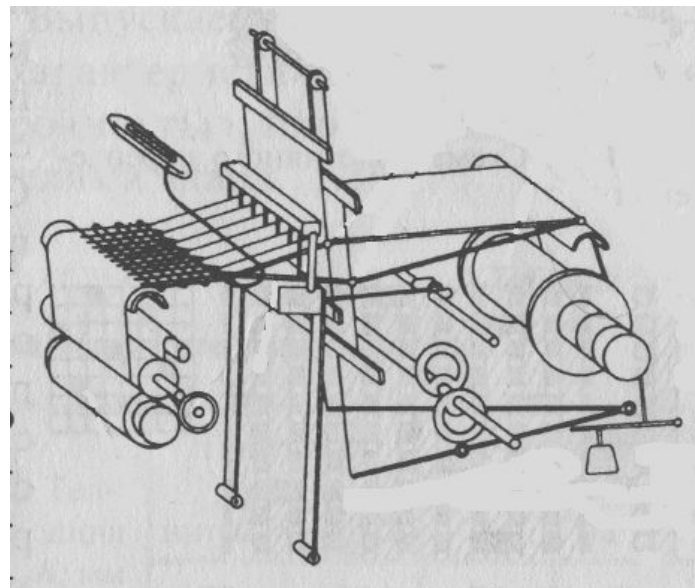


СХЕМЫ АРМИРОВАНИЯ КМ



Промышленный ткацкий станок



Схематическое изображение
ткацкого станка

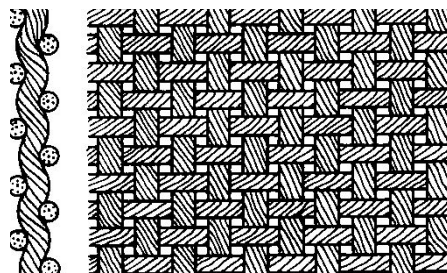


Схема полотняного переплетения

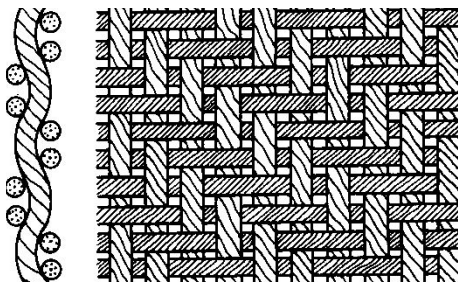
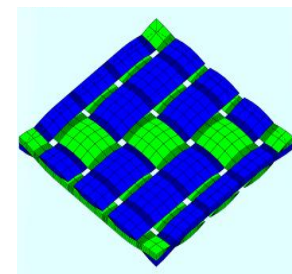
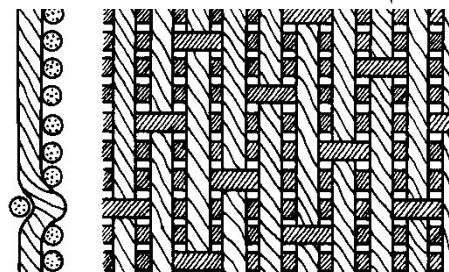
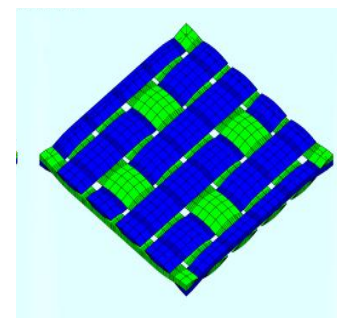
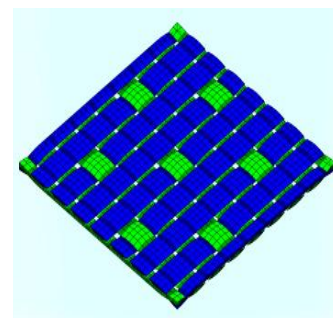


Схема саржевого переплетения



Схемы сатинового переплетения

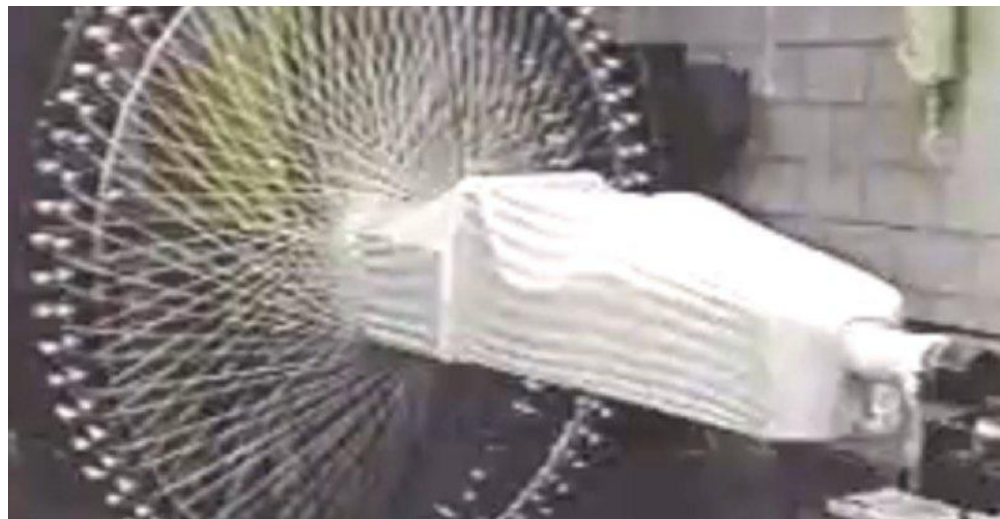
СХЕМЫ АРМИРОВАНИЯ КМ



Плетельная машина фирмы Herzog, ФРГ

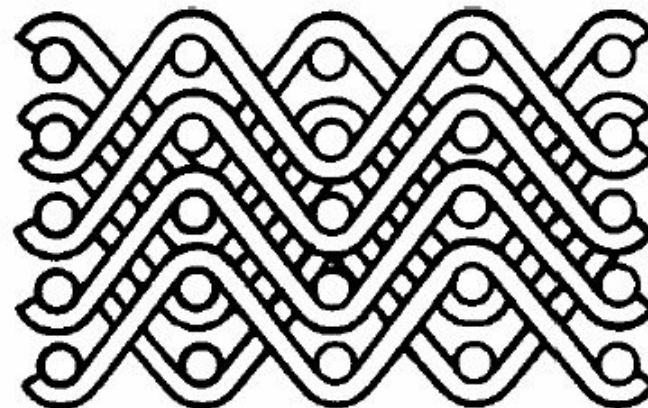
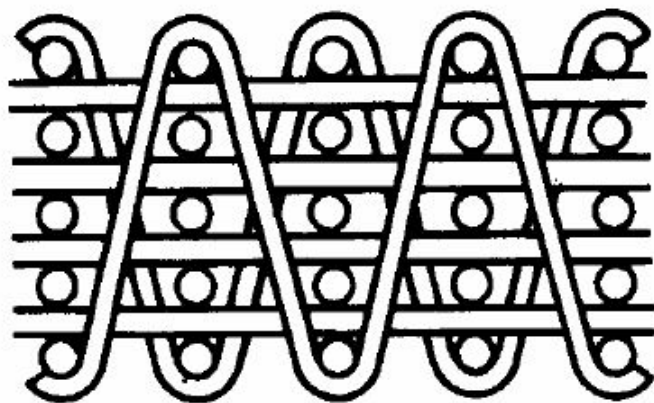


Объемное плетение из углеродных волокон

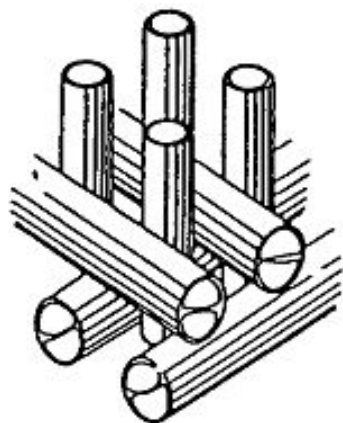


Объемное плетение из стеклянных волокон

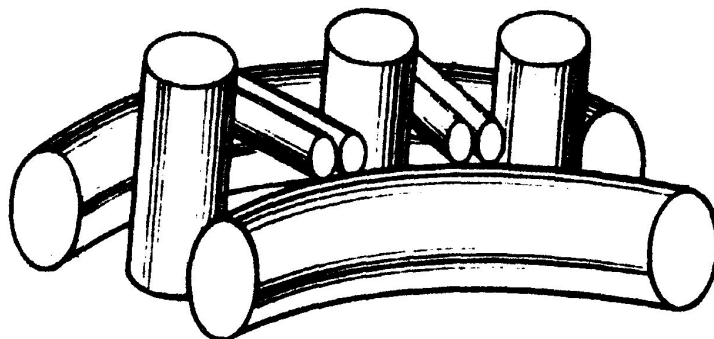
СХЕМЫ АРМИРОВАНИЯ КМ



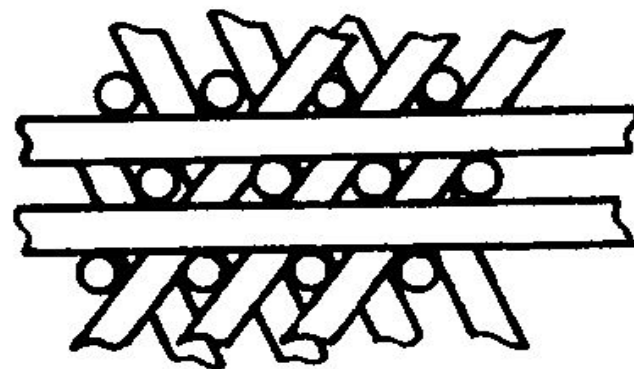
Ткань объемного плетения



3D армирование

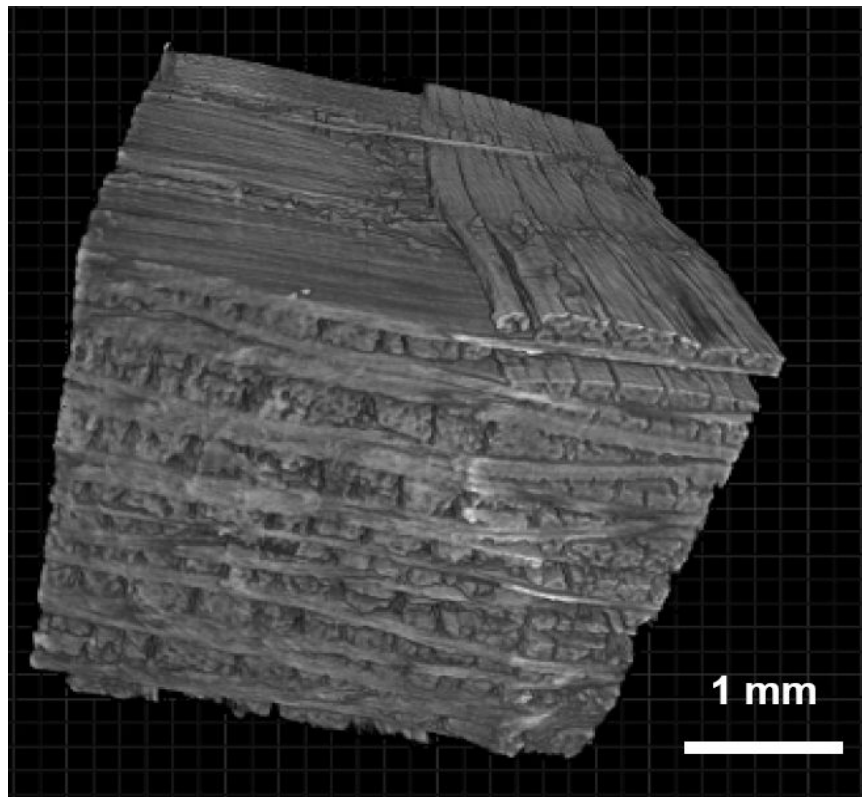


3D
цилиндрическое
армирование

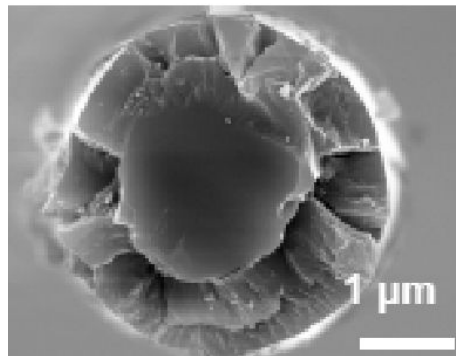


4D армирование

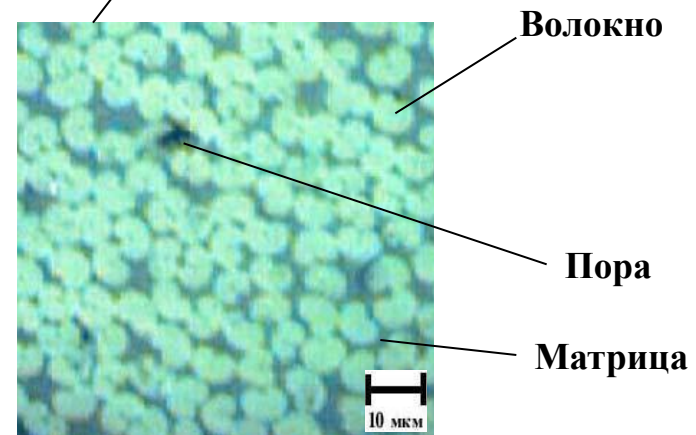
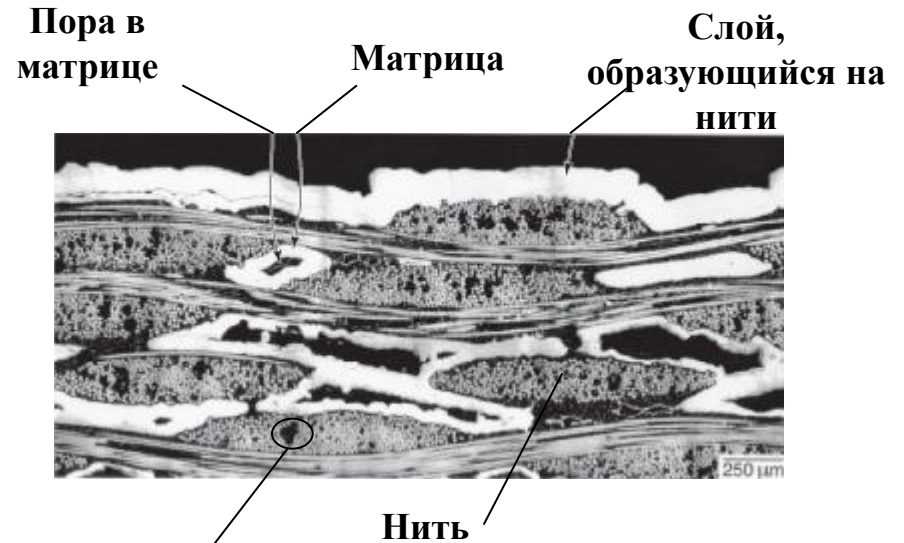
ХАРАКТЕРНАЯ ИЕРАРХИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ КМ



3D изображение тканого КМ

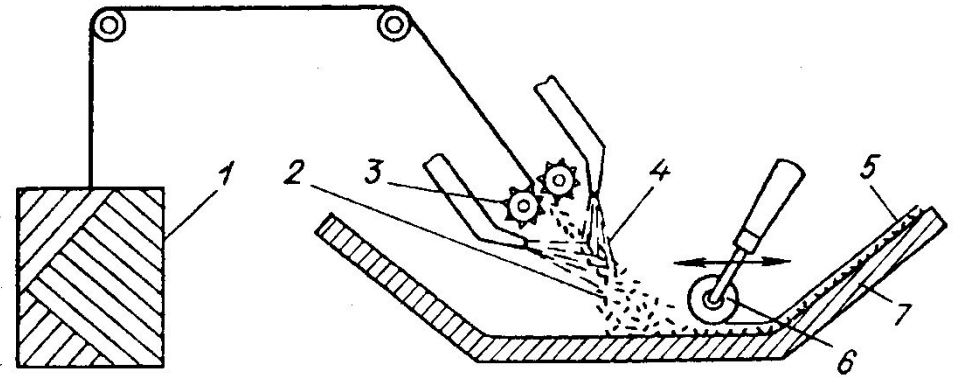
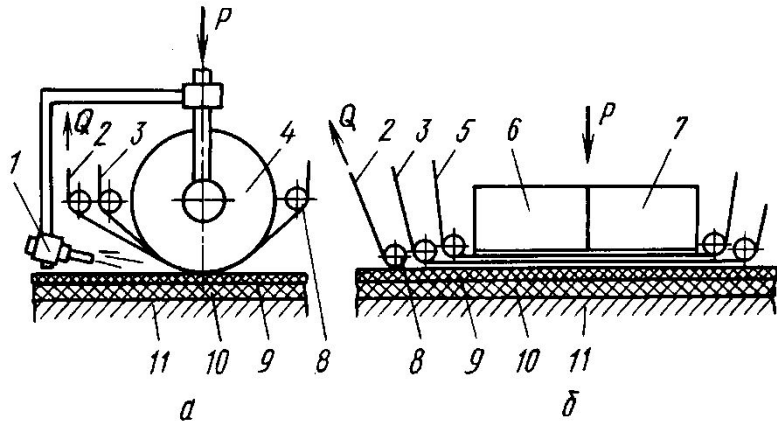


Столбчатая структура на поверхности углеродного волокна

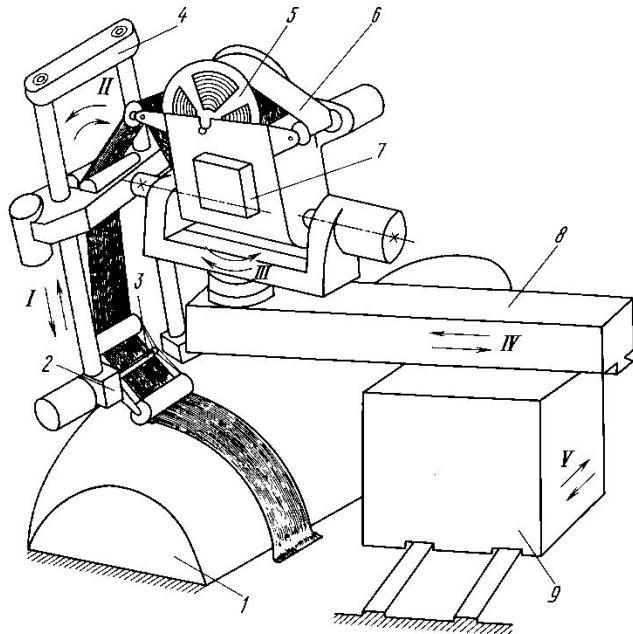


Структура тканого КМ

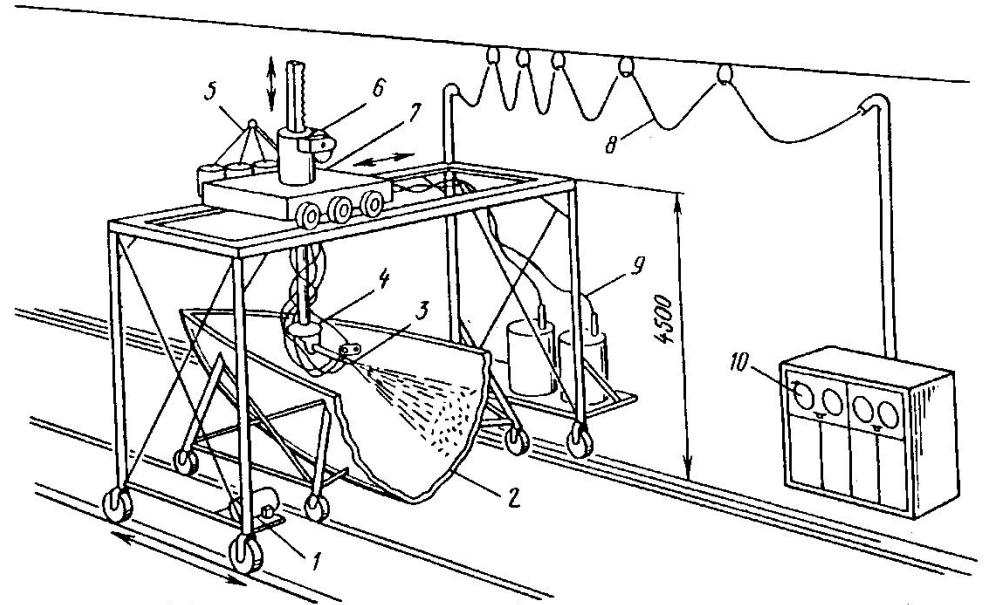
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПКМ



Автоматическое напыление рубленных волокон

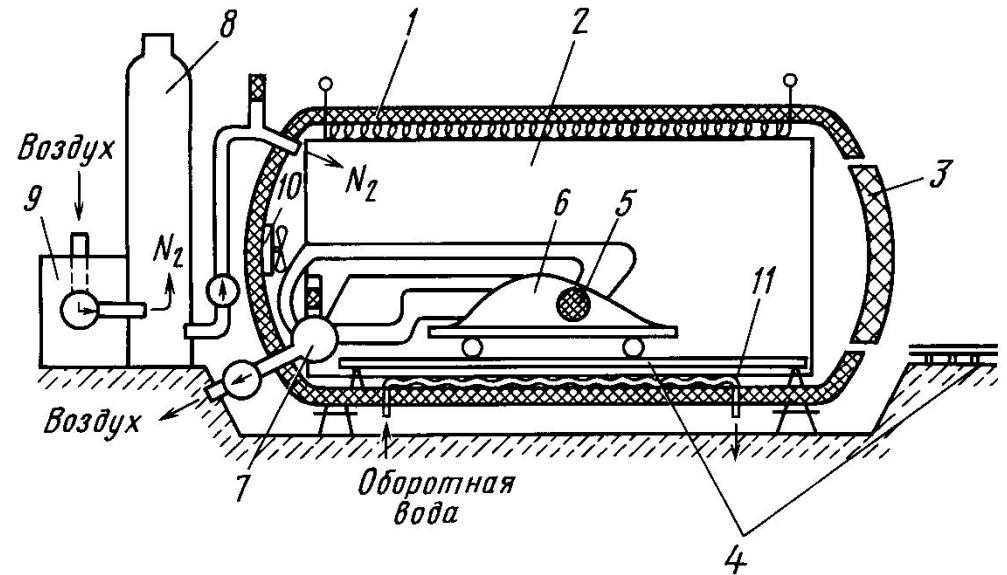
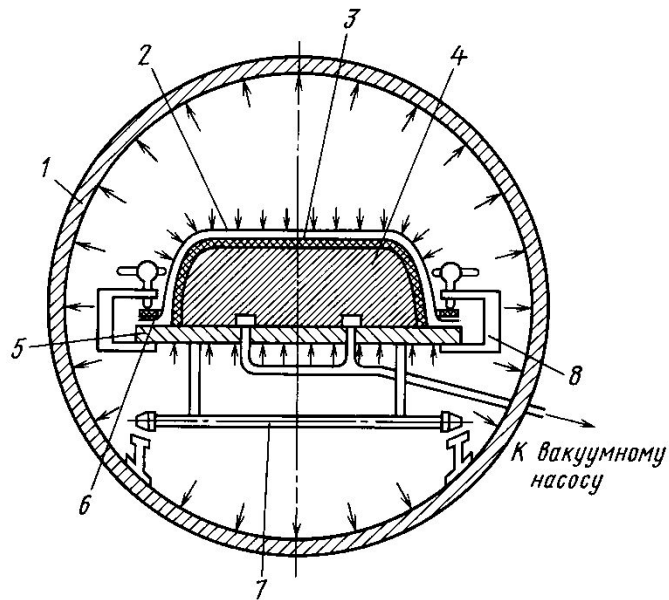


Намотка лентой

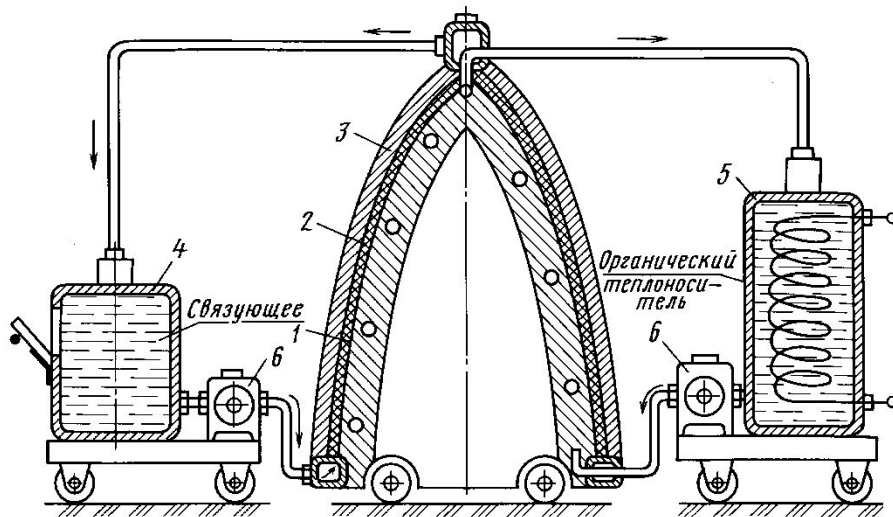


Автоматическое напыление рубленных волокон

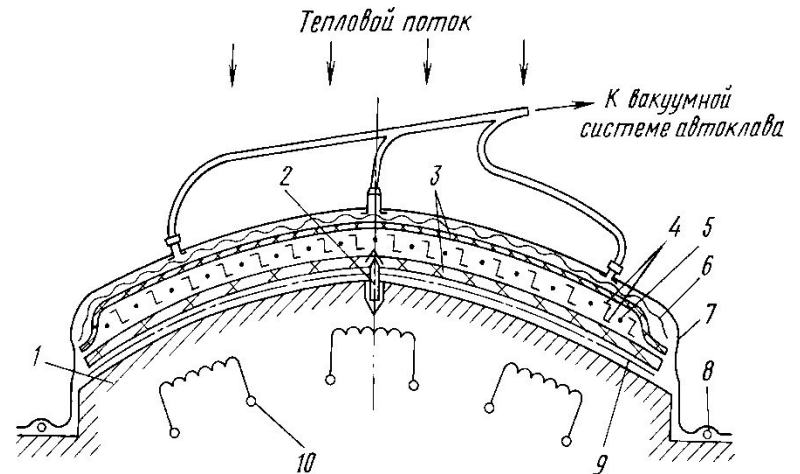
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПКМ



Автоклавное формование

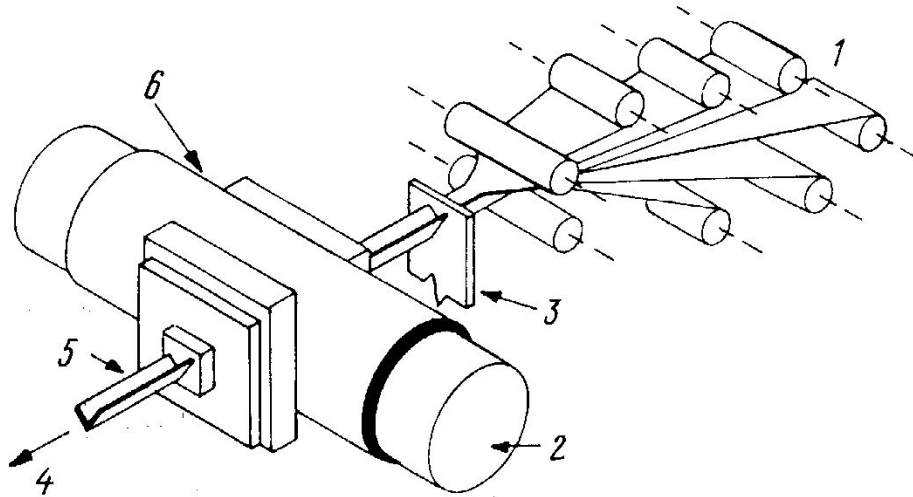


Жидкофазное формование

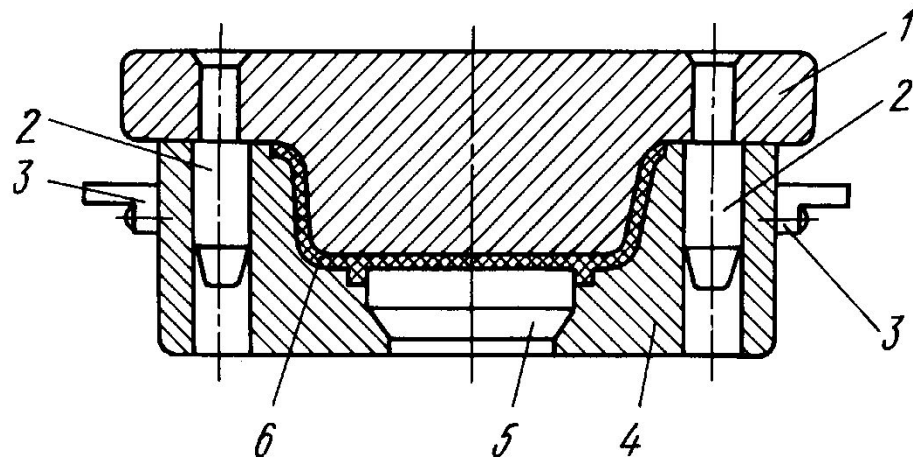


Жидкофазное формование

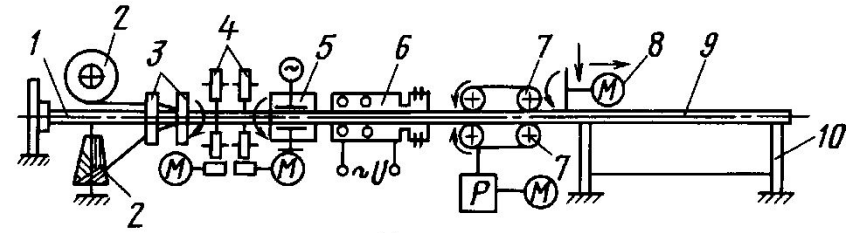
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПКМ



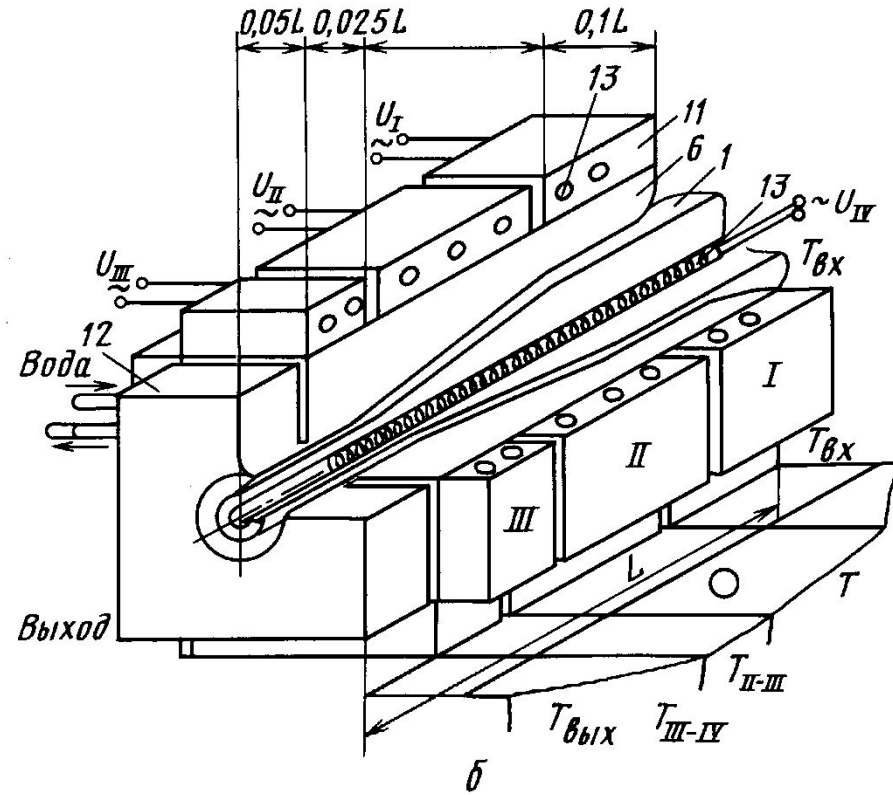
Формирование намоткой



Формирование под давлением

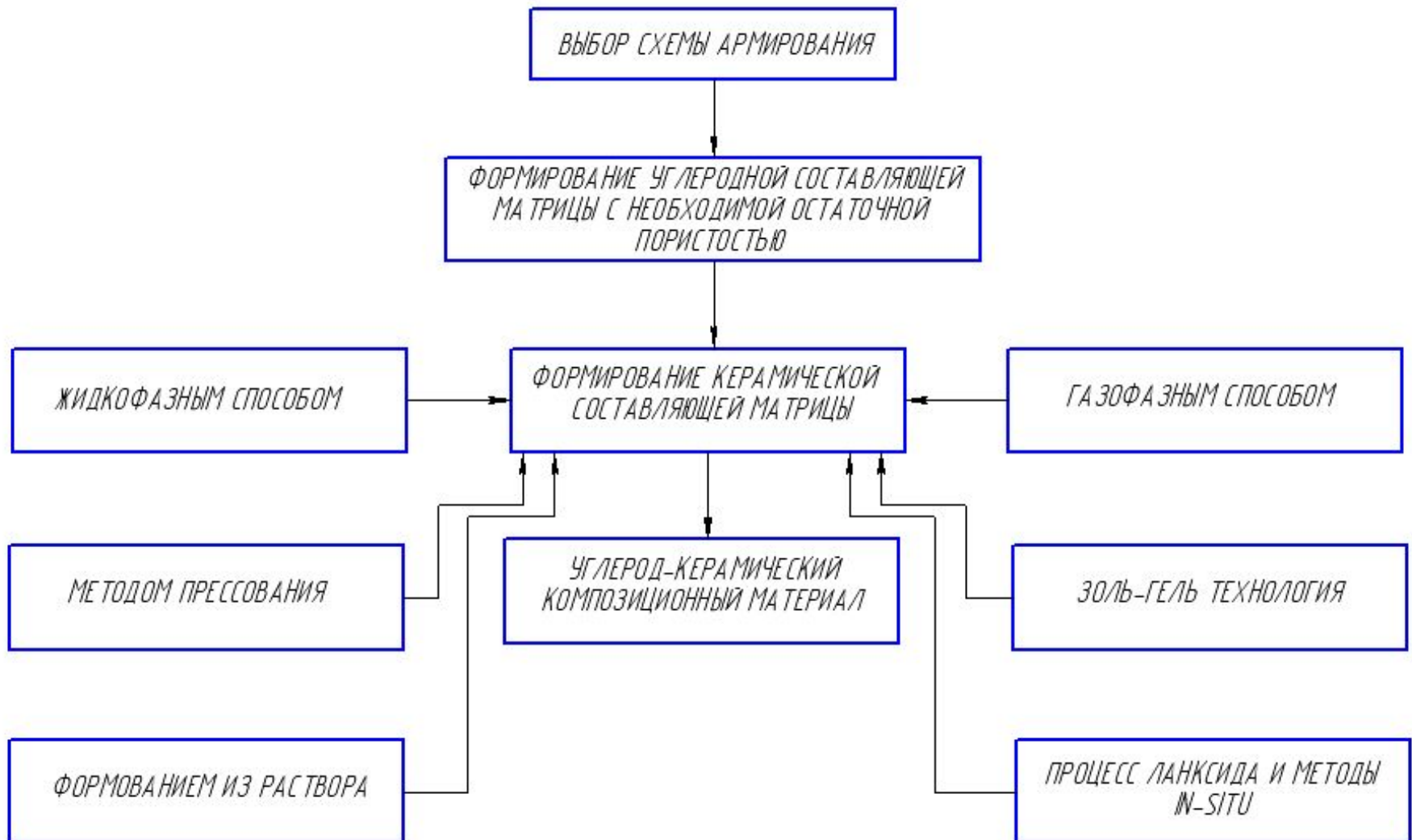


а

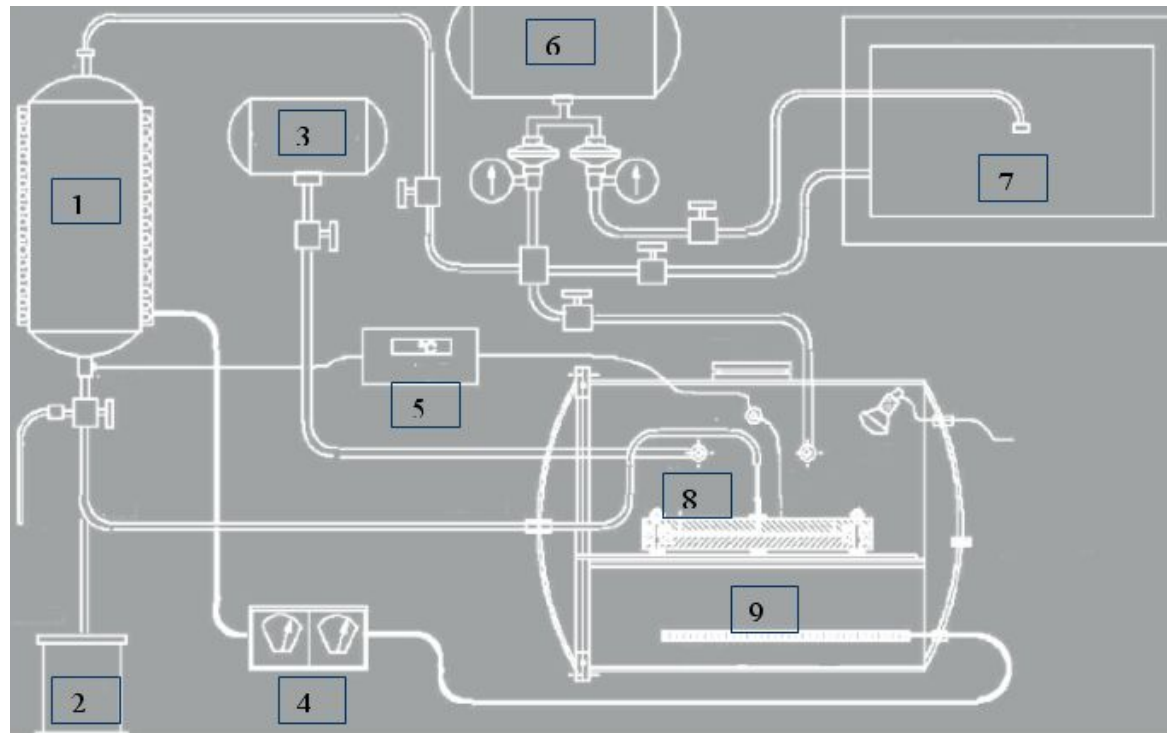
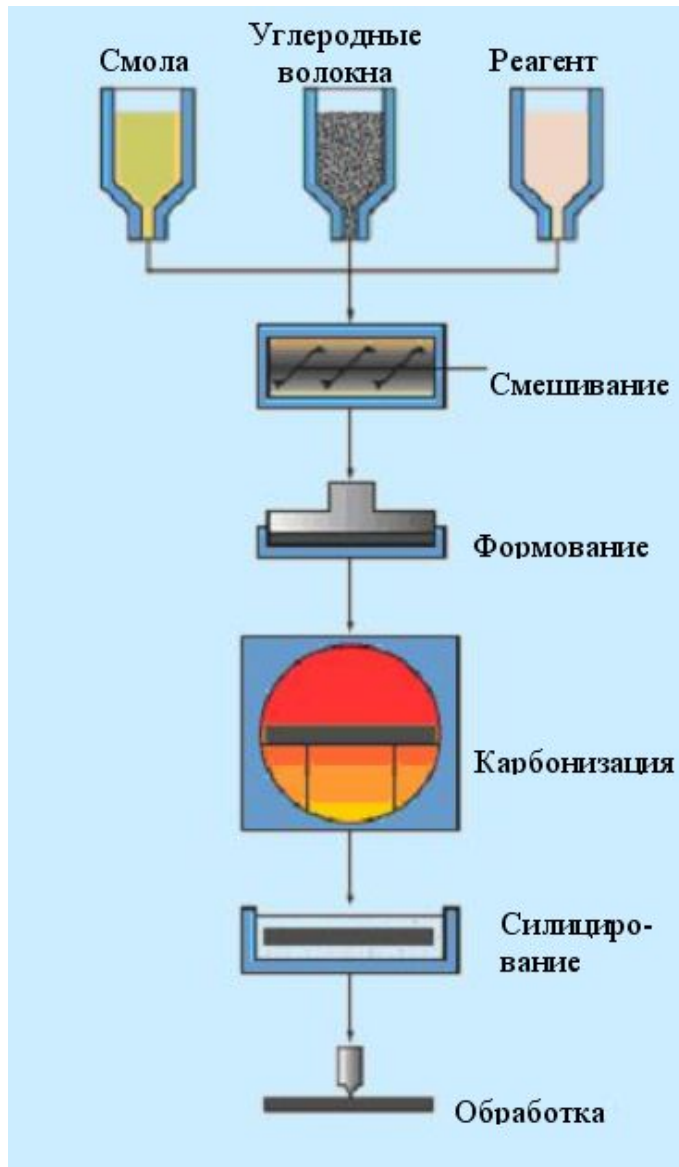


Формирование пулрузией

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ККМ



ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ККМ

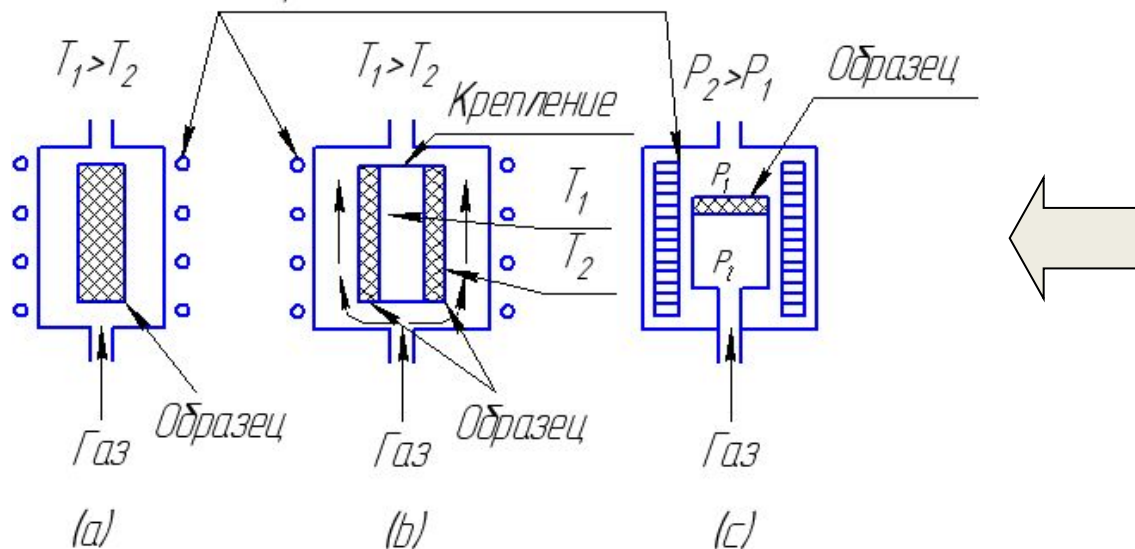


Упрощенная схема получения ККМ LPI методом:
1 – система нагрева и подачи реагента; 2 – реагент; 3 – вакуумный насос; 4 – система управления нагревом; 5 – система контроля; 6 – емкость с аргоном; 7 – печь; 8 – система контроля температуры и давления у изделия; 9 – нагреватель

Упрощенная схема получения ККМ
PSI – LPI методом

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ККМ

Индукционная катушка
или резистивный
нагревательный элемент



Методы химического осаждения:

- а) – изотермический;
- б) – метод теплового градиента;
- с) – метод градиентного давления

Свойства ККМ в зависимости от способа получения

1) PSI – LPI – пропитка под давлением жидким полимером; 2) CVI – химическое осаждение; 3) LPI – пропитка и пиролиз кремнийорганическим полимером; 4) LSI – пропитка расплавленным кремнием

Параметр	PSI-LPI (1)	CVI (2)	LPI (3)	LSI (4)
Доля углеродных волокон в КМ, %	28–38	42–57	42–57	55–74
Плотность ρ , т/м ³	2,32	2,1–2,2	1,7–1,8	1,8–1,95
Доля пор, %	4–8	8–15	12–20	2–5
КЛТР α , 1/К (20–1000°C)				
α_1	2,8–3,1	2,7–3,1	2,7–3,1	1,1–2
α_2	3,8–4,2	4,9–5,1	3,7–4,1	3,9–5,8
Теплопроводность λ , Вт/(мхК)				
λ_1	13–14	14–15	3,6	15
λ_2	–	7	2,1	7
F_{12} , МПа при T=20°C	105±11	450–500	430–450	210–320
Трещиностойкость, (МПа)х(м) ^{1/2}	9,9	22	8–17	7
Модуль Юнга, Е ГПа	30–40	90–110	60–90	50–80

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МКМ

Контроль частиц и гранул

Дезинтеграция
частиц

Диспергирование
частиц

Функционализация
частиц

Получение растворов и суспензий с частицами

Введение в состав
связующего
в твердой фазе

Обработка
волокон

Введение
в состав
связующего
в жидко-вязкой
фазе

Нанесение на поверхность армирующих волокон
композиата из раствора суспензий частиц

Смешение методами
механо-химии

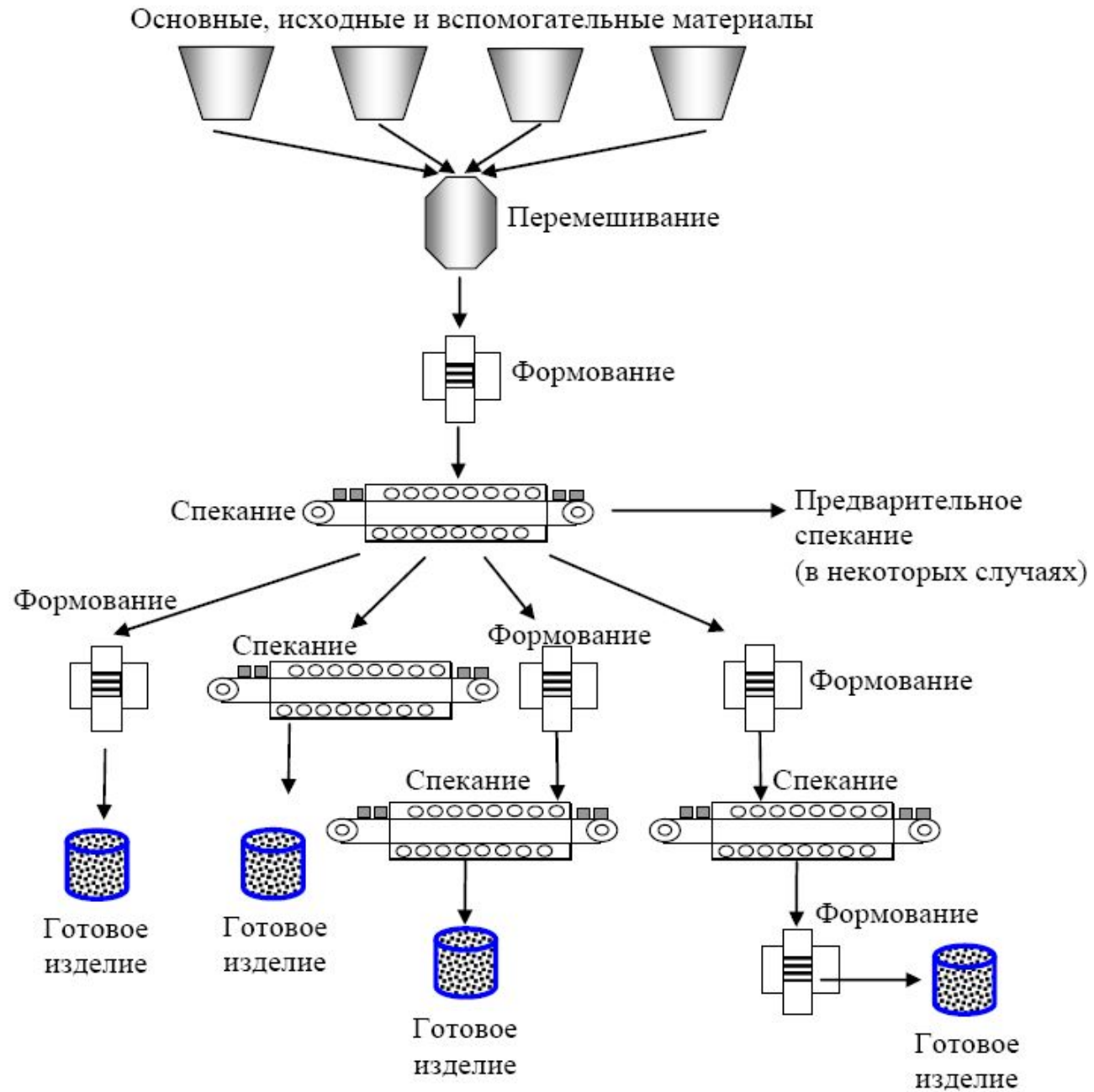
Получение препрега

Равномерное
распределение по
объему с помощью
ультразвуковой
техники

Изготовление деталей

Структурирование матрицы за счет химических реакций функциональных групп полимера с привитыми функциональными группами частиц и их фиксации в ее составе

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МКМ



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ



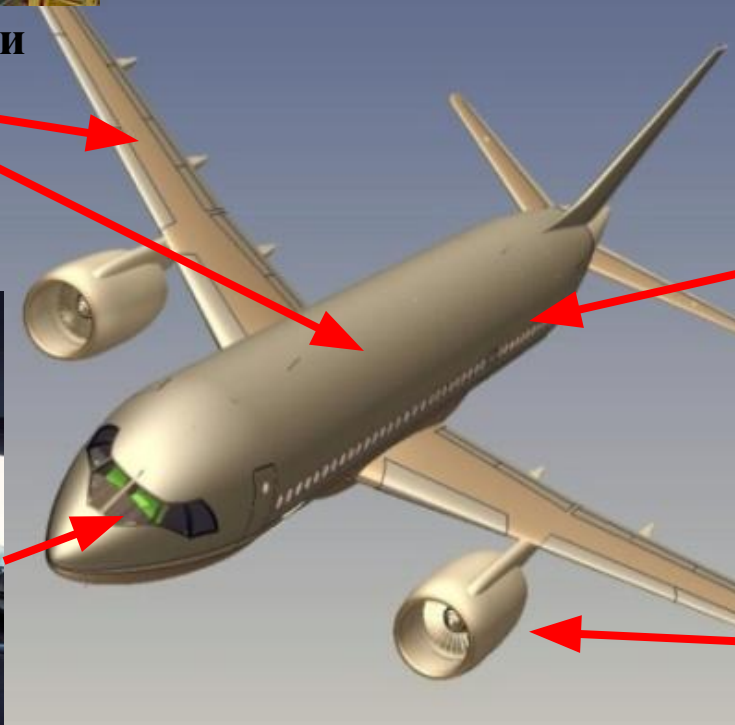
покрытия фюзеляжа и
крыла



интерьер салона



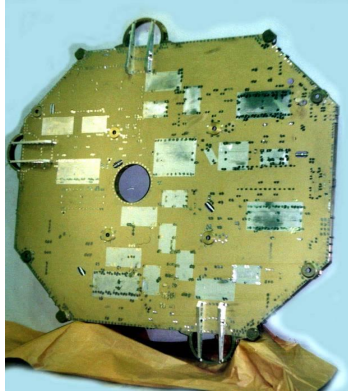
бортовое
радиоэлектронное
оборудование



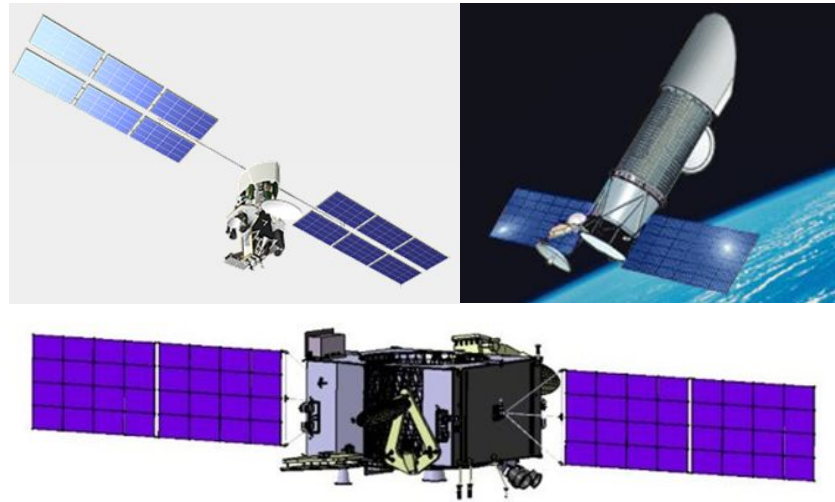
двигатель

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ

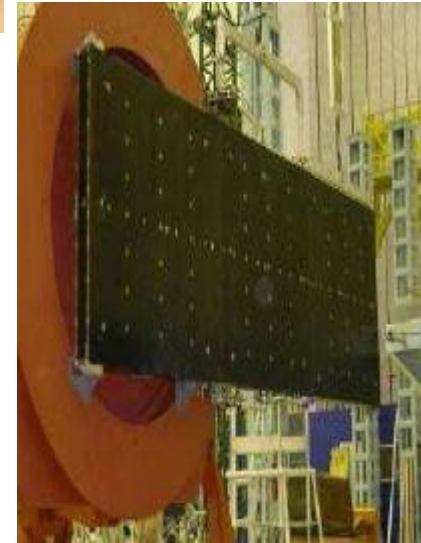
Корпуса
измерительных
модулей



Космические
платформы



Космические аппараты и
обсерватории



Панели
теплообменных
аппаратов



Элементы солнечных батарей

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ



Многоразовый суборбитальный
космический аппарат «X-33»



МКА «Клипер»



Многоразовый суборбитальный
космический аппарат «VTOHL 45t»

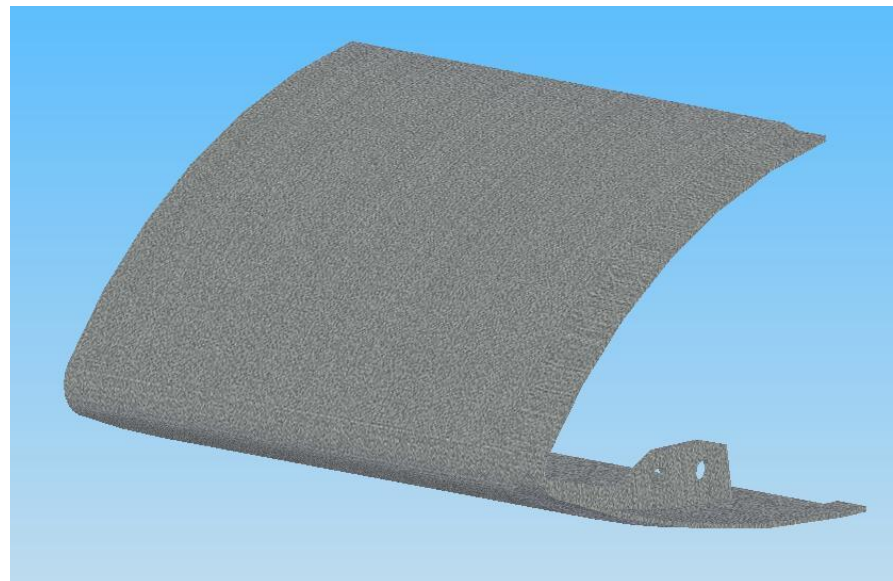


МКА «Ascender»

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ



Камера сгорания из ККМ



Кромка крыла МКА из ККМ

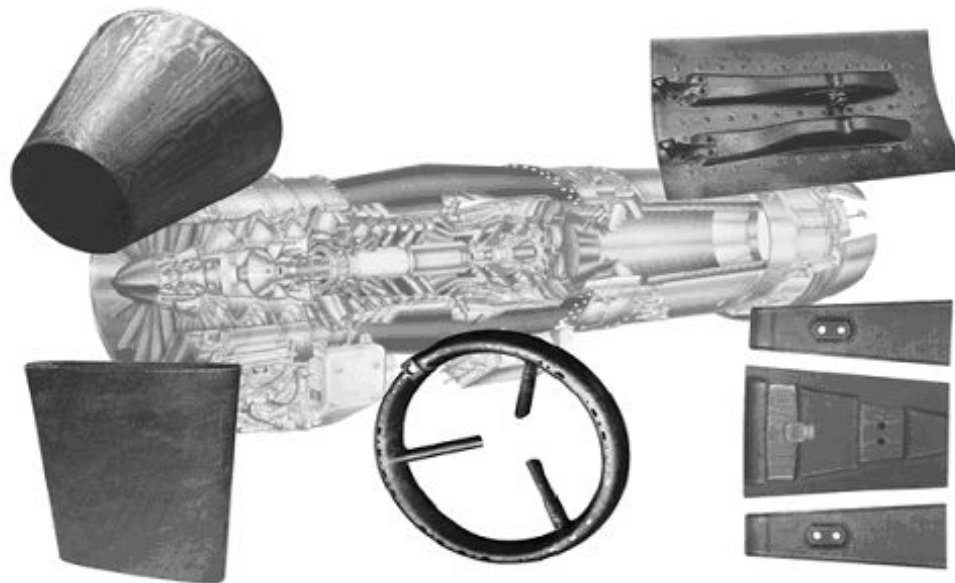


Насадки из ККМ

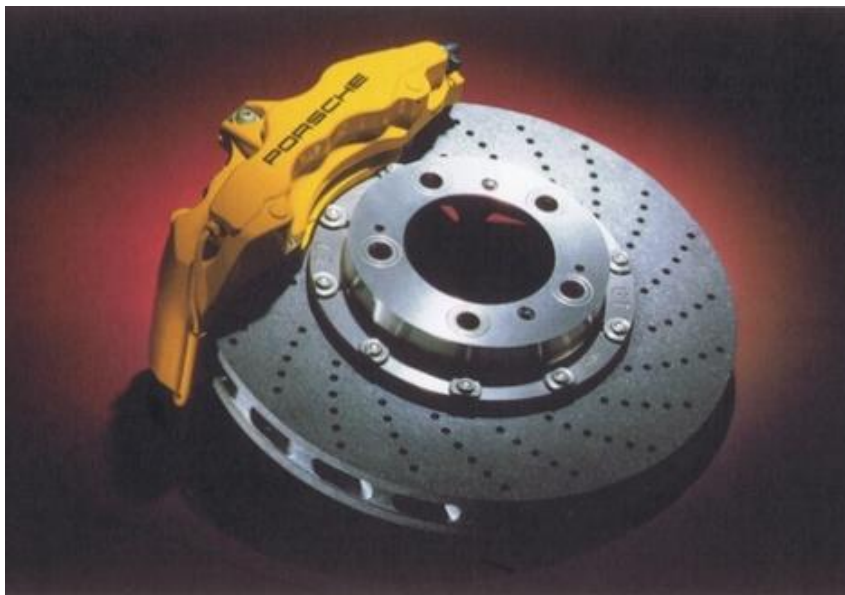


Носовой обтекатель из ККМ

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ



Элементы прямоточного турбореактивного двигателя из ККМ

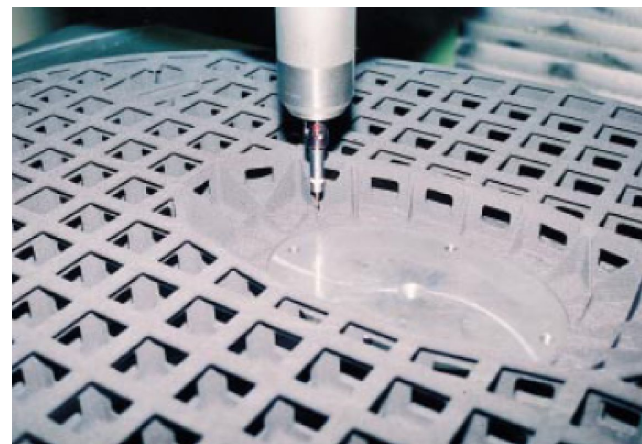


Автомобильный и авиационные тормозные диски из ККМ

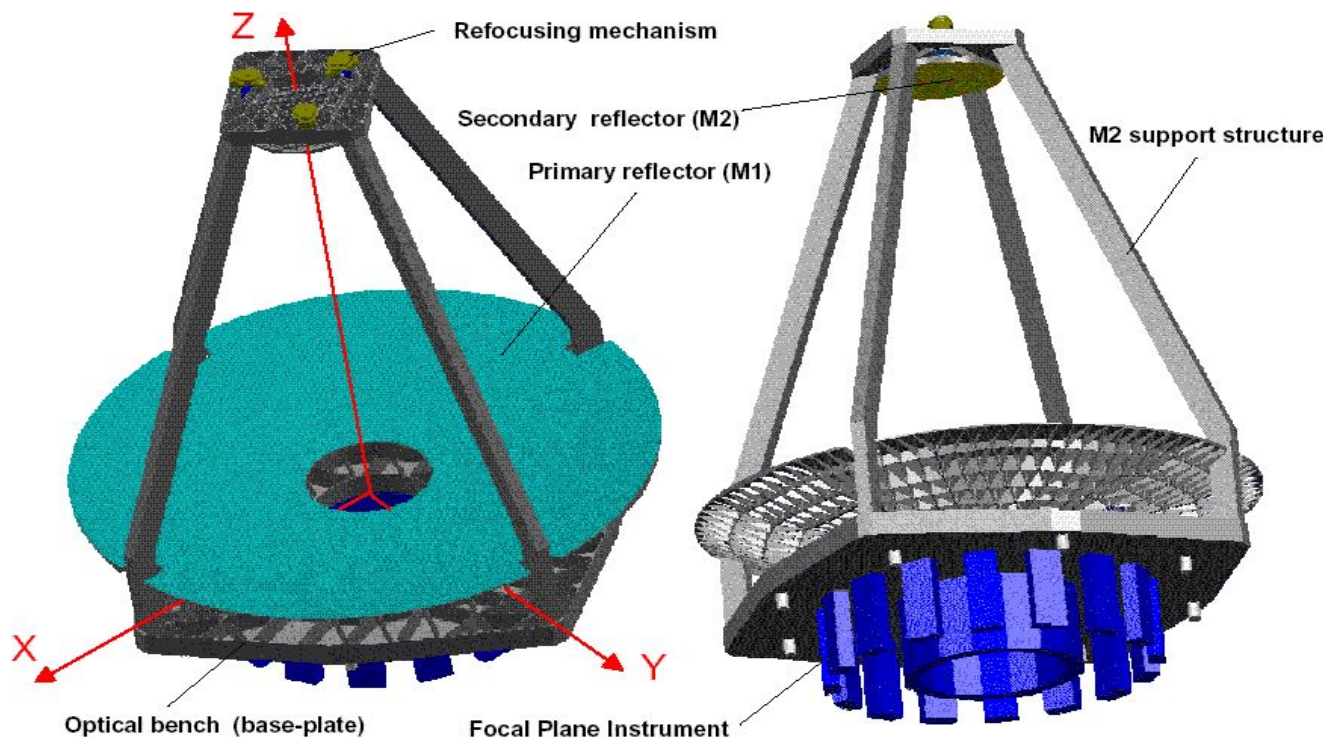
ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ



Поверхность рефлектора телескопа



Обработка УУКМ перед силицированием



Расположение рефлекторов в SPICA

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ

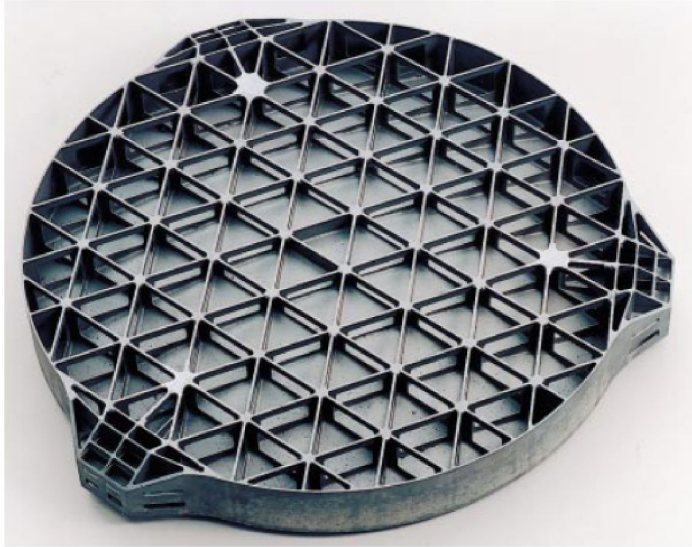


Основной рефлектор SPICA



Телескоп SPICA

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ



Параболический рефлектор из УКМ

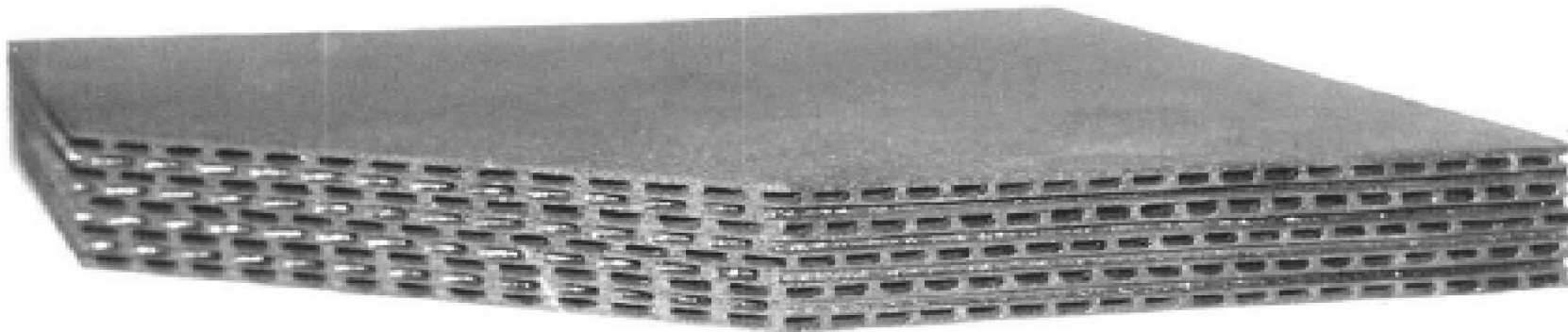


Зеркало из УКМ

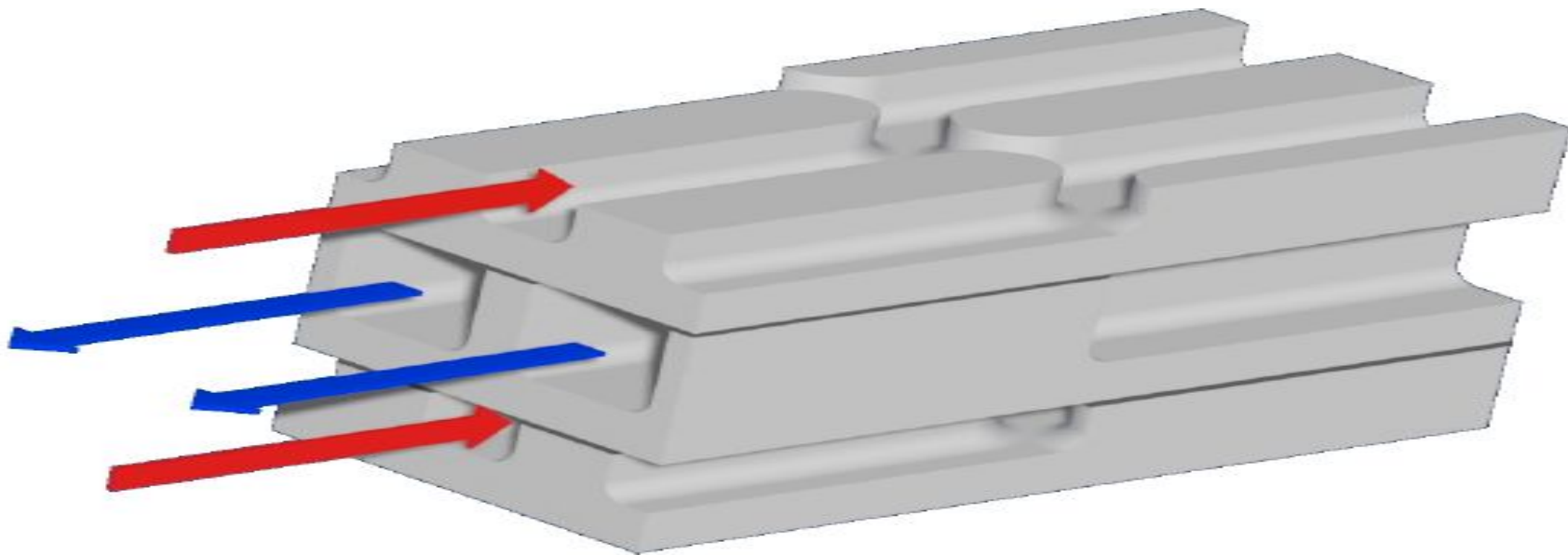


Рефлектор из УКМ

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ

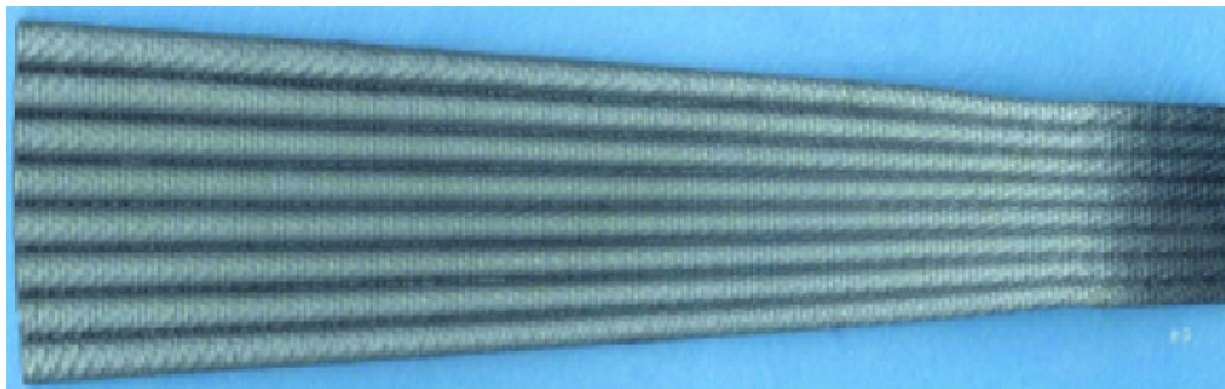


Теплообменник из УККМ

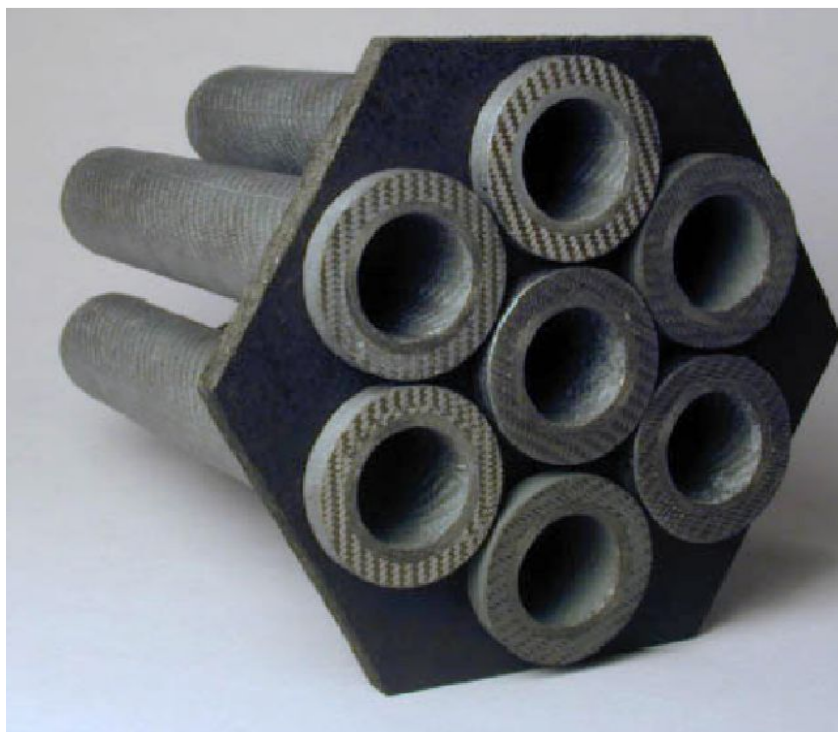


**Секция теплообменника из УККМ, красная стрелка – поток расплава солей,
синяя стрелка – поток гелия**

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ

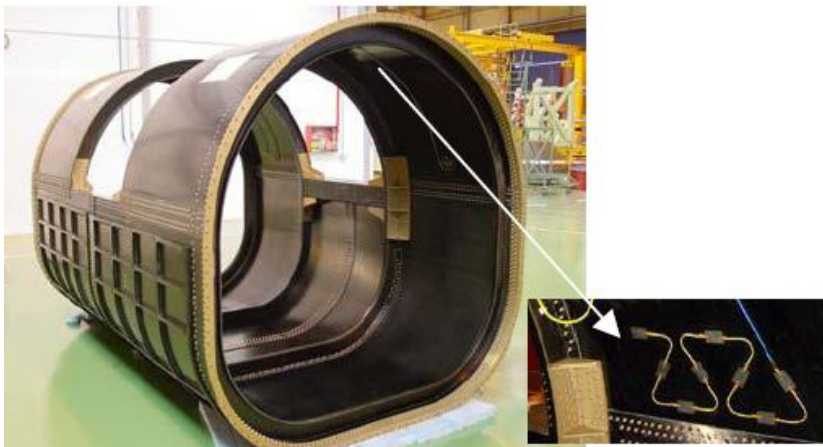


Сегмент из УККМ

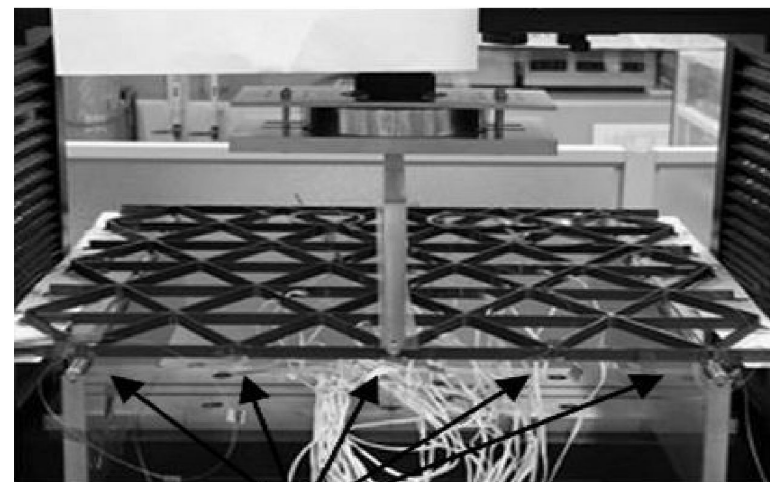


Теплообменник из УККМ, рабочие температуры 950-1200°C

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КМ



Элемент емкости космического аппарата с наклеенными оптическими волокнами с нанесенными брэгговскими решетками (работы проводятся в Европейском космическом агентстве)



Изогридная конструкция из углепластика с сетью оптоволоконных датчиков с нанесенной брэгговской решеткой (работы проводятся в ФРГ)

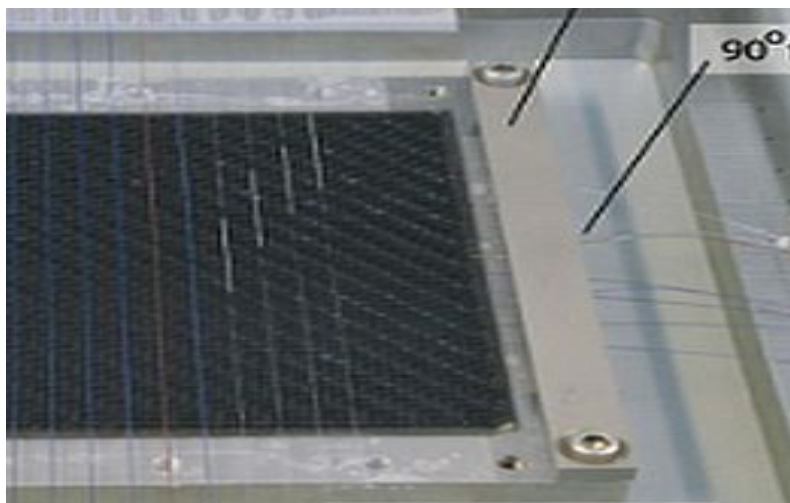
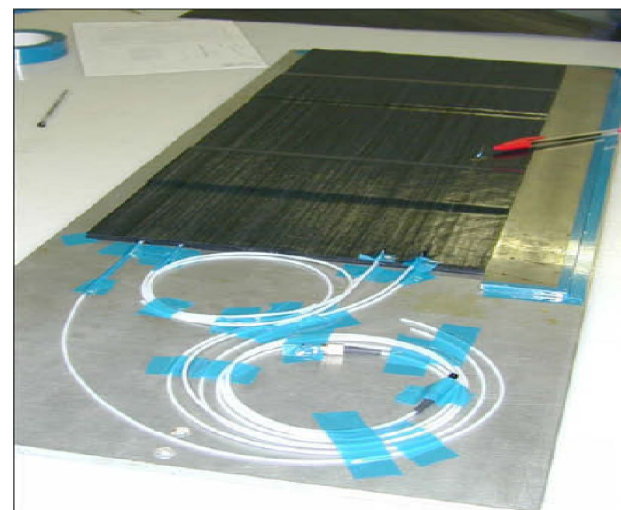


Схема расположения оптоволоконных датчиков с нанесенными брэгговскими решетками на углепластиковой пластине (работы проводятся в Японии)



Образец из углепластика с внедренными оптоволоконными датчиками с нанесенной брэгговской решеткой (работы проводятся в ФРГ)

ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КМ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ

1) Программный продукт компании разработка Multiscale Design Systems (<http://multiscale.biz/index.html>), который предназначен для многомасштабного проектирования конструкций и систем. Программный продукт представляет собой надстройку над коммерческим конечно-элементным пакетом ABAQUS и позволяет осуществлять комплексное аэрогазодинамическое, теплопрочностное и теплофизическое моделирование, однако интеграция с более низшими структурными уровнями – материалами и их компонентами в этой системе не осуществляется.

2) Центр многомасштабного моделирования и материалов (Питтсбург, Пенсильвания, США) (<http://www.edrc.cmu.edu/cm2em/projects.html>). Центр занимается разработкой вычислительных технологий для многомасштабного моделирования на основе методов молекулярной динамики. Эти методы предназначены, прежде всего, для имитации поведения молекулярных систем, они с определенной точностью (достаточно грубой, поскольку не учитывают квантовомеханических эффектов) позволяют прогнозировать свойства новых синтезируемых материалов. Однако, эти методы в современном виде совершенно не пригодны для инженерного анализа конструкций, поскольку не позволяют осуществить переход к более высоким структурным надмолекулярным образованиям в строгой математической постановке.

3) Программные продукты GENOA (<http://www.ascgenoa.com/main/index.jsp>) осуществляются как интегрирование в вычислительной конечно-элементной коммерческой системе MSC Nastran. Подобно программному продукту компании Multiscale Design Systems продукт фирмы GENOA предназначен для многомасштабного проектирования конструкций и систем, однако не позволяет включать моделирование материалов в общую схему проектирования конструкций.

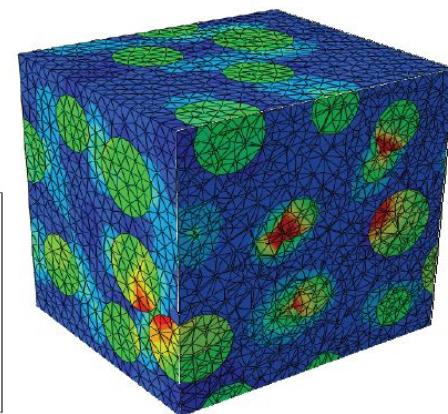
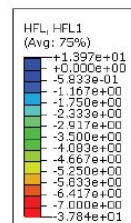
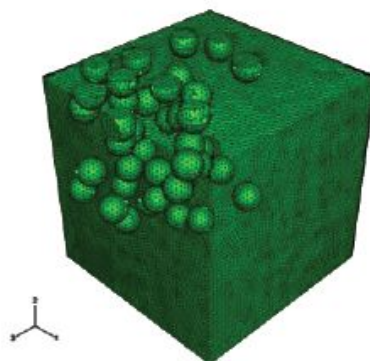
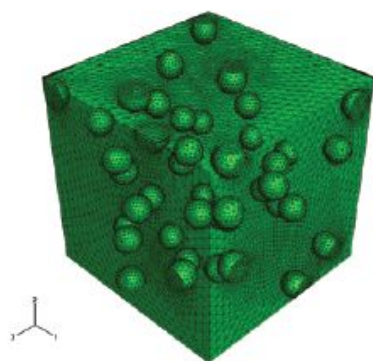
ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КМ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КМ

4) Программные продукты института The Institute for Multiscale Materials Studies (<http://institute.lanl.gov/imms/>), также как и продукты Центра многомасштабного моделирования и материалов, предназначены для многомасштабного моделирования на основе методов молекулярной динамики. Обладают теми же недостатками: они не пригодны для инженерного анализа конструкций, поскольку не позволяют осуществить переход к более высоким структурным надмолекулярных образованиям в строгой математической постановке.

5) Программное обеспечение Computational Materials Design Facility (CMDf), разрабатываемое Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA – находится в стадии разработки, основано на методах молекулярной динамики и предназначено для моделирования новых материалов и молекулярных структур, в том числе на суперкомпьютерах.

6) Программное обеспечение, создаваемое совместно Курчатовским институтом и ФЯЦ ВНИИТЭФ (г. Саров), основано на методах молекулярной динамики, и предназначено для использования на отечественных суперкомпьютерах.

7) Программный продукт фирмы Dassault Systemes (Франция) и e-Xstream Engineering (Франция) (<http://www.e-xstream.com>) – представляют собой программный модуль, интегрирующийся в состав коммерческих пакетов ABAQUS, ANSYS. Позволяет осуществлять комплексное аэрогазодинамическое, теплопрочностное и теплофизическое моделирование.



CALS – ТЕХНОЛОГИИ

CALS (CONTINUOUS ACQUISITION AND LIFE CYCLE SUPPORT):

- **информационные технологии создания и сопровождения на основе единого информационного поля изделий промышленности на протяжении всего их жизненного цикла, начиная от научных исследований, проектирования, производства, материально-технического снабжения и заканчивая поставкой продукции потребителю и ее последующим обслуживанием.**

ЦЕЛИ ПРИМЕНЕНИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ:

- **информационная поддержка всех участников создания, производства и эксплуатации изделия;**
- **ускорение процессов исследования и разработки продукции;**
- **сокращение издержек в процессах производства и эксплуатации продукции;**
- **повышение уровня сервиса в процессах эксплуатации и технического обслуживания изделий.**

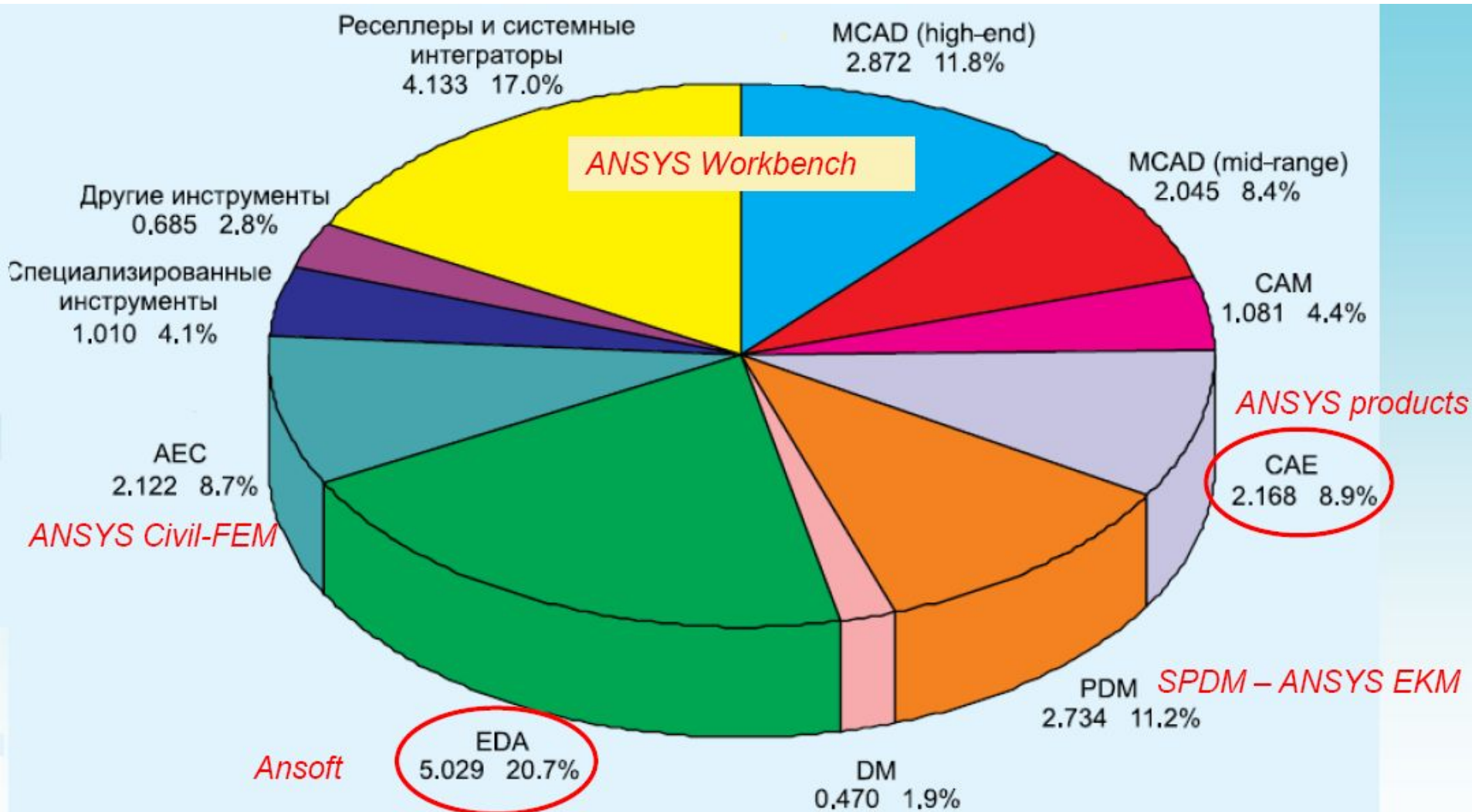
CALS-ТЕХНОЛОГИИ ОБЪЕДИНЯЮТ В СЕБЕ:

- **применение современных информационных технологий;**
- **реинжиниринг (изменение, преобразование) бизнес-процессов в единый высокоавтоматизированный и интегрированный процесс;**
- **применение методов совмещенной разработки;**
- **стандартизацию в области совместного использования данных и электронного обмена данными.**

CALS – технологии на примере

- **перевод конструкторской и эксплуатационной документации в электронный вид**
- **управление данными об изделии в процессе серийного запуска, технологической подготовки производства и разработки технологических процессов**
- **информационное взаимодействие между подразделениями и службами предприятия**
- **интегрированная логистическая поддержка послепроизводственных стадий жизненного цикла изделий, электронное обеспечение:**
 - **процессов закупки материалов и комплектующих, поставки изделий;**
 - **ввода в эксплуатацию;**
 - **сервисного обслуживания и ремонта;**
 - **поставки запчастей;**
 - **утилизации**

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РЫНКА CAD/CAM/CAE



Данные на 2007 г. (объем рыночного сегмента указан в млрд. долл. и %)

Источник: CAD/CAM/CAE Observer № 5 (41) 2008

КОМПАНИИ АКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ CAD/CAM/CAE



Institut
für Kurzzeitdynamik
Ernst-Mach-Institut
Karlsruhe



RUAG

Land Systems

Patria



QinetiQ

BAE SYSTEMS



INERIS

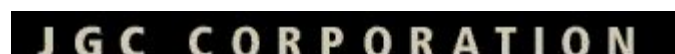


WTD 52

SAAB BOFORS DYNAMICS



КОМПАНИИ АКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ CAD/CAM/CAE



КОМПАНИИ АКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ CAD/CAM/CAE



AKER KVAERNER



ATLANTIA OFFSHORE LIMITED
MEMBER OF THE IHC CALAND GROUP



INTEC ENGINEERING



ARUP



КОМПАНИИ АКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ CAD/CAM/CAE



GRUNDFOS

Honeywell



ABB



BASF



SULZER

FESTO



RICOH



ALSTOM

BEHR

DEMAG DELAVAL
TURBOMACHINERY



Microsoft



DAIMLER
CHRYSLER



BOSCH

DELPHI
Driving Tomorrow's Technology



SIEMENS



КОМПАНИИ АКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ CAD/CAM/CAE



ФГУП «СПМБМ «Малахит»

КОМПАНИИ АКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ CAD/CAM/CAE



ЭНЕРГОМАШ



ЛЕМАЗ



SIEMENS

Siemens Power Generation



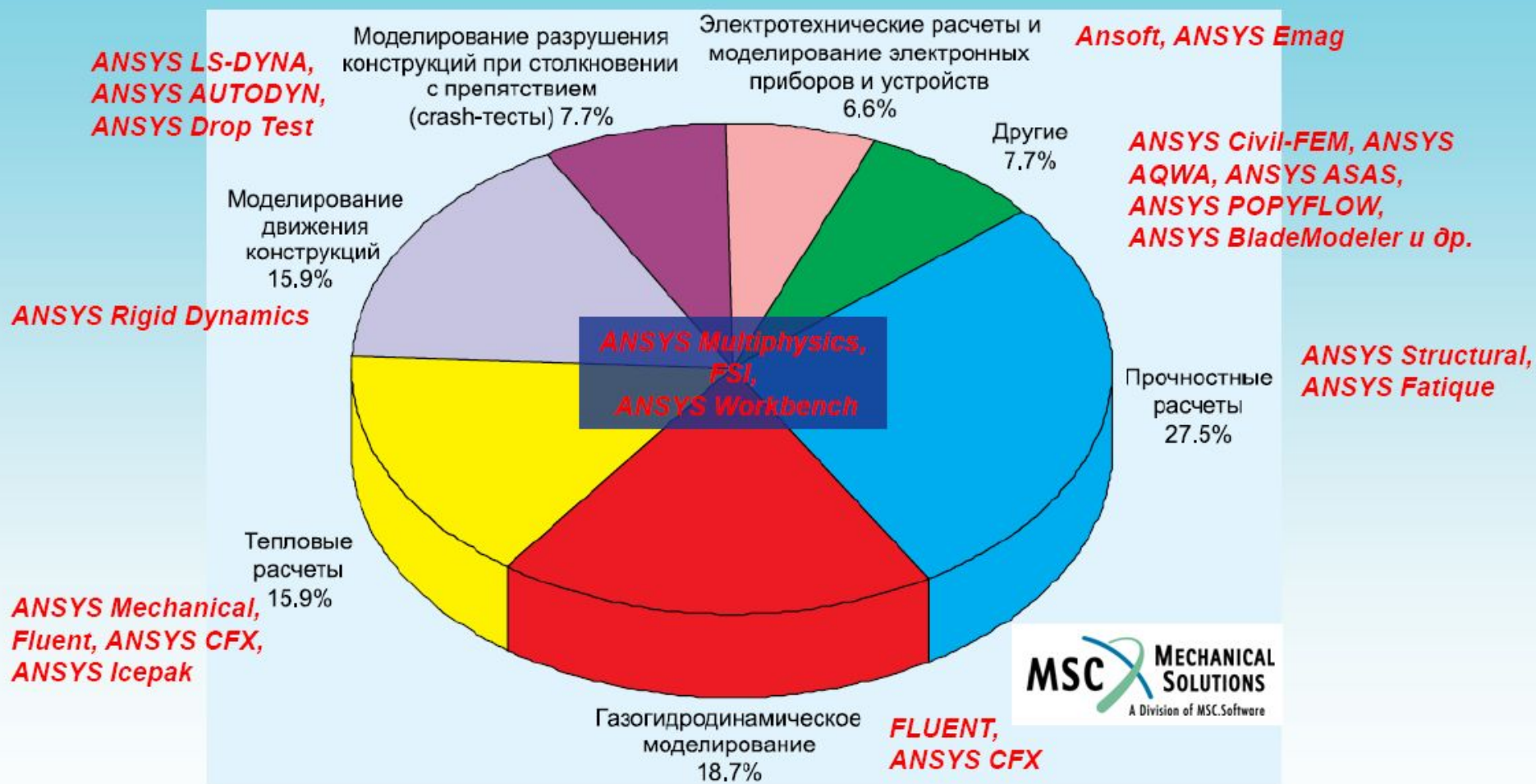
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САД/САМ/САЕ

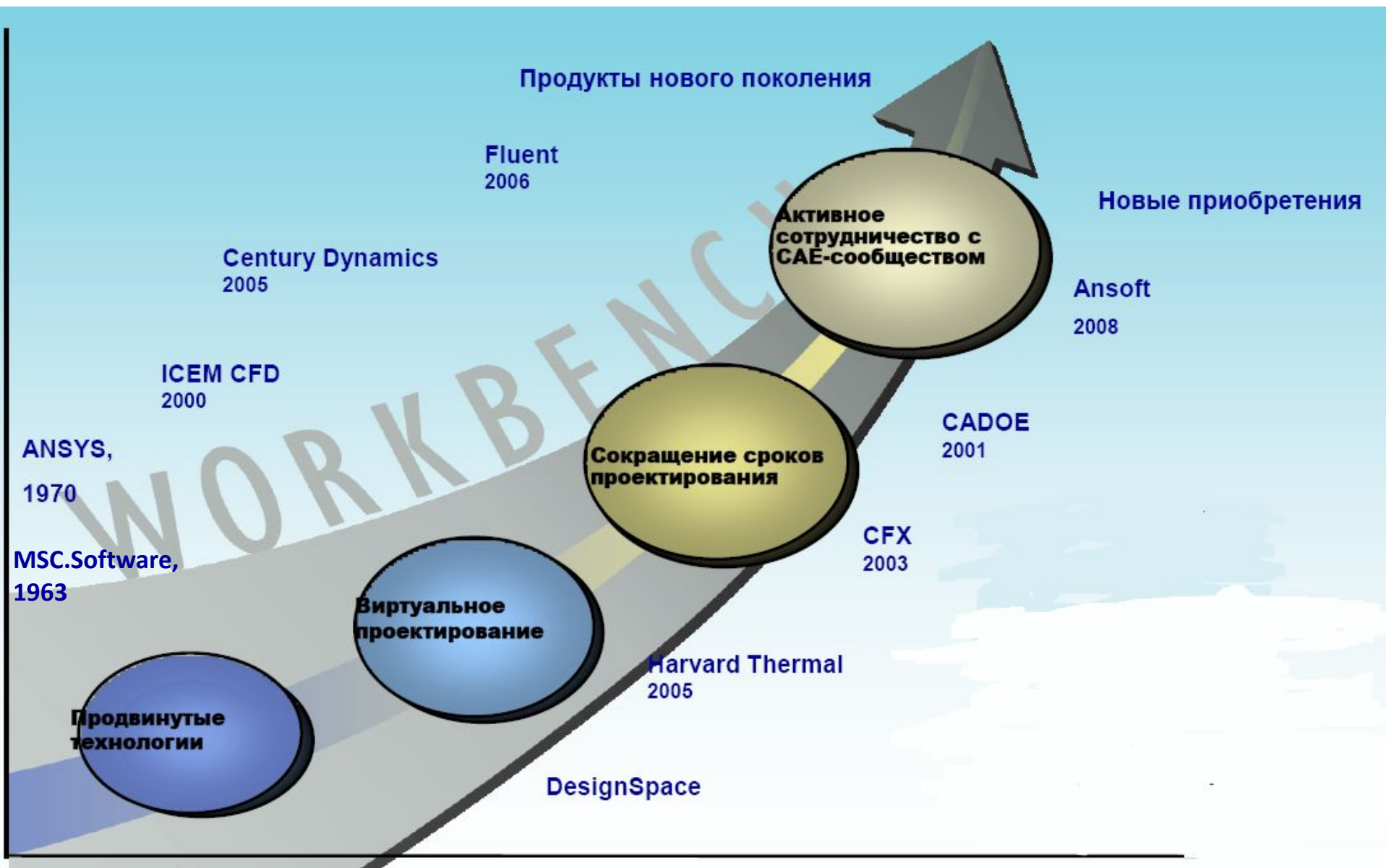


ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ САЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

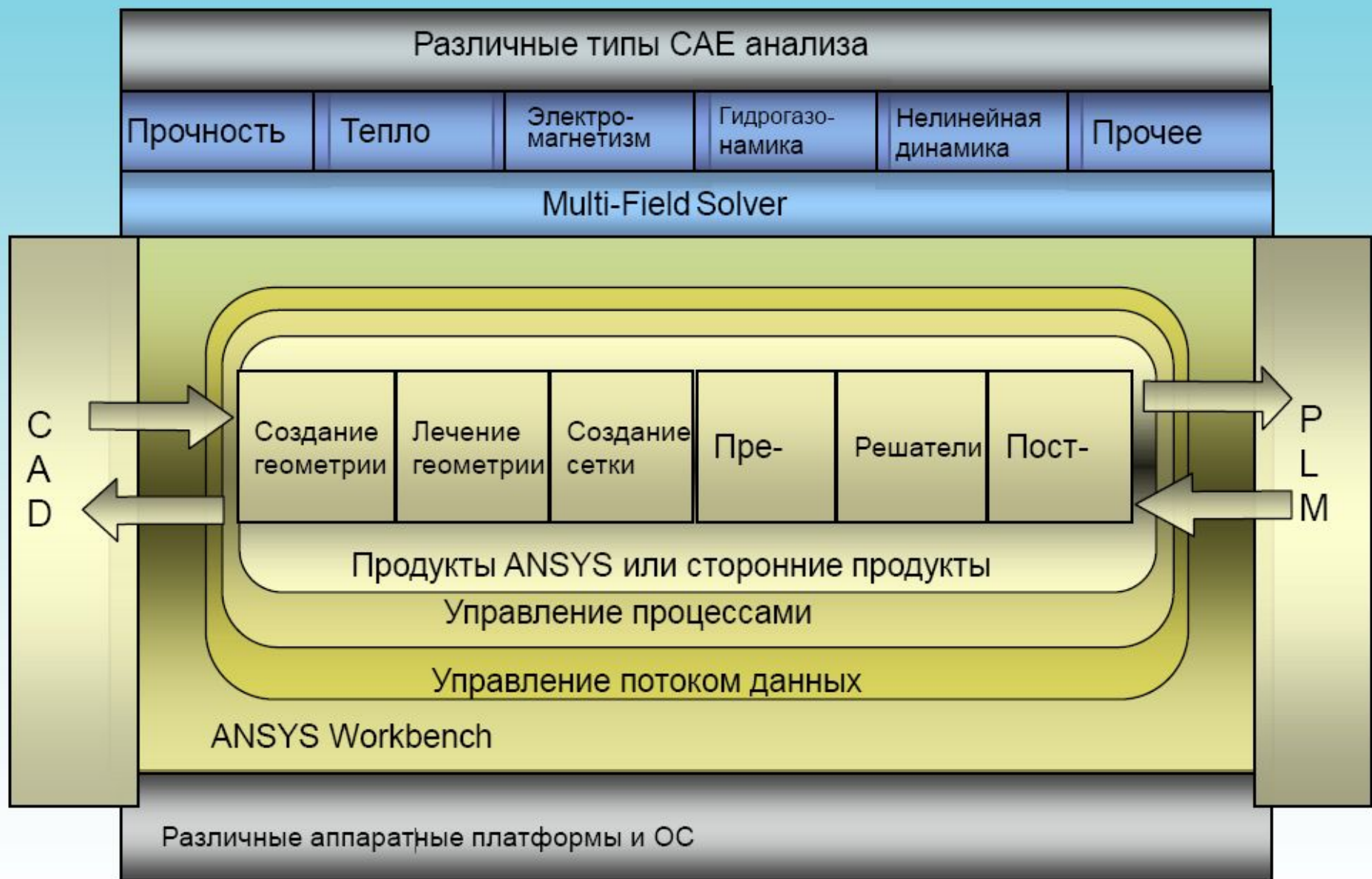


Результаты опроса о применении САЕ-инструментов при разработке изделий

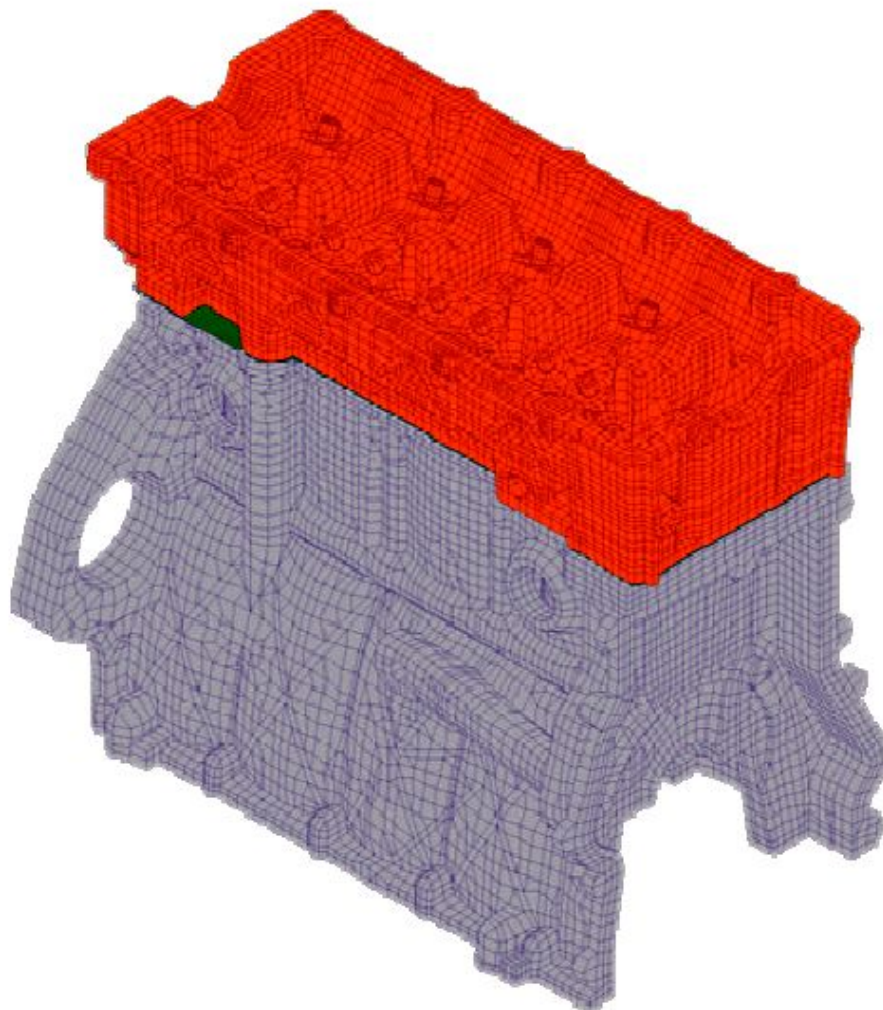
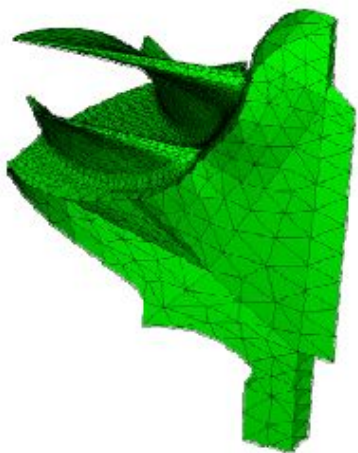
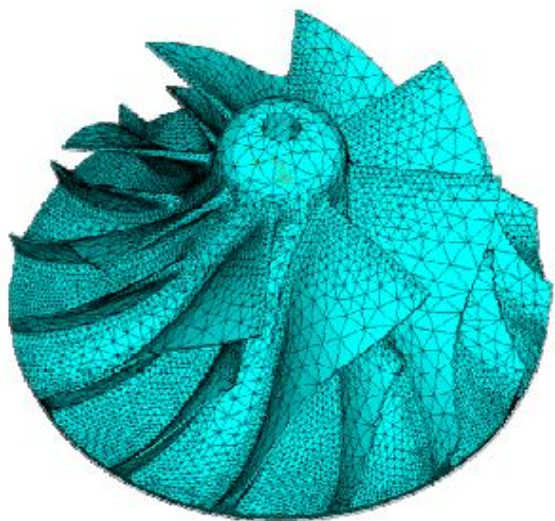
ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ CAE ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ



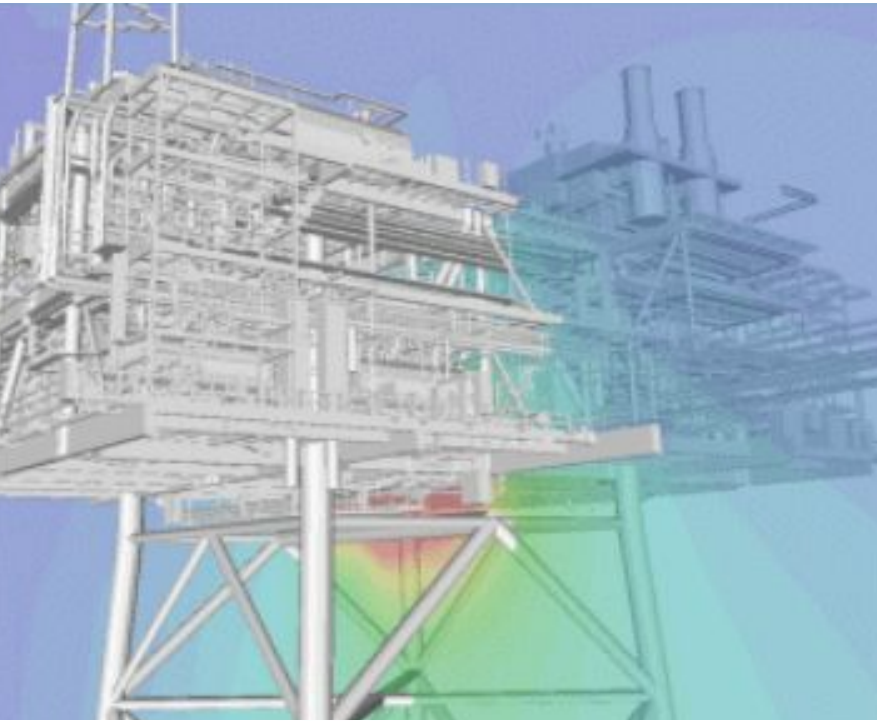
ИНТЕГРАЦИЯ CAE ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ



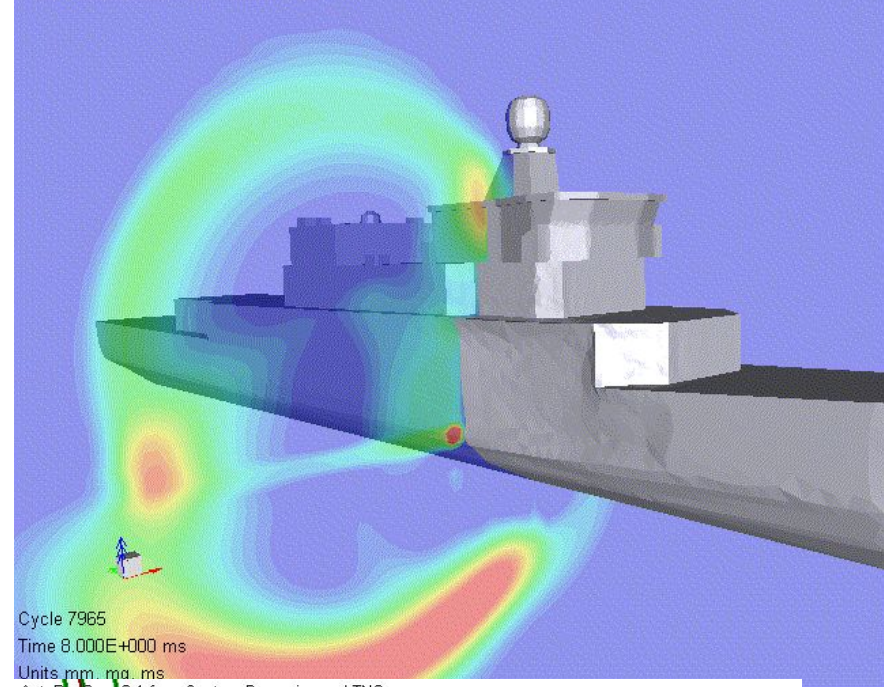
ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ



ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ



AUTODYN-3D v6.0 from Century Dynamics

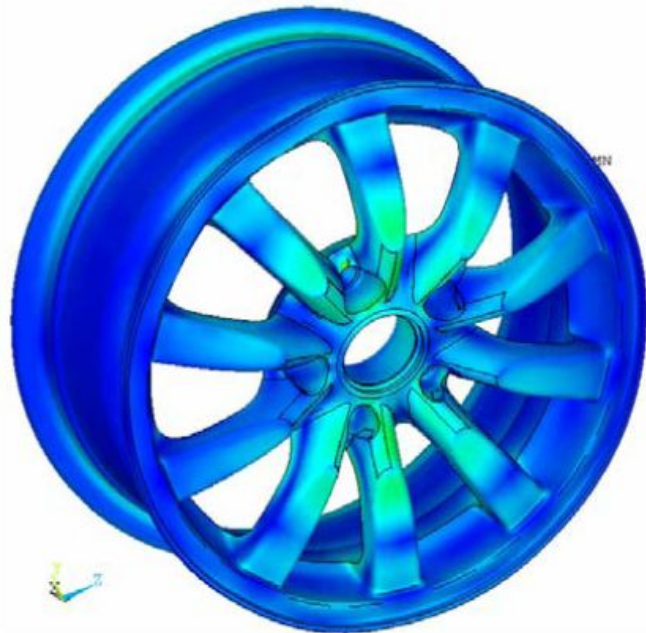


Cycle 7965

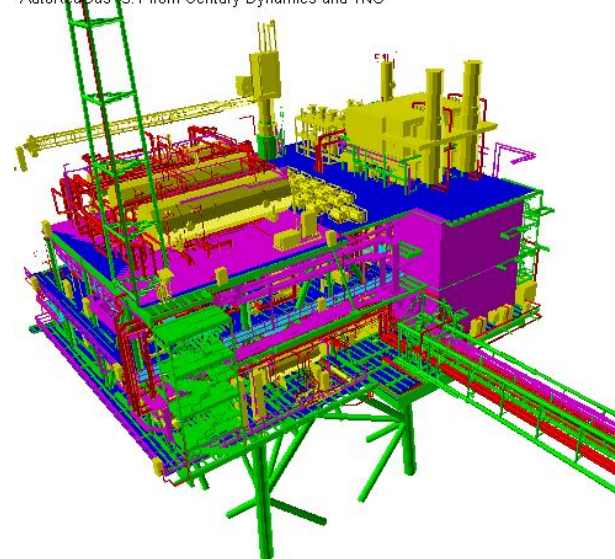
Time 8.000E+000 ms

Units mm, ma, ms

AutoReaGas v3.1 from Century Dynamics and TNO

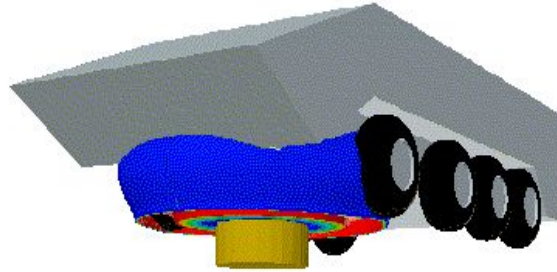
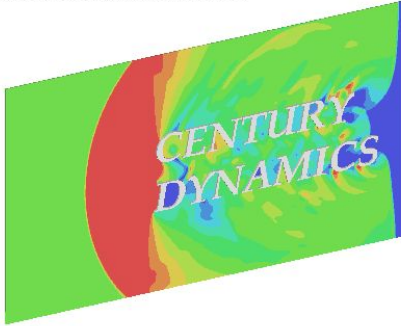


NODAL SOLUTION
SEQV (AVG)
DMX =.292973
SMN =-.029526
SMX =16.535
SMXB=10.862
.029526
1.863
3.697
5.531
7.365
9.199
11.033
12.867
14.701
16.535



ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

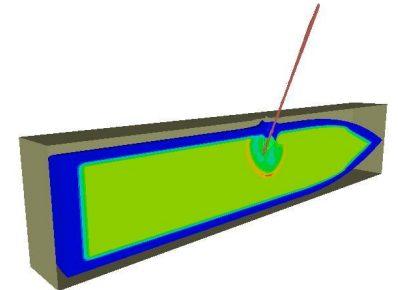
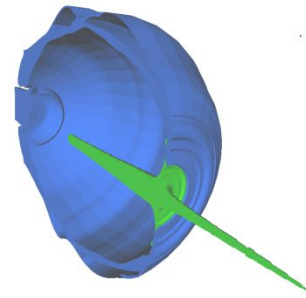
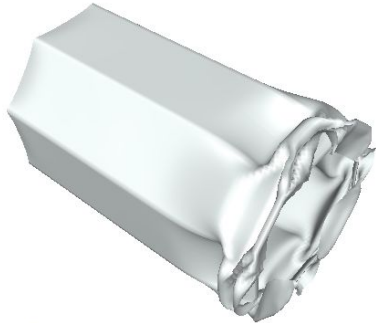
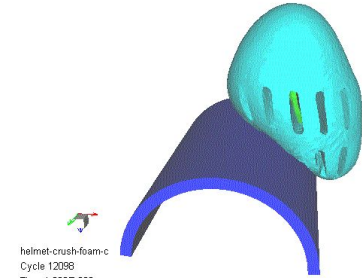
AUTODYN-3D v6.0 from Century Dynamics



AUTODYN-3D v6.0 from Century Dynamics

Material Location

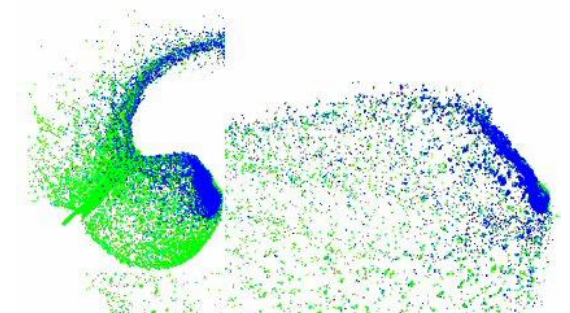
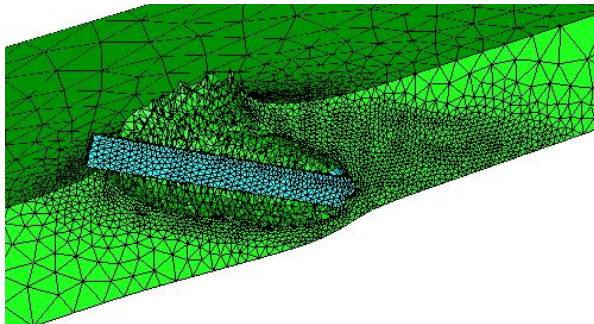
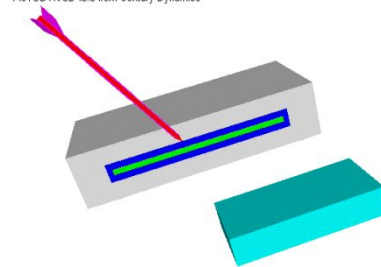
Void
al-rigid
bone-brain
crush-foam



AUTODYN-3D v6.0 from Century Dynamics

Material Location

Void
STEEL 1006
COMP B
STEEL 4340
STNL STEEL
TUNGSTEN



ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

