



Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ)
Центр композитных технологий КНИТУ-КАИ



РЕАЛИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЦЕНТРЕ КОМПОЗИТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КНИТУ-КАИ

05 октября 2020 г., г.Казань

Назначение центра

Основная задача работы центра – проведение исследований и разработок в области создания композитных конструкций и технологий их производства

- **Разработка новых технологических решений**
- **Решение инженеринговых задач**
- **Трансфер новых технологических процессов в серийное производство**
- **Проведение широкого спектра исследований материалов**
- **Обучение и повышение квалификации работников предприятий**



Образовательная деятельность:

Участие в подготовке кадров по направлениям:

- **Авиастроение 160100;**
- **Материаловедение и технология материалов 150100**

**Профиль – Конструирование
и производство
изделий из композитов**

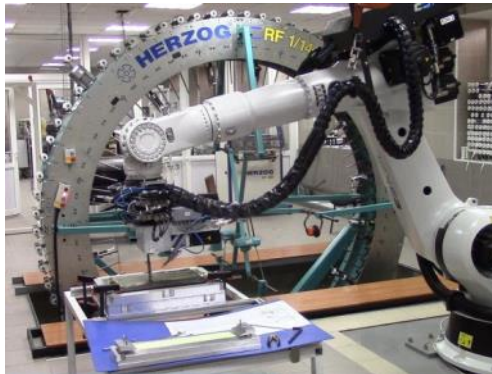
**Повышение квалификации кадров
ВУЗов и промышленных предприятий**



Структура центра

Комплекс исследовательских и учебных лабораторий:

- Моделирования конструкций из КМ и тех. процессов их изготовления;
- Технологии производства;
- Физико-химии композитов;
- Механических свойств и ударостойкости;
- Инновационного оборудования;
- Создания преформ;
- Технологической оснастки;
- Легких конструкций



Этапы разработок

При проведении НИР и ОКР обеспечивается полный цикл разработки изделий от моделирования и расчета прототипа конструкции до изготовления и испытания опытных образцов технологического оборудования и изделий.

Анализ конструкций и моделирование тех. процессов



FiberSTM
PAM-RTM
ANSYS

Проектирование конструкций и оснастки



75
PowerMILL


“Чистая зона”
работа с композитами, раскрой выкладка и подготовка преформ



Изготовление технологической оснастки



Трансферное формование



Автоклавное формование



Контроль геометрии и качества изделий



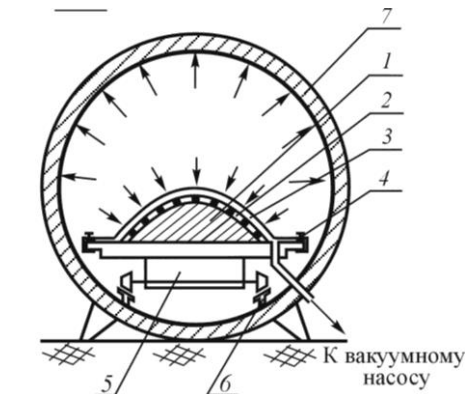
Свойства материалов



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦЕНТРА



Термокомпрессионное формование



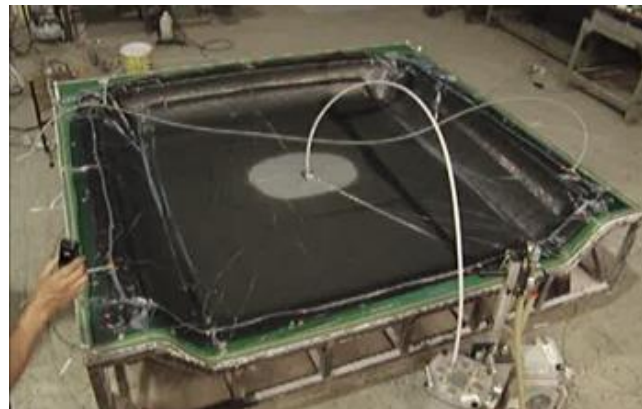
Лаборатория оснащена: автоклавом Panini (Италия), гидравлический прессом, пневматический прессом, термовакуумным столом

Комплексы автоклавного и прессового формования позволяют реализовать процессы изготовления композитных конструкций из полимерных композиционных материалов с температурами формования до 250 гр.С и давлениях до 10 атм.



Трансферного формование

- INFUSION
- RTM
- LIGHT RTM
- RFI



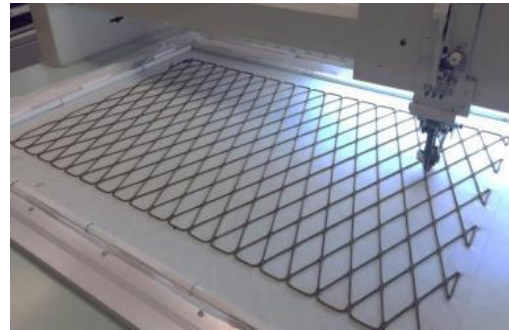
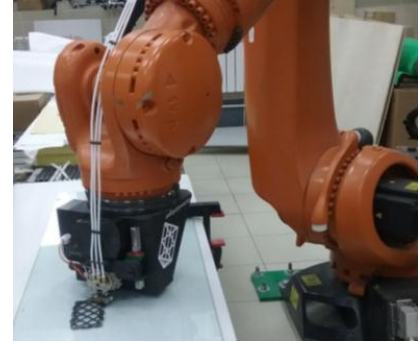
Термоинфузион-ный автоматизи-
рованный центр (SAT + Isojet),
Комплекс оборудования для RTM
процесса (пресс + RTM установка
Wolfangel), Инфузионная установка
Vasmobile (Италия) Установка
Wolfangel (Германия) для реализации
RTM и Light-RTM (полиэфирные
смолаы)



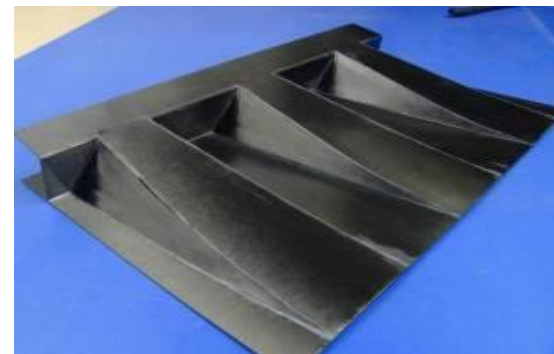
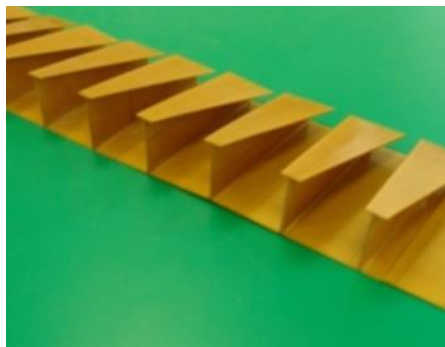
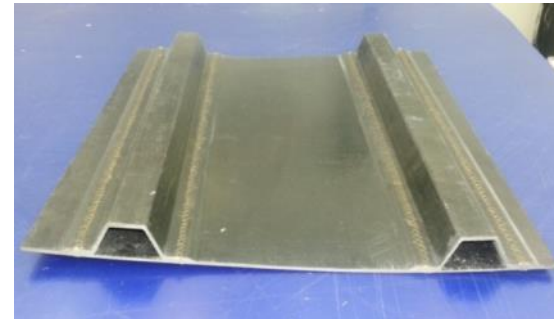
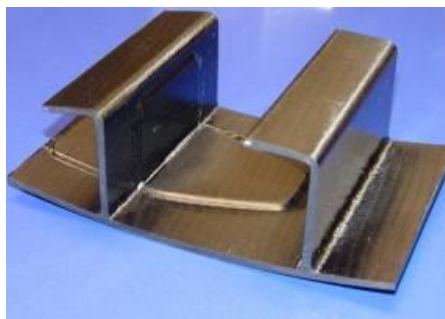
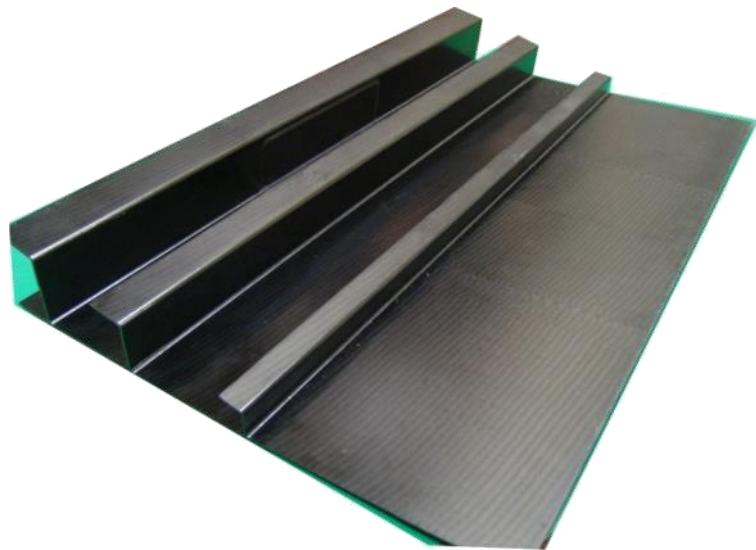
Изготовление преформ

- TFP (направленная укладка)
- раскрой и сборка комплексных преформ
- плетение
- tufting (прошивка)
- вязание
- пространственная выкладка
- 3d ткачество*

* Изготовление 3D тканых преформ проводится компаниями партнерами ЦКТ КНИТУ-КАИ



Автоклавное формование интегральных конструкций

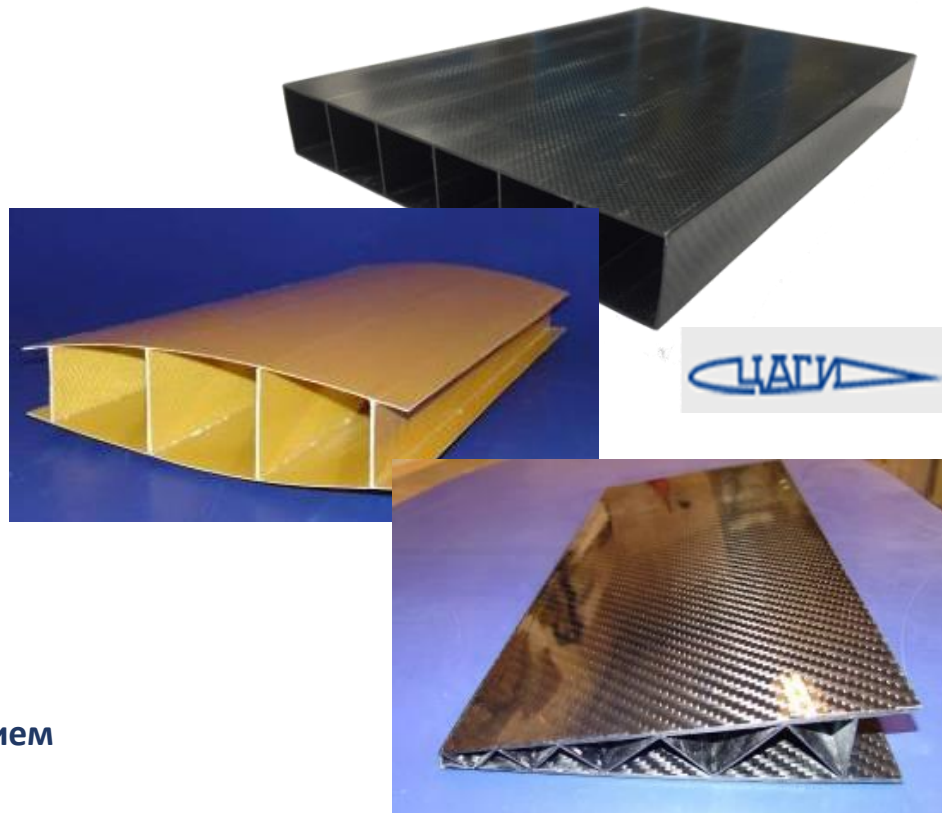
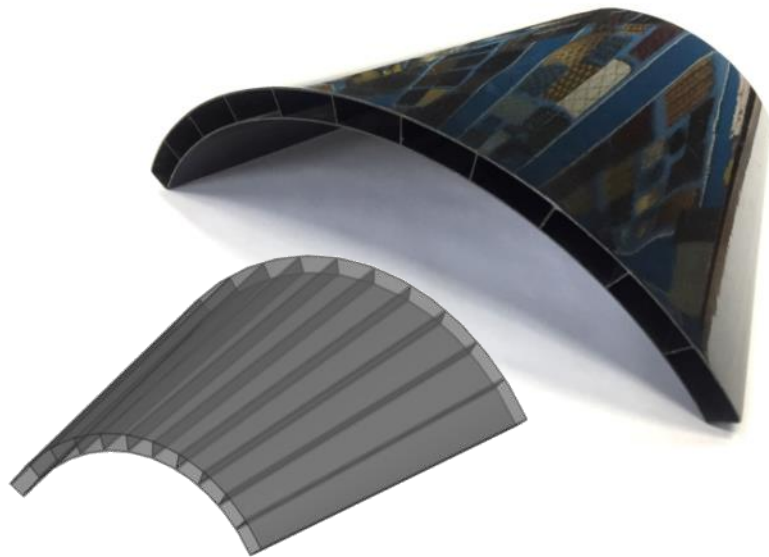


Изготовление панелей с интегрированным силовым набором (стрингеры, нервюры, лонжероны).

Метод формования – автоклавный.



Автоклавное формование интегральных конструкций



**Изготовление многослойных панелей с интегральной силовой конструкцией
Метод формования – автоклавный с использованием удаляемых вкладышей.**



Вакуум-печное формование



Разработка и изготовление панелей планера самолета, обтекателей вертолета.

В рамках проекта проводилось обучение специалистов КВЗ проектированию композитных элементов вертолета с использованием программ NX и FiberSim, разработке и изготовлению композитной углепластиковой оснастки.

Вертолет АНСАТ с обтекателем рулевого винта



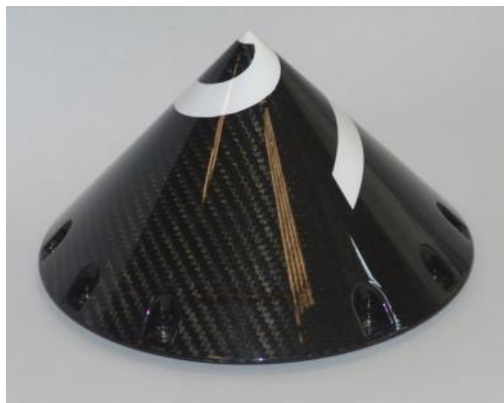
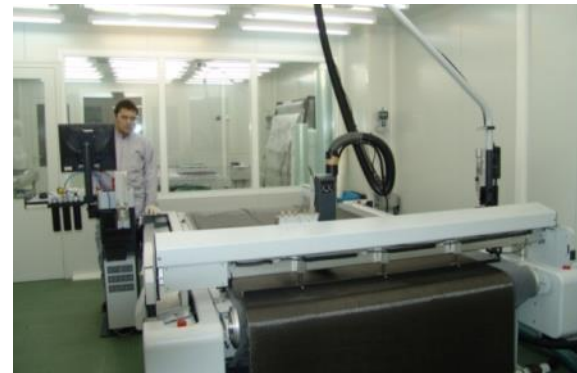
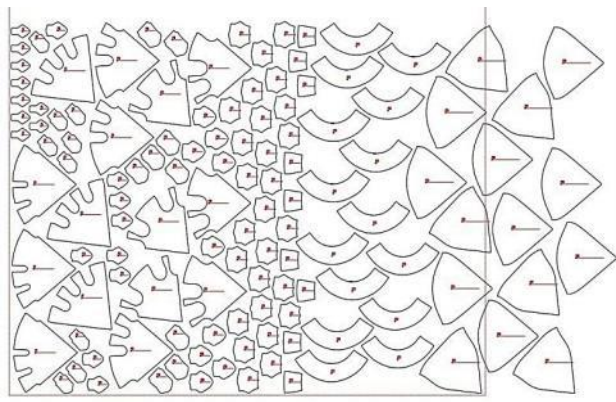
Трансферное формование крупногабаритных панелей



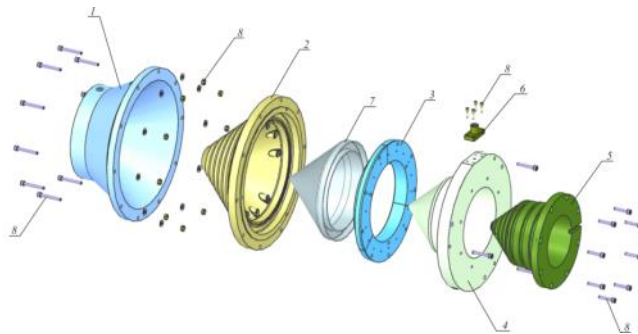
Реализация Light-RTM процессов для
изготовления крупногабаритных
автомобильных деталей



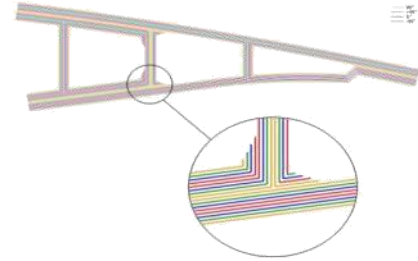
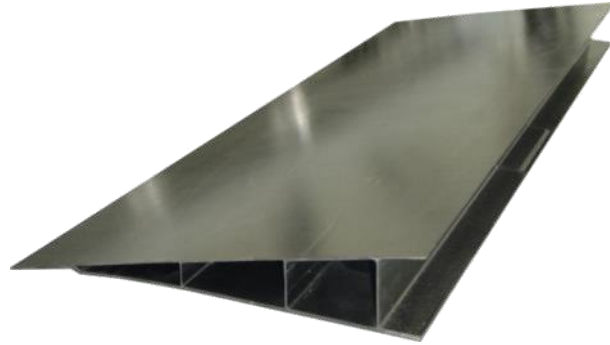
RTM – формование прототипа кока двигателя SAM-146



Проектирование субреформ детали



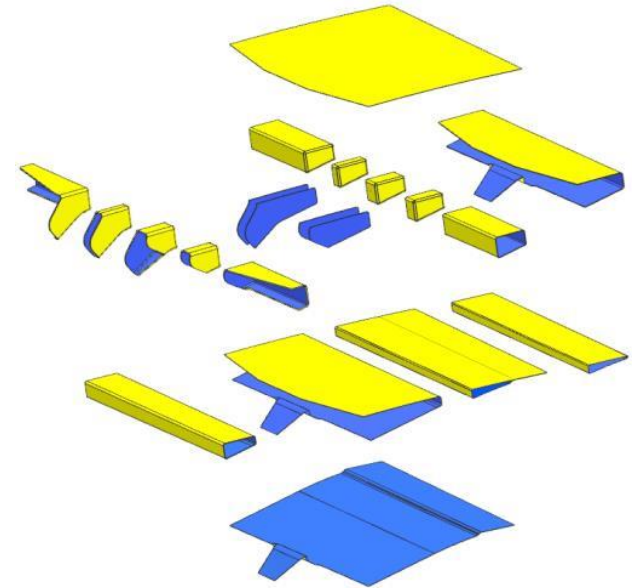
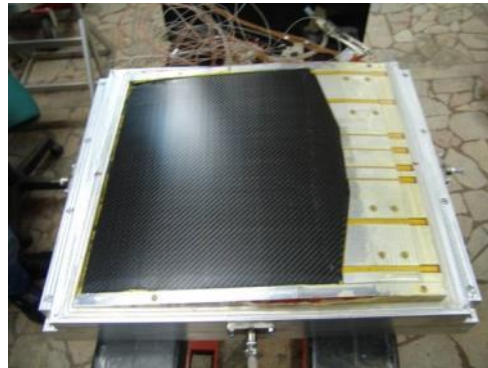
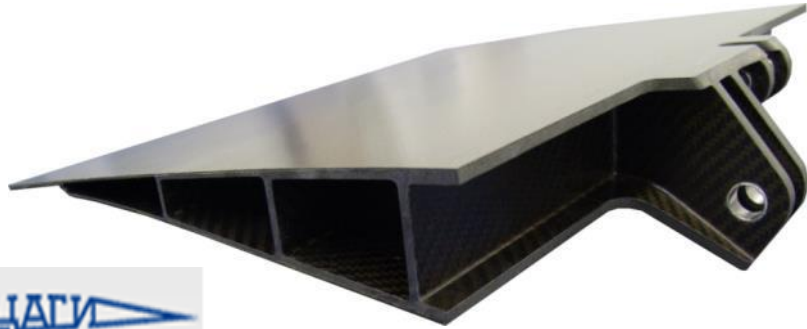
Концепты интерцептора крыла самолета



Разработка концепта
интерцептора самолета SSJ-
100 интегральной
конструкции.
Создание преформы с
использованием
мультиаксиальных тканей.
RTM-формование.



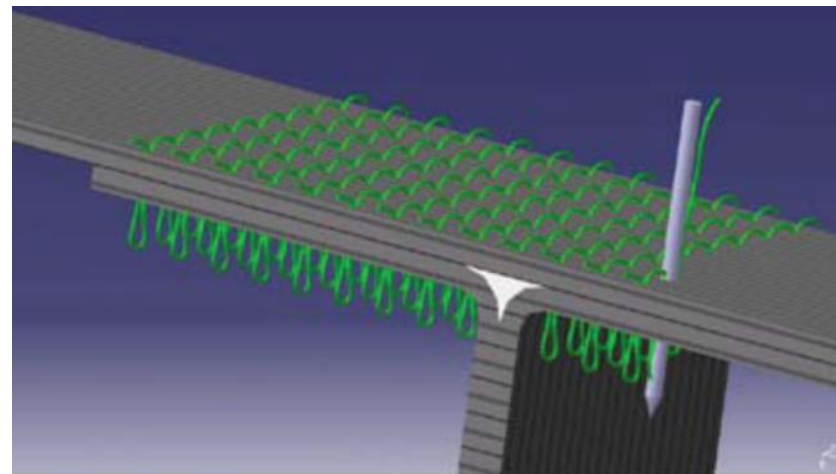
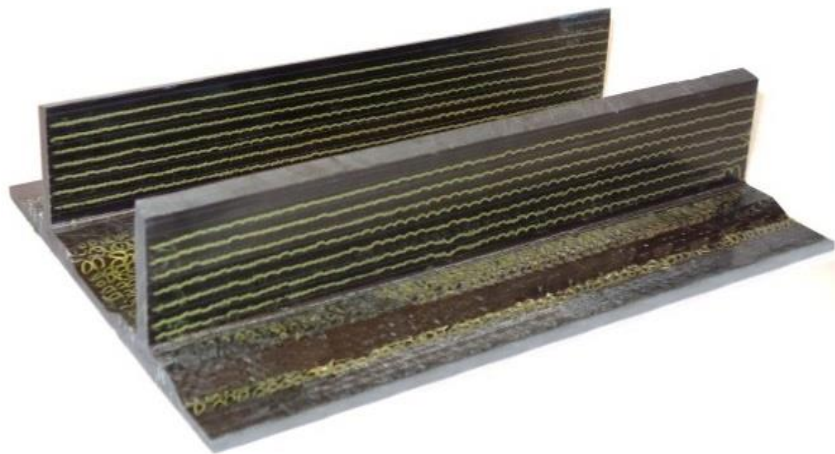
RTM-формование интегральной конструкции



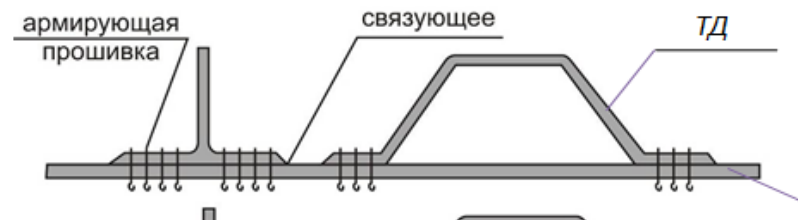
Пример создания комплексной преформы
интерцептора самолета с интегрированными
кронштейнами



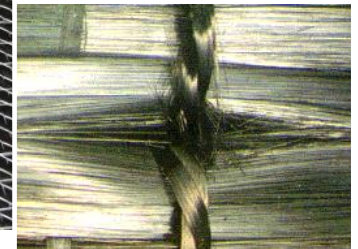
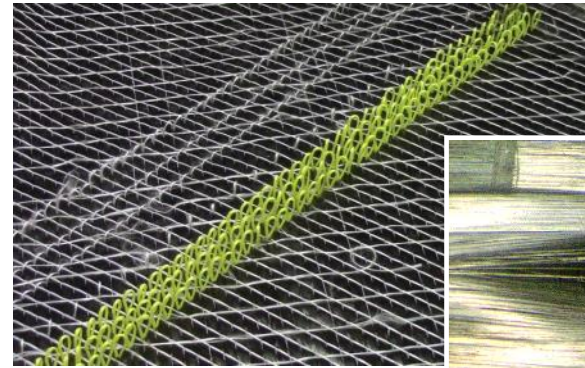
Усиление стрингерных панелей прошивкой



Способ предназначен для скрепления пакета «сухих» армирующих материалов, а также для повышения межслоевой прочности за счет армирования в трансверсальном направлении.



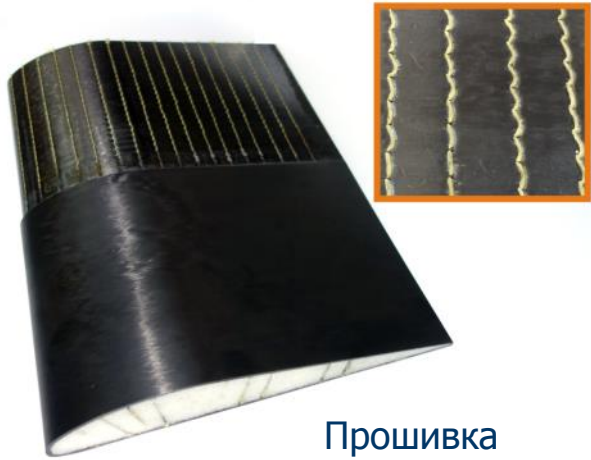
Технологическое оборудования для прошивки



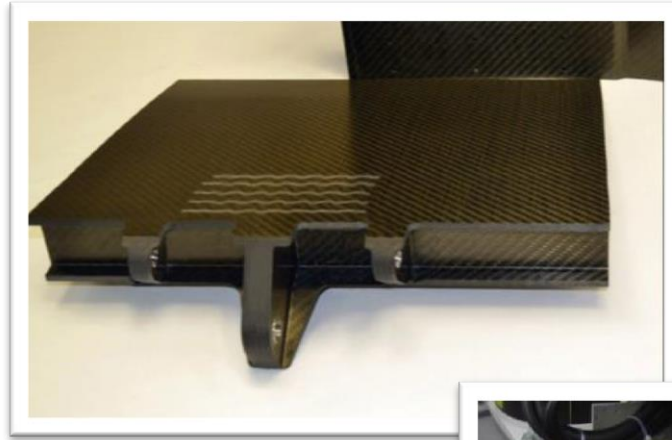
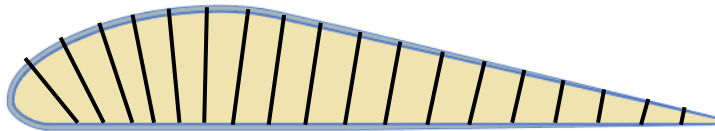
Прошивочные головки KSL смонтированные на роботах KUKA для прошивки открытым и закрытым стежком преформ и препрегов



Варианты применения метода прошивки



Прошивка криволинейной панели - лопасти вертолета.



Усиление зоны соединения элементов кронштейна.

Метод изготовления:
выкладка,
tufting, RTM
формование



СОЗДАНИЕ ПРЕФОРМ С НАПРАВЛЕННО-АРМИРОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ



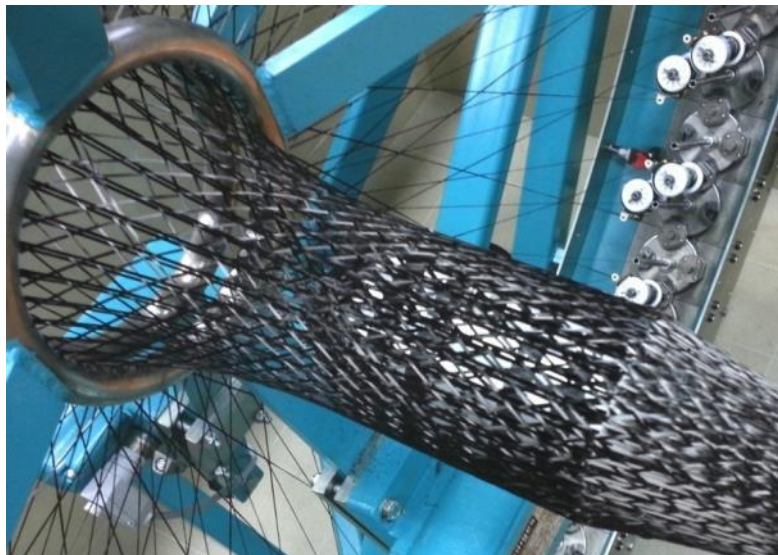
Радиальное плетения



Комплекс радиального плетения Herzog&Kuka



Радиальное плетение

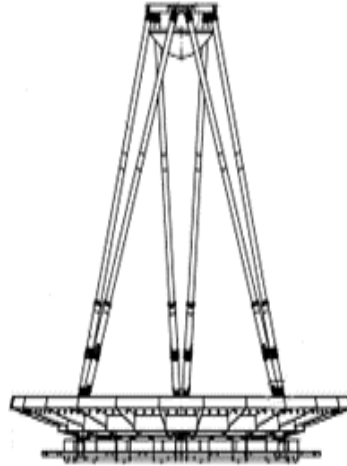
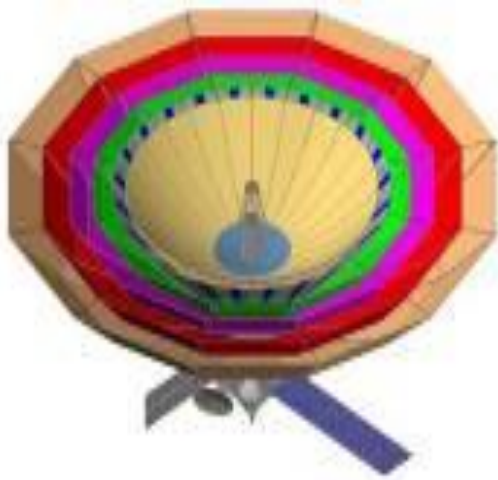


Применение технологии создания элементов конструкций с би- и три аксиальной схемой армирования методом радиального плетения и RTM формования:

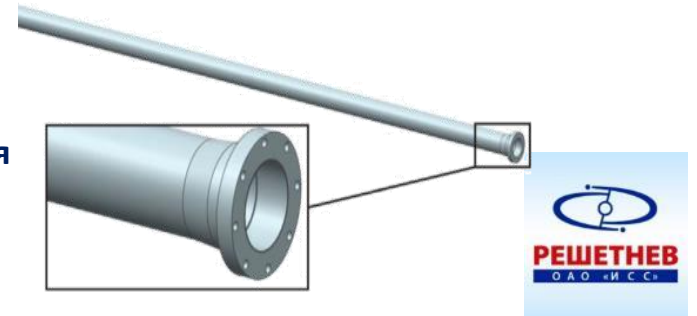
- Замкнуты профили различного сечения;
- Рукава;



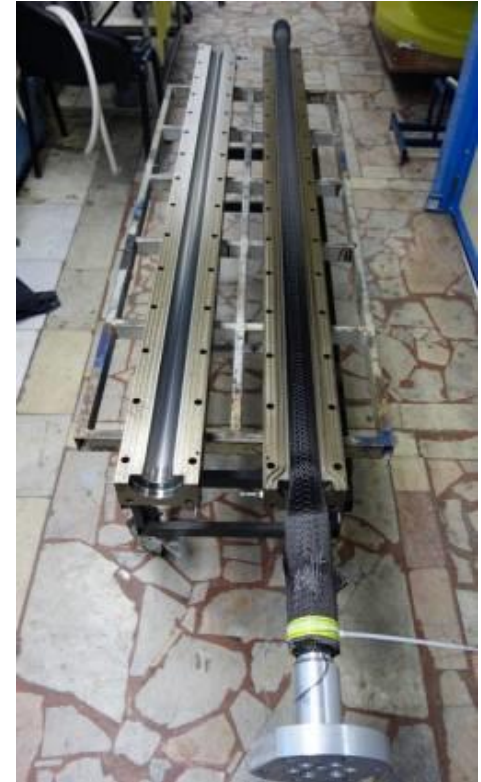
Термостабильные трубчатые элементы



Разработка и изготовление штанг контррефлектора космической обсерватории Милимитрон.
Обеспечивается низкий коэффициент термического расширения и высокая жесткость штанг на продольное сжатие.
Метод изготовления: Радиальное плетение и RTM формование.



Технологическая оснастка



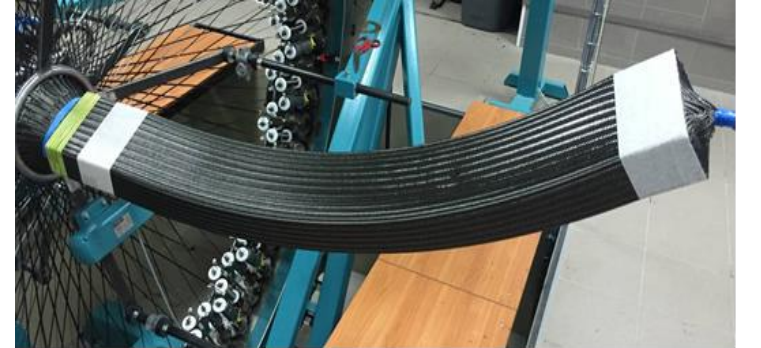
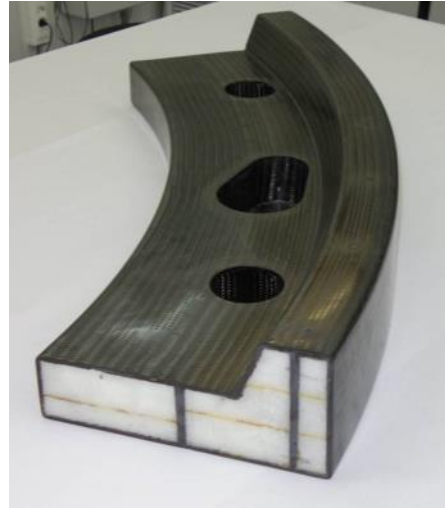
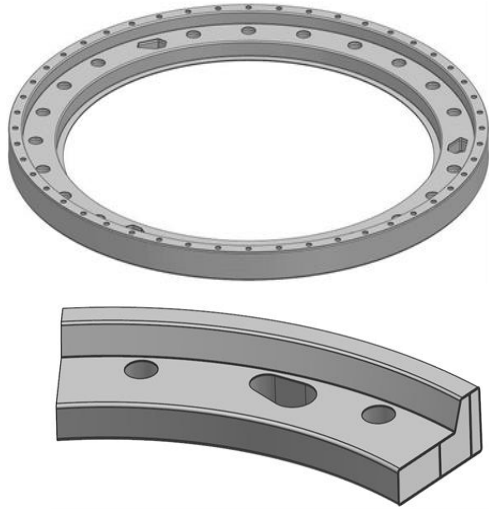
Обеспечивается бесшовное триаксиальное армирование трубы. Возможность варьирования углами плетения и выбором типов и характеристик армирующих волокон (от 1 до 24 К), в том числе высокомодульных углеволокон, арамидных волокон типа Русар, стекловолокон.



Термостабильные фитинги



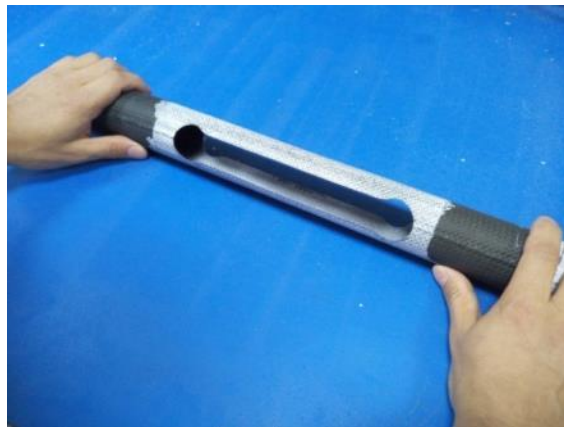
Опорные конструкции космических аппаратов



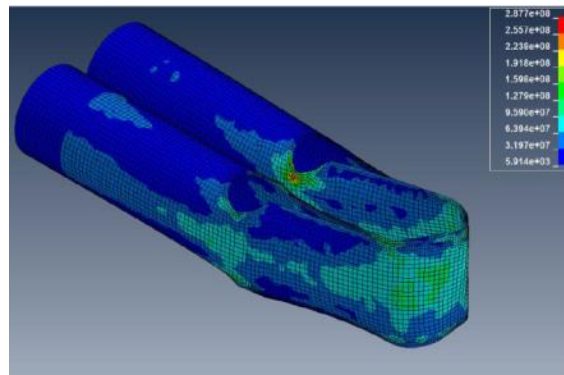
**Разработка и изготовление фрагмента опорной конструкции космической обсерватории Миллимитрон.
Метод изготовления: Радиальное плетение и RTM формование.**



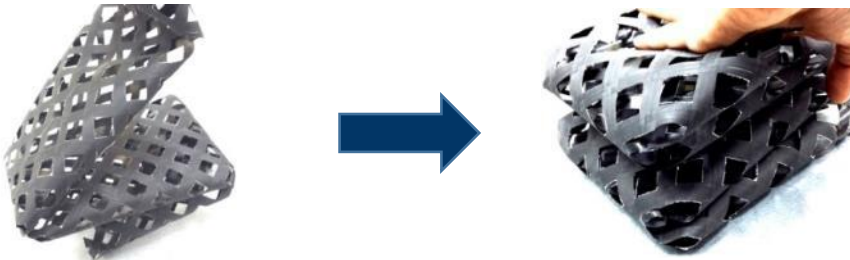
Элементы бесшарнирных каркасов для КА



Разработка методов проектирования и производства композитных упруго-трансформируемых пространственных крупногабаритных конструкций с бесприводным разворачиванием для космических аппаратов



Сетчатые трубы



Разработка трубчатых элементов с заданными упругими характеристиками от высокой жесткости до возможности складывания.
Метод изготовления:
Радиальное плетение преформы и инфузионное формование.



Трансмиссионные валы



Разработка композитных трансмиссионных валов для перспективного вертолета.

Метод изготовления: радиальное плетение преформы и инфузионное формование.

Работа выполняется совместно с МВЗ им. Миля и ФГУП ВИАМ.



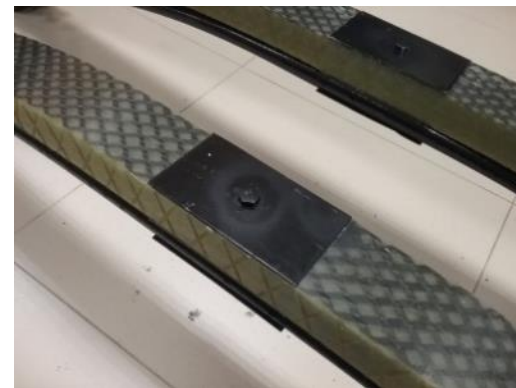
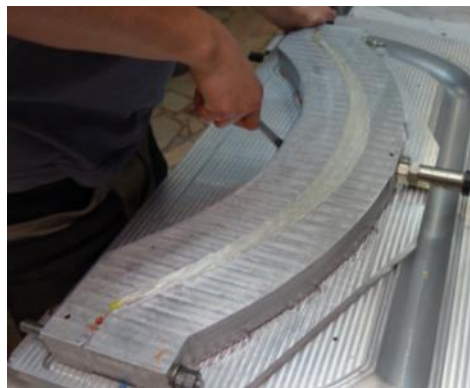
Силовые элементы грузового автомобиля



Балка поперечной устойчивости.

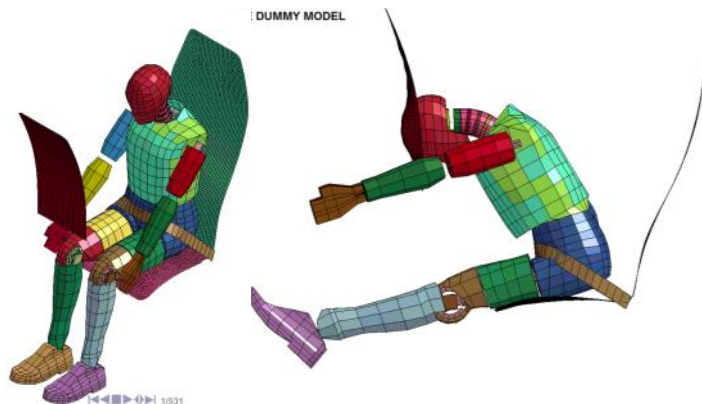
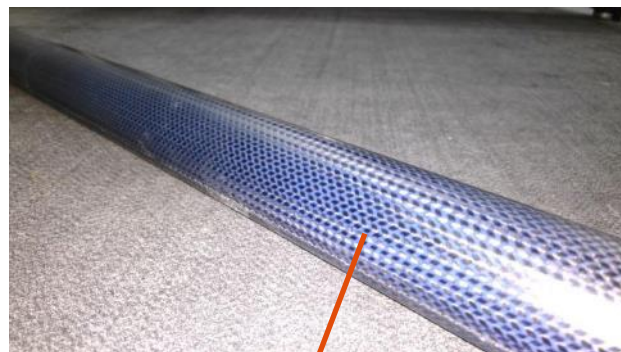
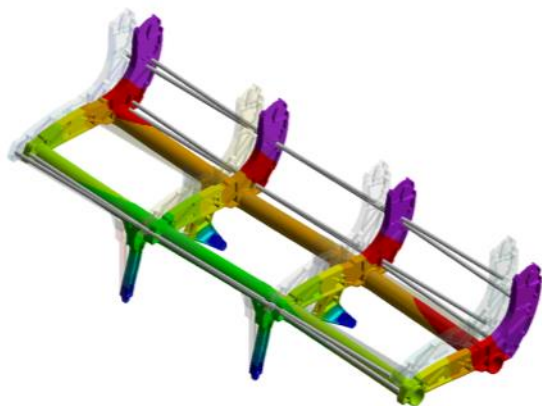


**Радиальное плетение
комбинированной преформы рессоры
автомобиля из стеклянных и
углеродных волокон. RTM-формование.
Разработка композитных концептов
балки стабилизатора и рессоры а/м
Камаз.**

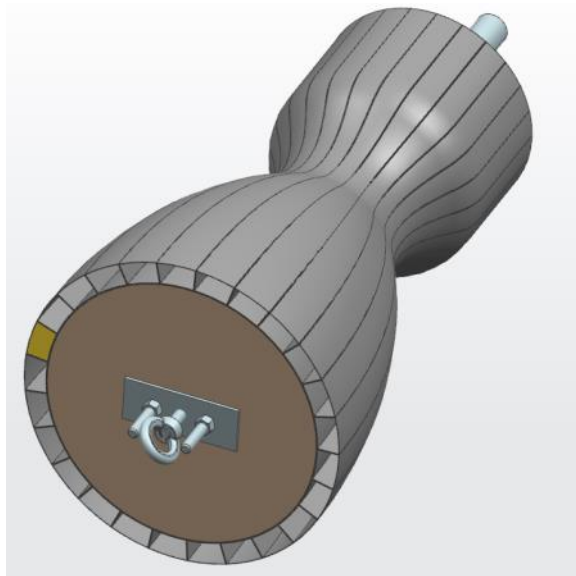


Расчет и изготовление элементов каркаса кресла

Оптимизация каркаса пассажирского самолета. Реализация возможностей программировать свойства трубчатых элементов кресла из КМ на кручение и изгиб.



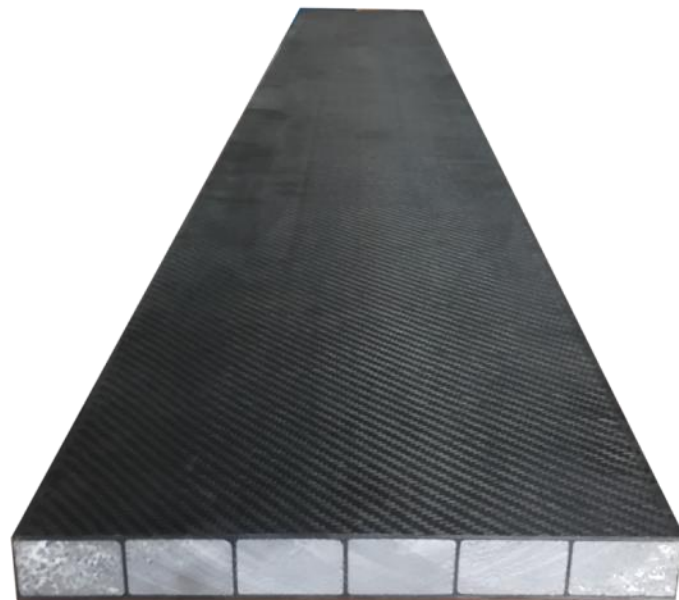
Радиальное плетение - Многостеночные конструкции



3D модель МРД на оснастке



Макет сопла РД



Многостеночная плоская панель



Технология изготовления многостеночных конструкций

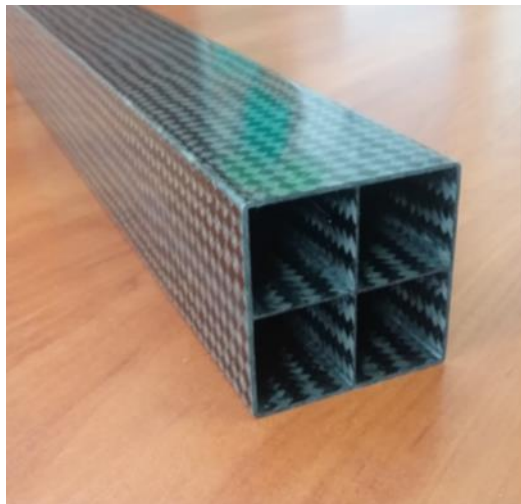
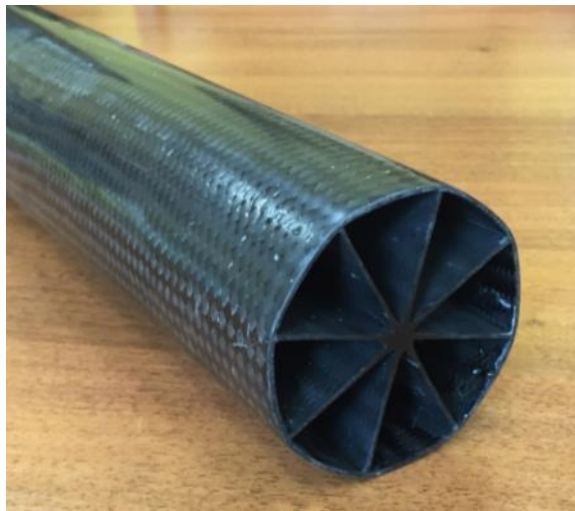


Основные операции:

- Плетение вкладышей (элементы внутренней структуры сопла);
- Плетение внутреннего контура сопла;
- Сборка вкладышей на внутренний контур;
- Плетение внешнего контура сопла;
- Инфузионная пропитка.



Радиальное плетение - многостеночные профили



**Повышение прочности и устойчивости трубчатых элементов
в силовых конструкциях .**

**Метод изготовления: Радиальное плетение и трансферное
формование.**



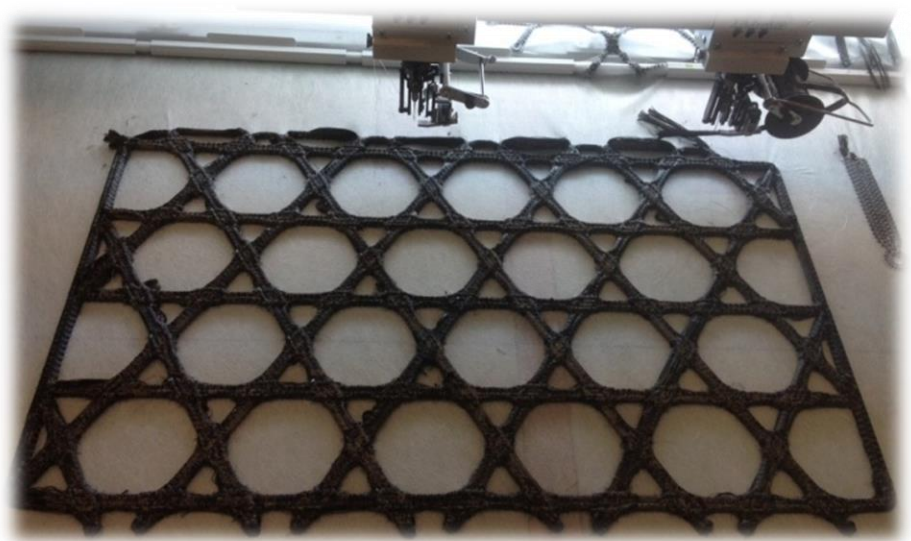
Направленная выкладка (TFP)



Направленная выкладка волокна



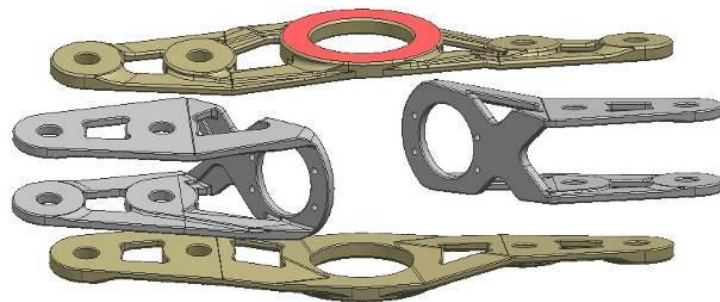
Оптимальное размещение армирующих волокон по линиям действия основных усилий в конструкции



Анизогридные конструкции



Втулка рулевого винта вертолета



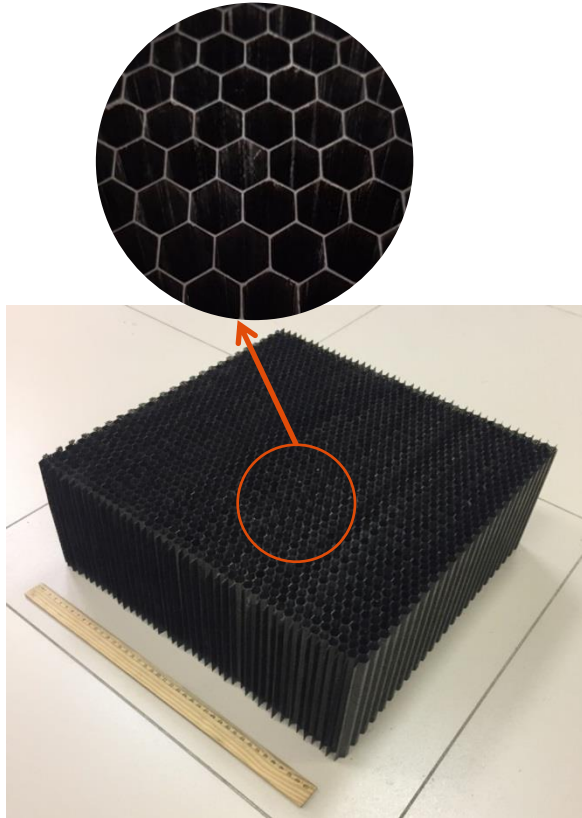
TFP метод позволяет максимально реализовать прочностные свойства армирующих волокон в силовых конструкциях.



ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ



Углепластиковые сотовые наполнители



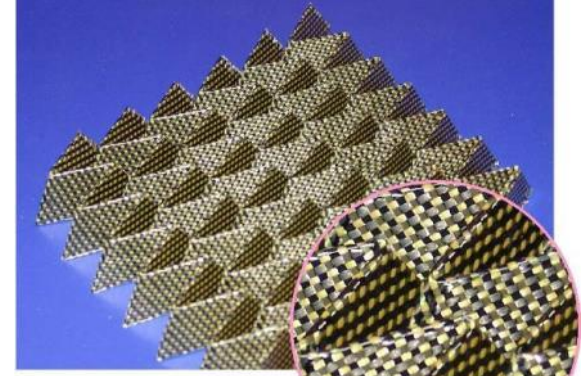
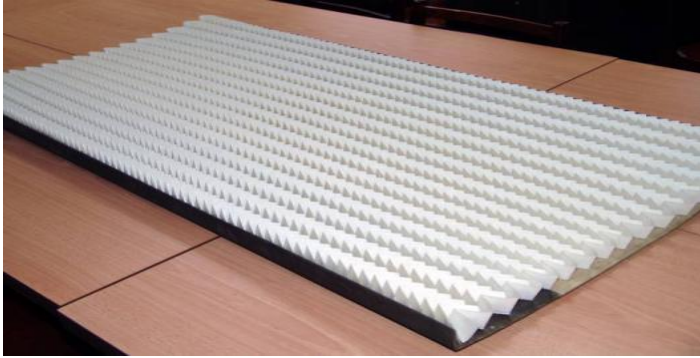
Разработаны 2 технологических процессы изготовления сотовых наполнителей из углепластика:

- методом радиального плетения и инфузионного формования;
- Методом последовательного гофрирования полос из углепрепрега их сборки и формования при требуемых условиях.

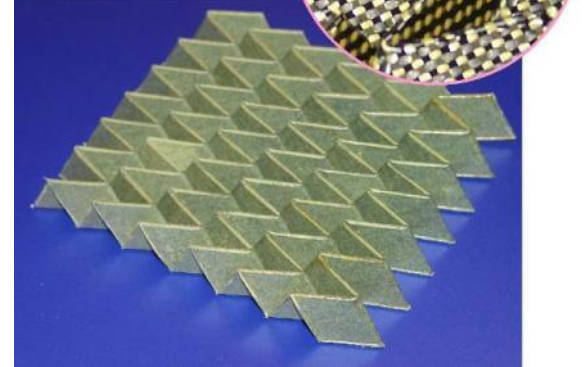
У стотоблока обеспечивается низкая плотность, высокая прочность и воздушно проницаемая структура.



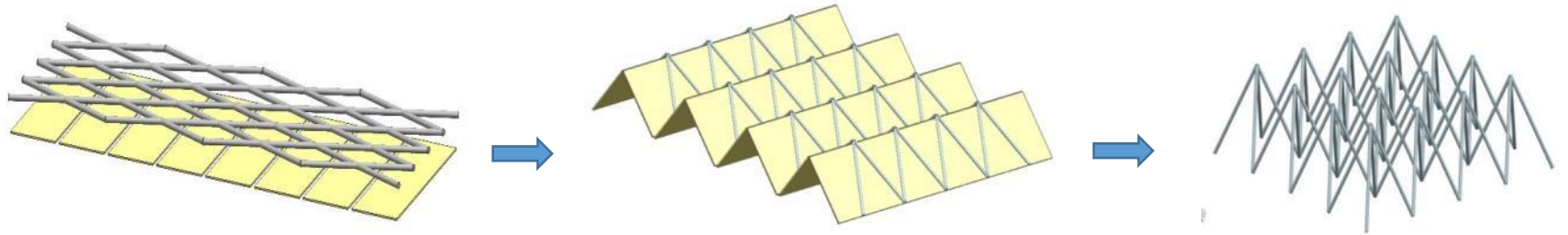
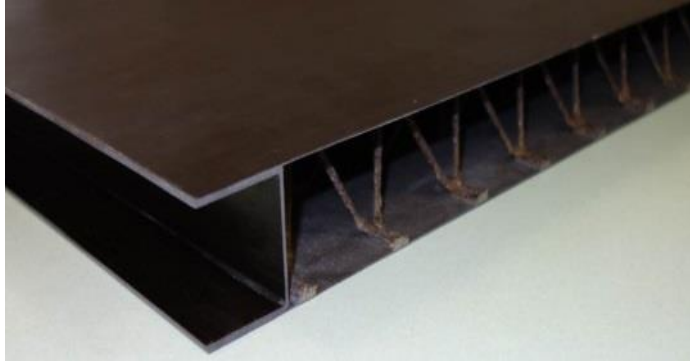
Складчатые наполнители



Проектирование многослойных конструкций с легкими типами наполнителей, разработка технологии их изготовления и оптимизация



Стержневые наполнители



Опыт работы



БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!

