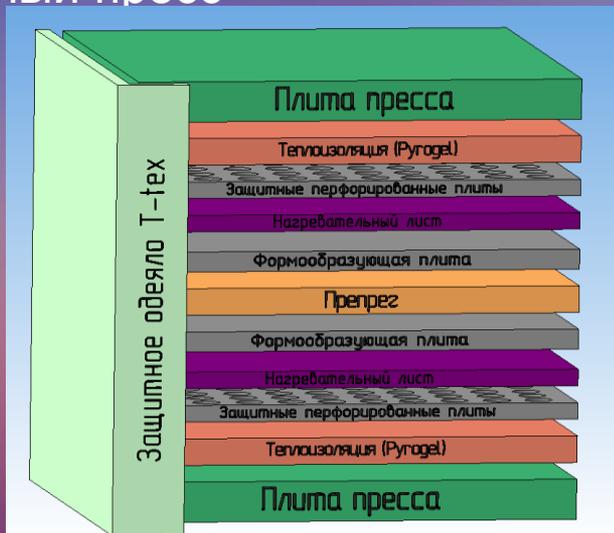
Плотность - 1,3 г/см³

Горизонтальный термопластавтомат Babyplast



Технология получения КМ на основе ПЭЭК и непрерывных армирующих наполнителей

Высокотемпературный пресс



Композиционный материал на основе углеродной ткани УТ-900-3К и пленки ПЭЭК

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

Изготовлены образцы КМ на основе углеродного жгута УМТ40-6К и мультифилламентной нити из ПЭЭК собственного производства

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

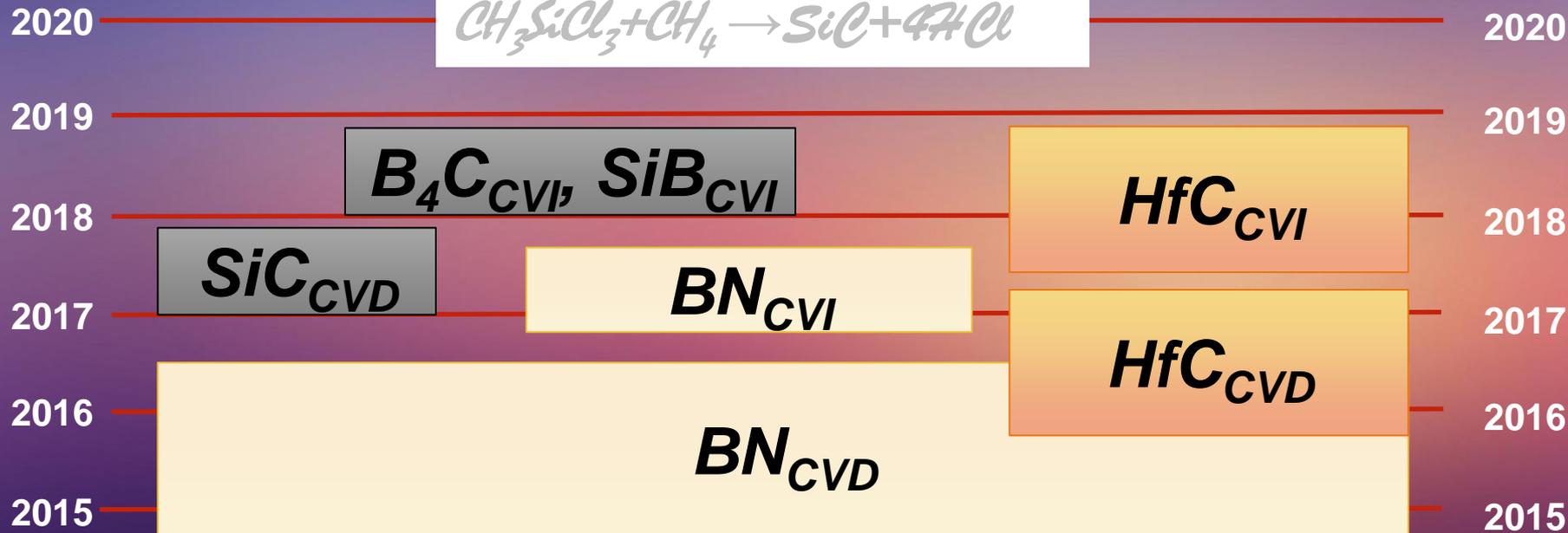
Развитие новых методов химического синтеза тугоплавких соединений из жидкой и газовой фазы



Лаборатория гетерогенного синтеза тугоплавких материалов

Развитие SLS технологий синтеза керамических соединений

Развитие технологий химического осаждения из газовой фазы в МГОТУ



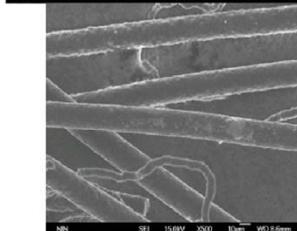
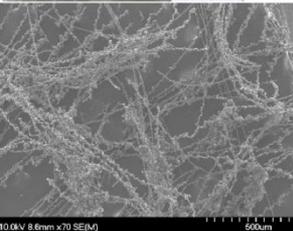
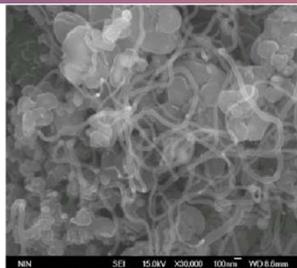
BN B₄C HfC SiC

CVI/ CVD технология получения углеродных матриц



Создание углеродной матрицы из газовой фазы [105]:

а – изотермическим способом; б – термоградиентным способом



Технические характеристики

Напряжение, В	до 40
Ток, кА	до 37,5
Потребляемая вода:	
- давление, МПа	0,3... 0,4
- расход, м ³ /ч	до 50
- взвешенные вещества, мг/дм ³	10... 20
- жесткость общая, мг экв/дм ³	1... 2
Температура изделия, °С	800-1000
Размеры изделия	
- диаметр, мм	500
- высота, мм	1500
Рабочая среда	
- природный газ (цикл уплотнения), давление, мм вод. ст.	150... 500
- расход газа, м ³ /ч	до 30
Масса, кг	5000



CVD технология получения пиролитического BN для электронной промышленности



Внешний вид изделий

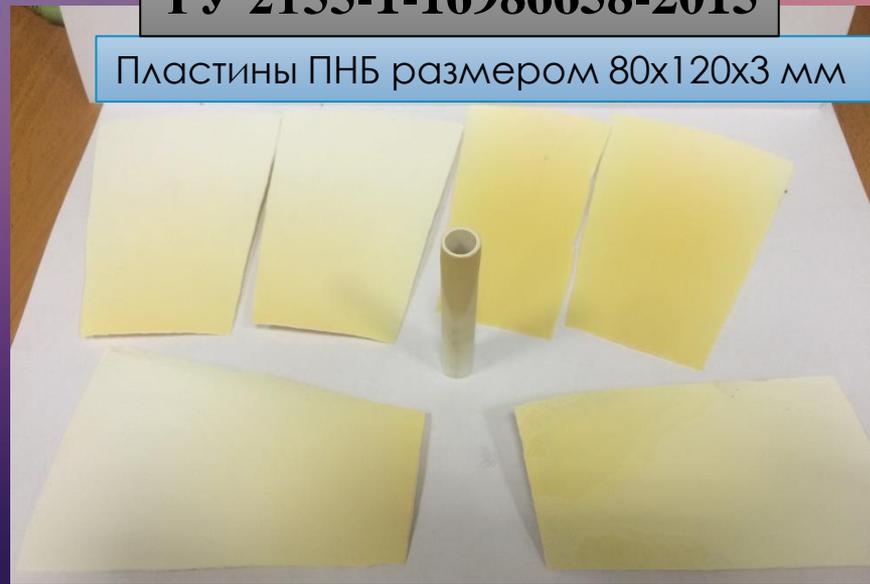
Параметр	Значение
Кристаллическая решетка	гексагональная
Плотность, г/см ³	1,97-1,99
Доля примесей, % ат.	0,01



Реактор проточный
изотермический размерами
рабочей области D100xH300 мм

ТУ 2155-1-16986658-2015

Пластины ПНБ размером 80x120x3 мм



Развитие CVD технологии получения пиролитического BN для электронной промышленности

Реализован Грант «Разработка режимов изготовления относительно толстых (4 ± 1 мм) пластин гексагонального нитрида бора для изделий электронной промышленности»

Основной показатель качества нитрида бора – тангенс угла диэлектрических потерь, получен на уровне японских аналогов: при частоте излучения 150 ГГц $TgA = 1.3 \times 10^{-3}$.

Элементный состав нитрида бора

Элемент	Массовые %	Атомные %
B	48,64	55,10
N	51,36	44,90



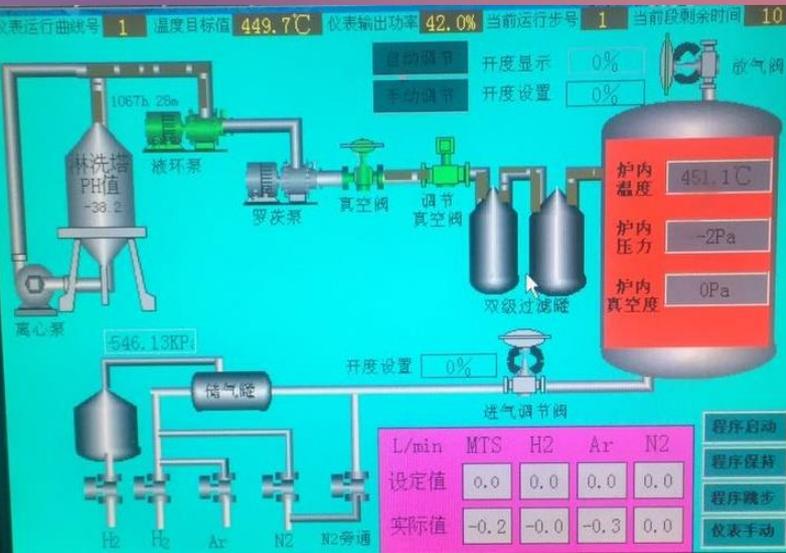
Печь высокотемпературная газовакуумная для осаждения карбида кремния из газовой фазы метилтрихлорсилана (МТС)

Рабочий габарит $\phi 300$, h500.

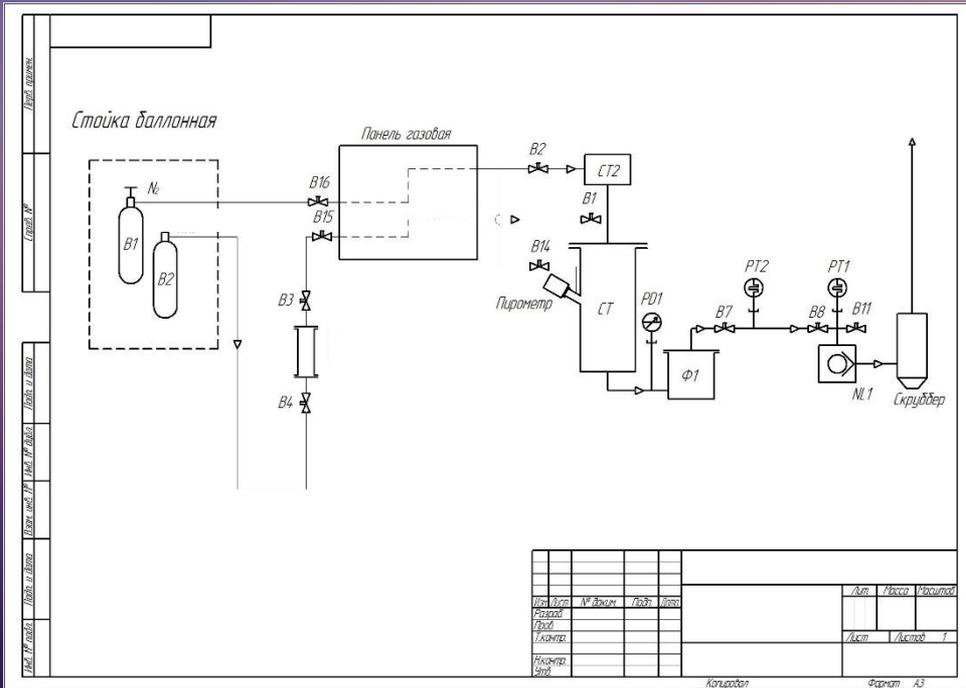
Максимальная температура 1300 С.

Автоматизированная система очистки выбросов.

Работает на МТС, аргон, водород

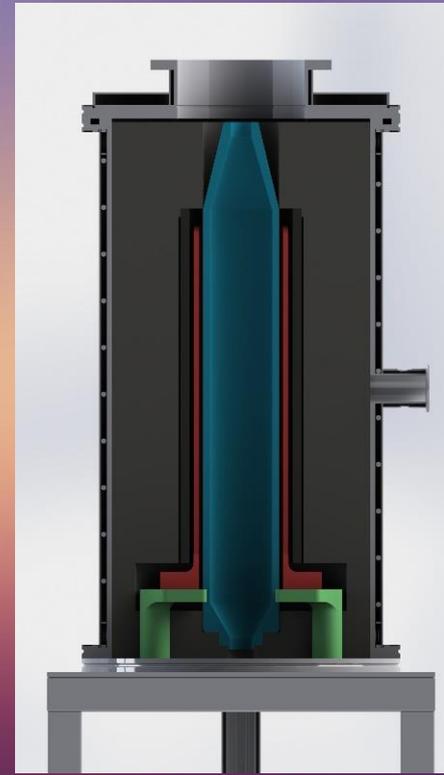


CVD технология получения пиролитического HfC



Размеры химического реактора D80 H 350 мм.

Непрерывный контроль массы преформ и тигля с HfCl₄ в процессе осаждения и испарения.



Инжиниринговый центр оказывает услуги по анализу пористой и микроструктуры композиционных материалов



Эталонный поромер 3.2

+ Программный продукт для анализа результатов порометрии

График интегрального распределения относительного объёма пор по радиусам от 1 нм до 100 мкм

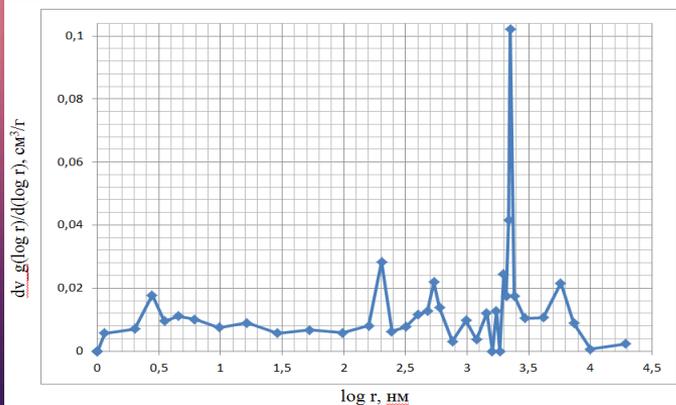
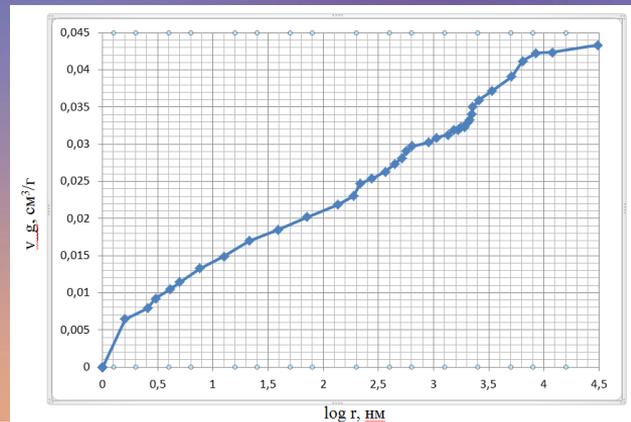


График дифференциального распределения относительного объёма пор по радиусам

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ
ОБЛАСТИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инжиниринговый центр

«Высокотемпературные композиционные материалы»

совместно с ОАО «Композит»

ГОТОВЫ К ВЗАИМОВЫГОДНОМУ СОТРУДНИЧЕСТВУ

Спасибо за

проявленный интерес!

Больше информации на
kompozit-ut.ru

г. Королев, ул. Стадионная, д.1

