



... место где рождаются инновации

ТЕХНОПАРК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Свердловской области



Региональный
оператор

**Правильный реверс-инжиниринг
промышленного оборудования:
практический опыт и проблемные вопросы**



Минкомсвязь
России



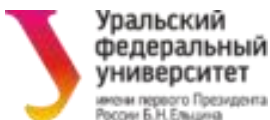
Министерство промышленности и науки
Свердловской области

О технопарке

Технопарк «Университетский» – это крупнейший в Свердловской области инновационный центр, в котором реализуются масштабные научно-технические проекты его резидентов, которые проходят путь от идеи и опытных образцов до запуска серийного производства в рекордные сроки.

Миссия технопарка – развитие научно-технического, инновационного и промышленного потенциала Свердловской области и всего Уральского федерального округа.

Партнеры технопарка «Университетский»

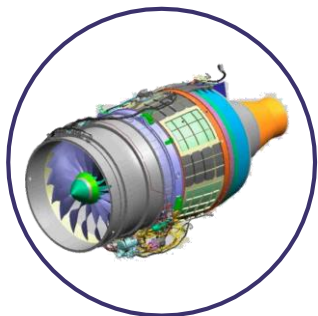


* Проект строительства Технопарка высоких технологий Свердловской области реализован Министерством связи и массовых коммуникаций РФ при поддержке Правительства Свердловской области в рамках комплексной программы «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий».



Что умеет Инжиниринговый центр Технопарка «Университетский»?

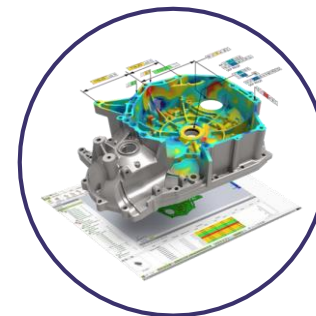
Инжиниринговый центр Технопарка «Университетский» – это центр компетенций в сфере передовых производственных технологий и цифровой трансформации промышленности. С 2016 года мы оказываем следующие услуги:



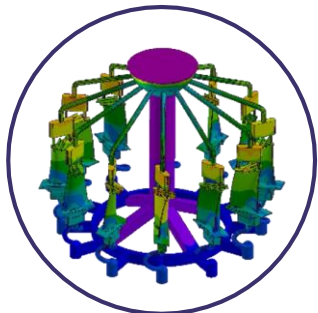
Разработка Цифровых двойников и CAE анализ конструкций



Быстрое прототипирование: 3D печать металлом и пластиком



Выполнение междисциплинарных исследований и НИОКР



Моделирование технологических процессов производства



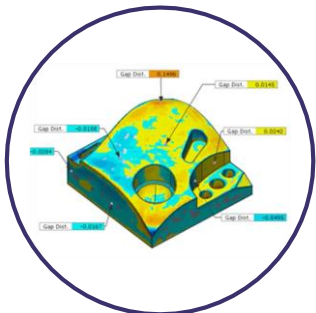
3D сканирование и обратный инжиниринг изделий любой сложности



Обучение работе с CAD/CAE/CAM продуктами



Поставка программного обеспечения (CAD/CAE/CAM)



Цифровой контроль точности и анализ размеров



Обучение работе на токарных / фрезерных станках с ЧПУ



... место где рождаются инновации

ТЕХНОПАРК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Свердловской области

Реверс-инжиниринг крупногабаритных дробилок (диаметр до 6 м) для нужд горнодобывающего предприятия (Республика Карелия)



В рамках заказа выполнено выездное 3D-сканирование деталей дробилок на объекте заказчика, построены и переданы заказчику 3D-модели оборудования. Работы выполнялись на открытом воздухе под прямыми солнечными лучами и периодическими осадками, что обусловило необходимость установки навесов и укрывающих конструкций.

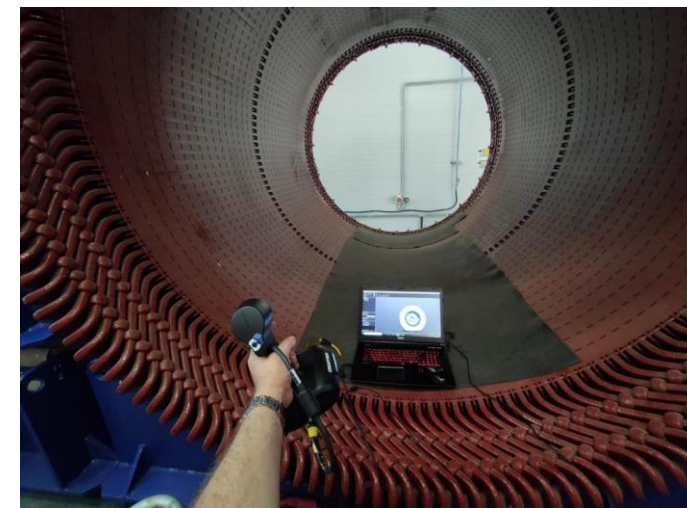
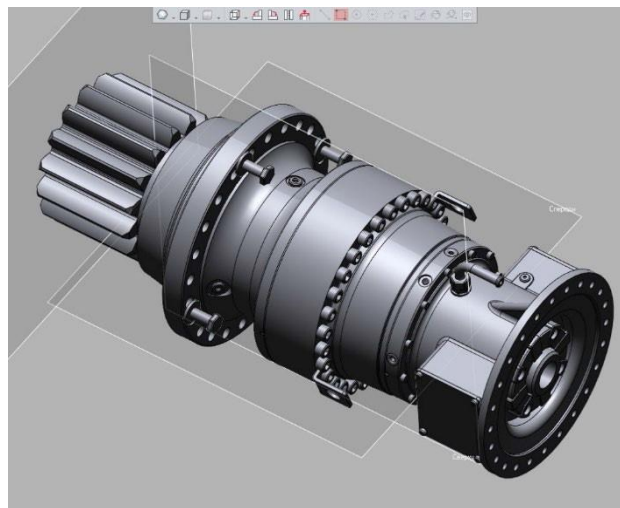
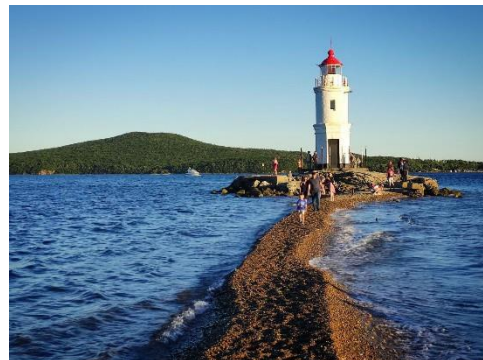
Сканер: ScanTech Magic.



Портфолио проектов 2022

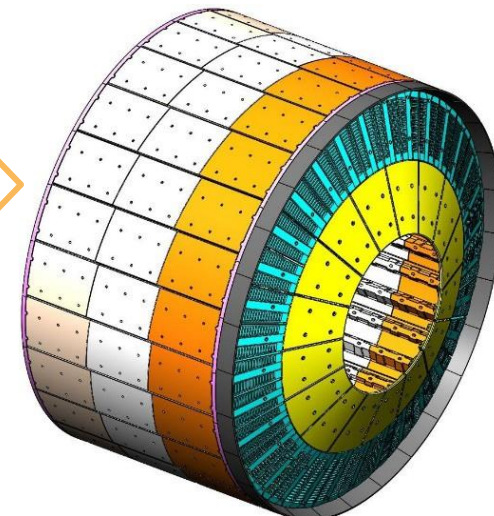
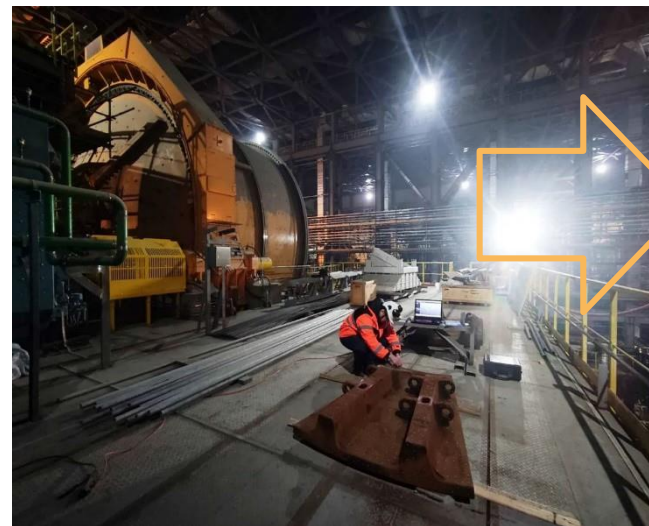
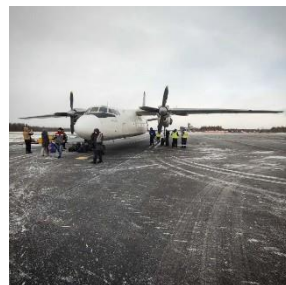
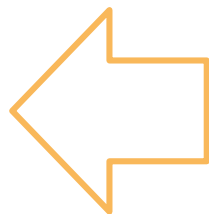
Сканирование деталей опорно-поворотного устройства винторулевой колонки ледокола (Приморский край)

Сканер: Creaform
Go!SCAN 50



Реверс-инжиниринг опорных подшипников диаметром до 2,5 м (г. Санкт-Петербург).

Сканер: Creaform Go!SCAN 50

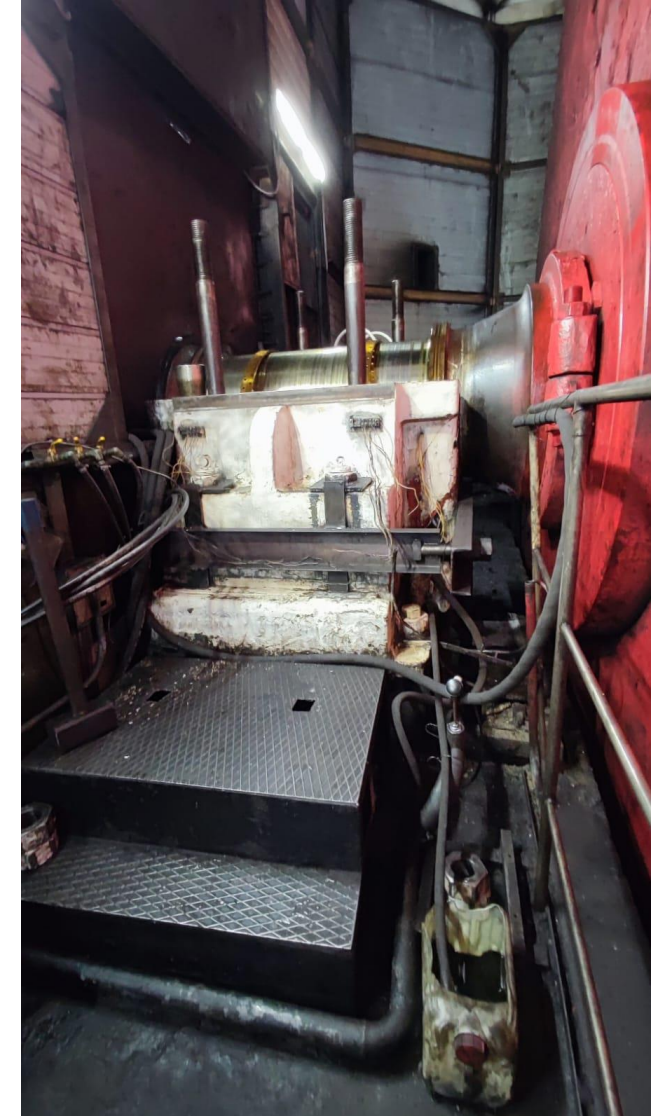
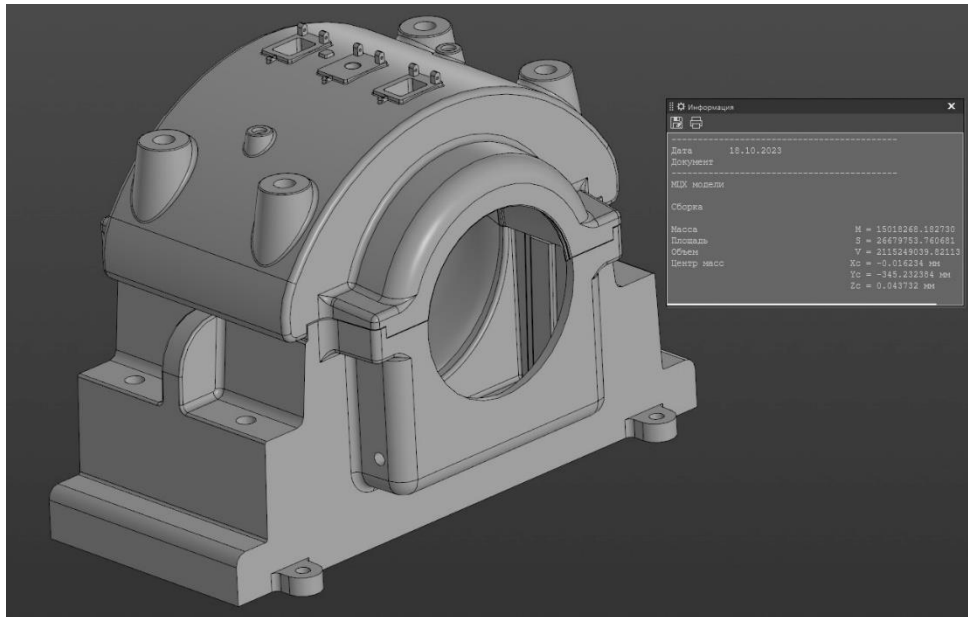


Реверс-инжиниринг комплекта футеровки мельницы



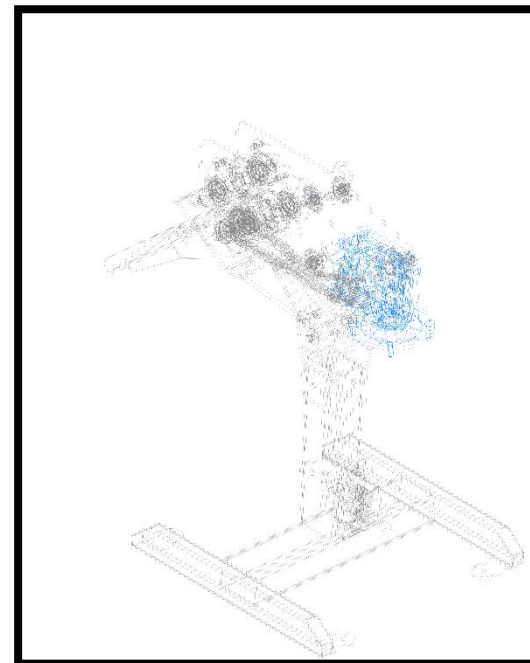
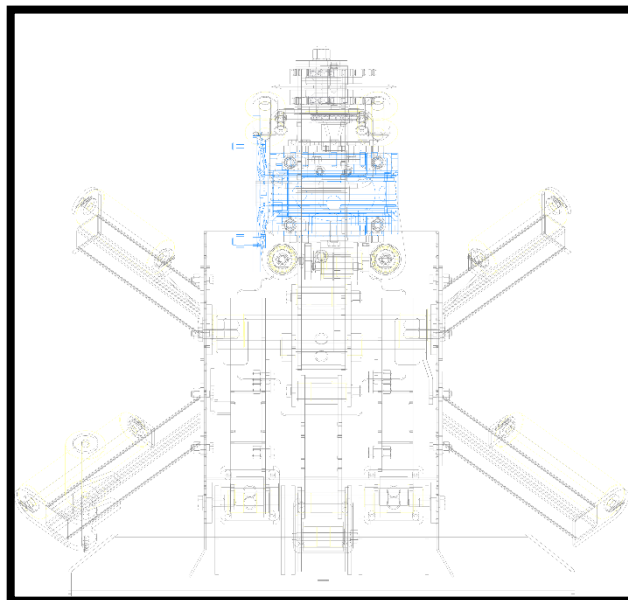
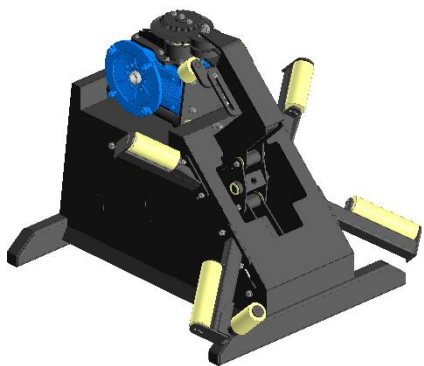
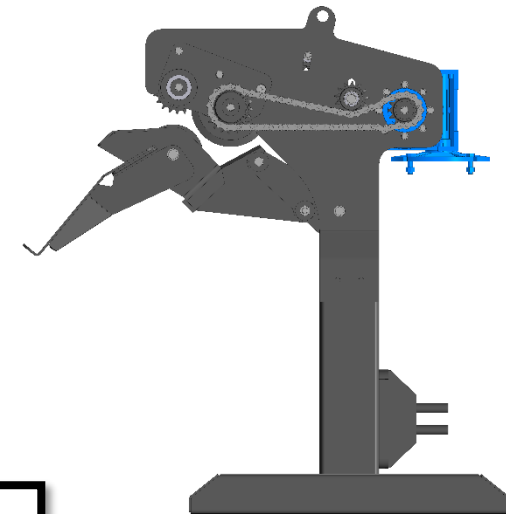
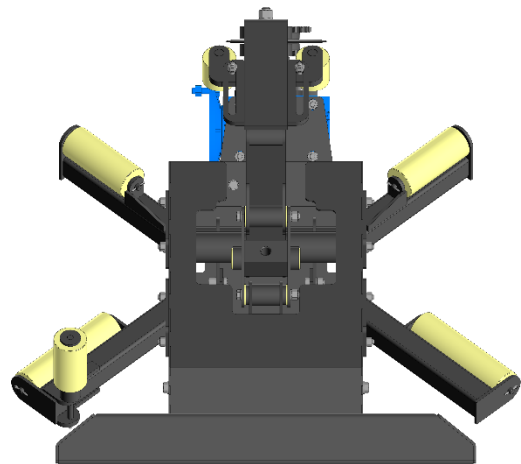
Реверс-инжиниринг корпуса подшипника скольжения пильгермотора. Размер основания 2,5 * 1,5 м. Общий вес конструкции – более 200 тонн (г. Челябинск).

Сканер: KSCAN Magic



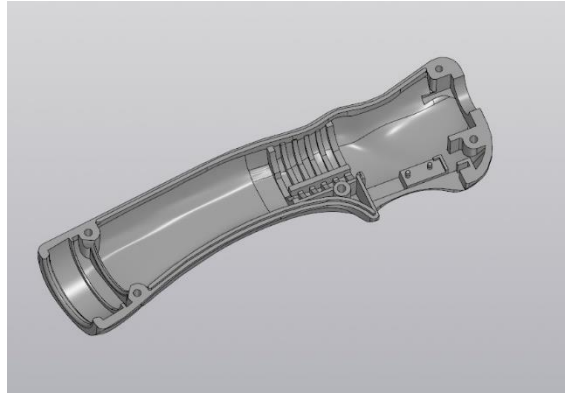
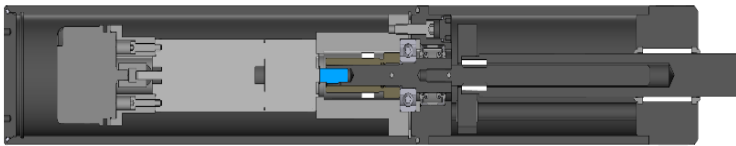
Разработка моделей и чертежей
шинных станков – станка обрезки
беговой дорожки и станка обрезки
боковины (г. Екатеринбург).

Сканер: Creaform Go!SCAN 50

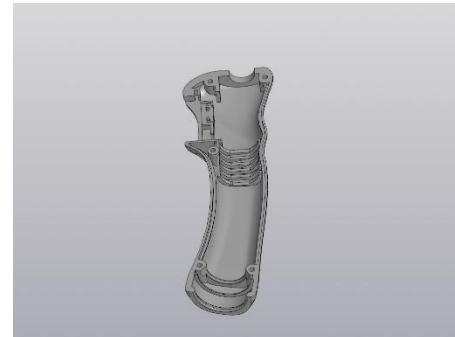


Портфолио проектов 2023

Реверс-инжиниринг погружного привода для перемещения датчиков ультразвукового контроля колес в иммерсионных ваннах участка механической обработки колесобандажного цеха. При работе использовали координатно-измерительную машину (г. Екатеринбург).

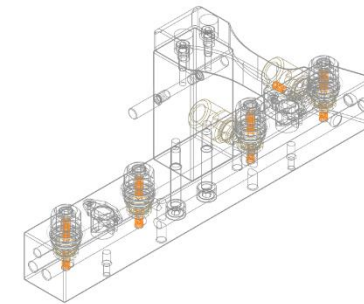
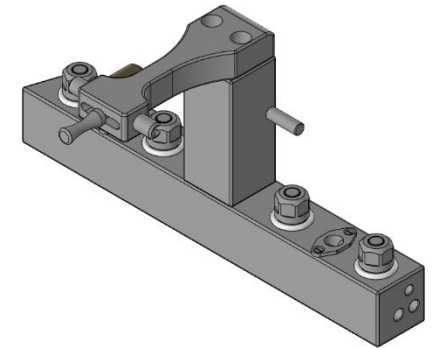


Реверс-инжиниринг рукоятки сварочной газовой горелки (г. Екатеринбург).

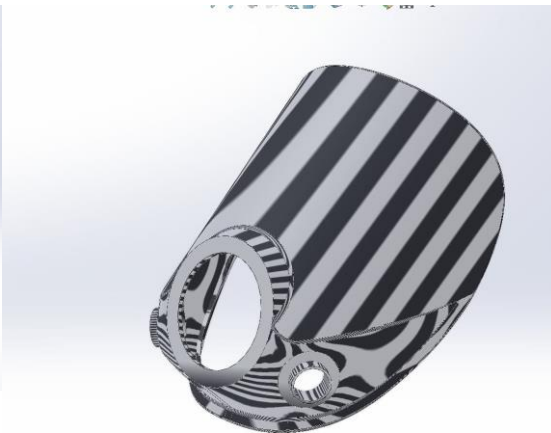


Сканер: KSCAN Magic

Реверс-инжиниринг крепления испарителя – одного из элементов наркозно-дыхательного аппарата (г. Екатеринбург).

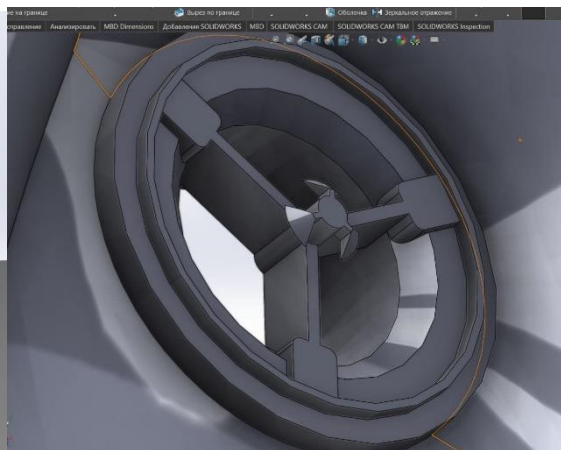
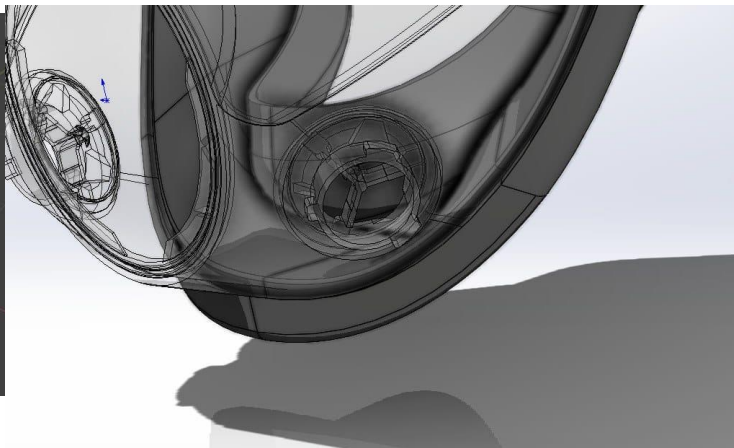
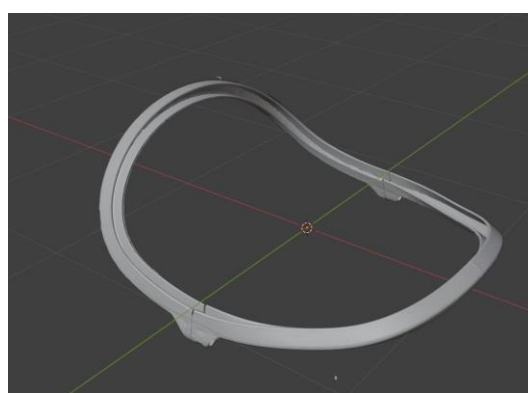
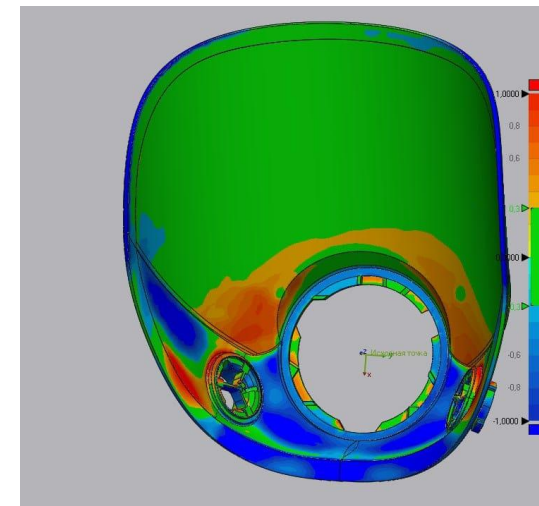


Сканер: KSCAN Magic



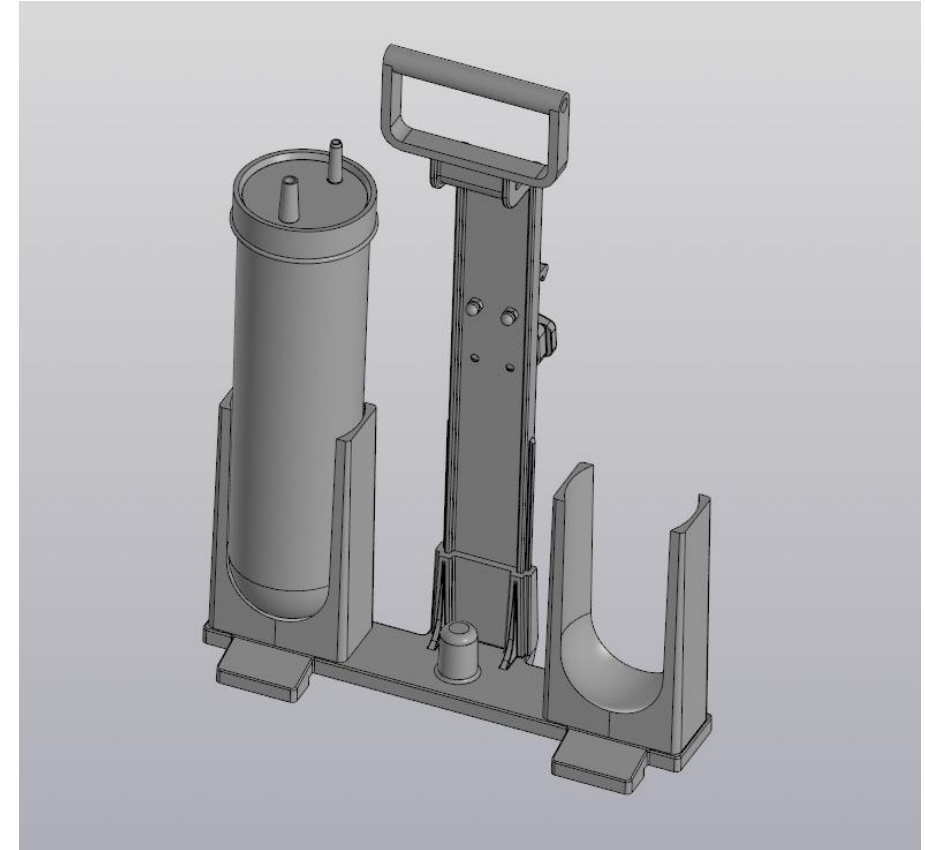
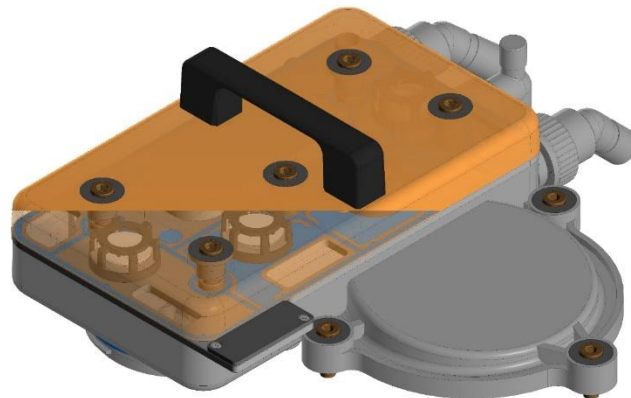
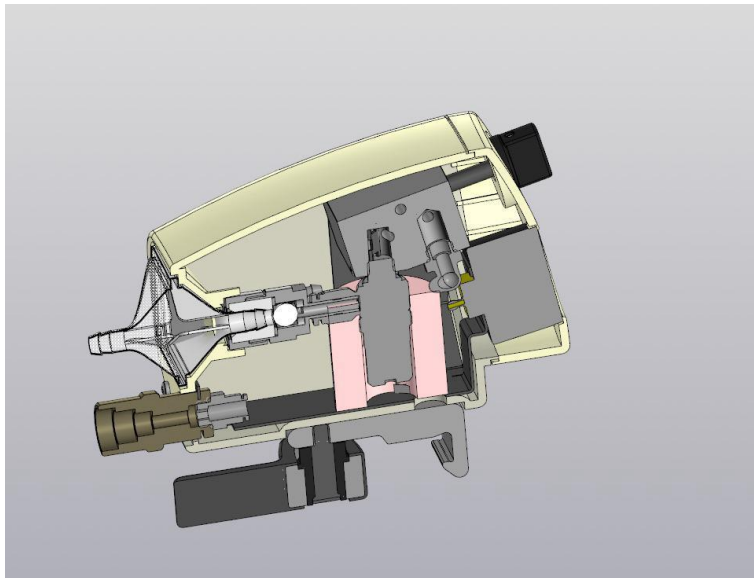
Реверс-инжиниринг и метрология защитной полнолицевой маски (г. Екатеринбург).

Сканер: KSCAN Magic



Реверс-инжиниринг узлов программно-аппаратного комплекса наркозно-дыхательного аппарата с телематическими функциями с целью организации его серийного производства (г. Екатеринбург).

Сканер: KSCAN Magic



Реверс-инжиниринг (обратный инжиниринг)

1. Изучение имеющейся информации об объекте
2. Измерение геометрических размеров объекта
3. Исследование материалов объекта и определение их характеристик.
4. 3D-моделирование на основе результатов измерений, контрольная сборка моделей
5. Виртуальные испытания (при необходимости)
6. Разработка конструкторской документации
7. Прототипирование (при необходимости)
8. Разработка рабочей и технологической документации
9. Изготовление и испытания опытного образца
10. Корректировка конструкторской документации

В отличие от прямого проектирования при реверс-инжиниринге разработка конструкторской документации выполняется от готового изделия.

Эти работы выполняет
Инжиниринговый центр



технопарк
Университетский

! Эти работы выполняет
производитель изделия

Эти работы выполняет
Инжиниринговый центр



технопарк
Университетский



Оборудование для реверс-инжиниринга

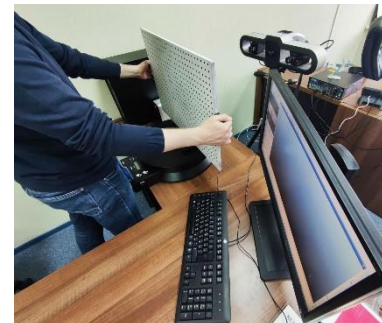
Для разных задач мы используем разное оборудование:

- **Стационарный сканер Solutionix Rexcan 4 (5,0 MP).**

Точность: от 0,03 до 0,350 мм

Зона сканирования: 100 - 1330 мм.

Применение: высокоточное сканирование малогабаритных объектов



- **Мобильный сканер Creaform Go!SCAN 50 (оптический)**

Точность: от 0,1 мм

Размеры сканируемого объекта: от 1 до 10 м

Применение: высокоточное сканирование средне- и крупногабаритных объектов



- **Мобильный ScanTech KSCAN Magic (синие лазеры)**

Точность: от 0,020 мм

Зона сканирования: до 1440 мм × 860 мм

ИК-сканирование

Система фотограмметрии с глубиной резкости до 2500 мм

Применение: высокоточное сканирование всех типов объектов, в том числе более 10 м



- Мобильный ScanTech KSCAN Magic

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений геометрических размеров объектов, мм	от 10 до 10000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений геометрических размеров объектов, мм	$\pm(0,015+0,030 \cdot L)$ где L – длина объекта в метрах

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм, не более	325×133×84
Масса, кг, не более	1,35
Напряжение питания от источника постоянного тока, В	24
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С	от -10 до +40

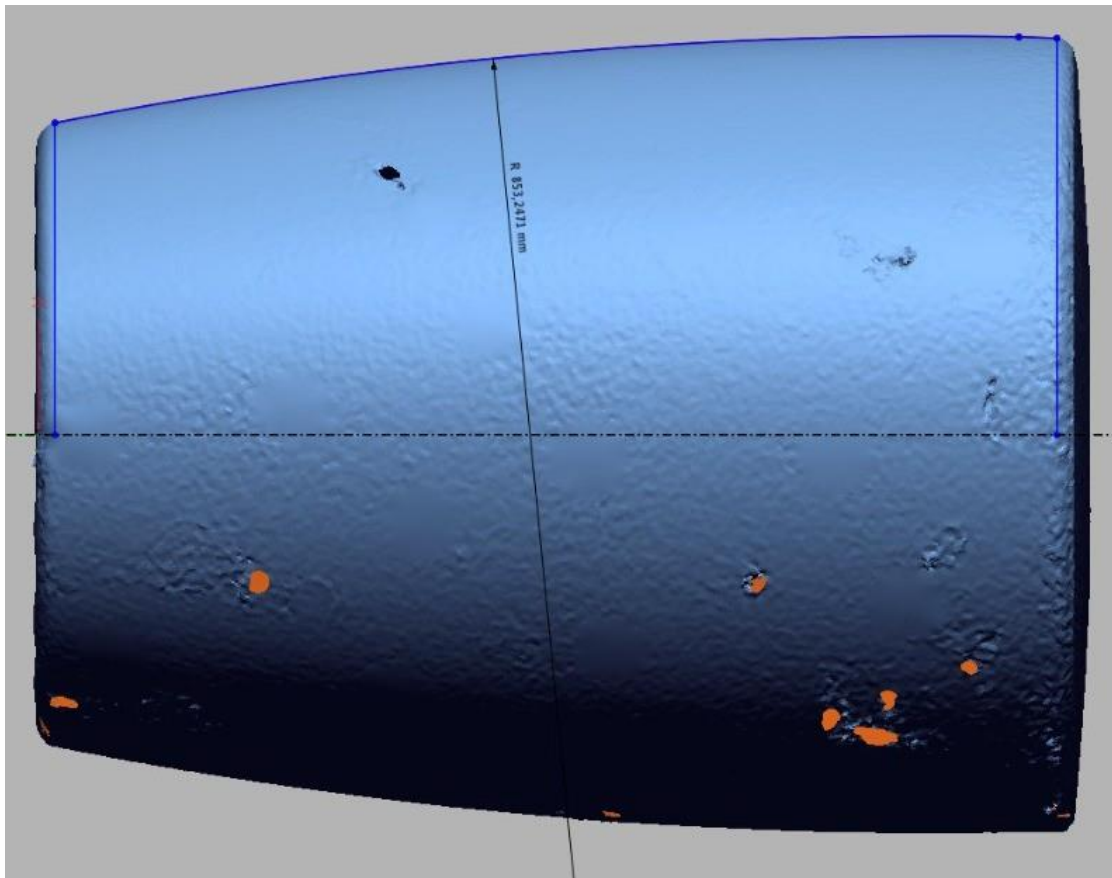
Знак утверждения типа

наносится методом наклеивания на нижнюю часть корпуса прибора и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

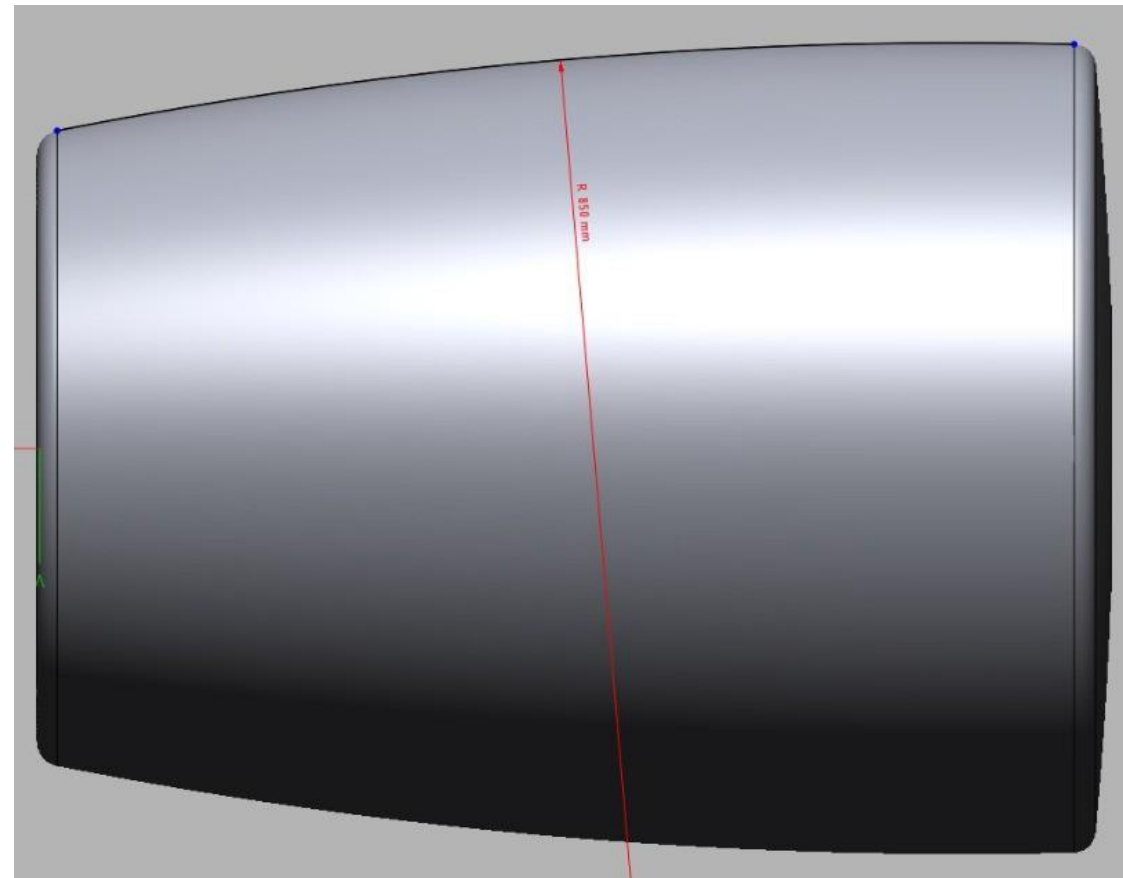


3D-моделирование, параметризация «облака точек»

На примере ролика подшипника



Облако точек
Радиус со скана $R=853,2471$ мм



CAD-модель
Назначенный радиус $R=850$ мм

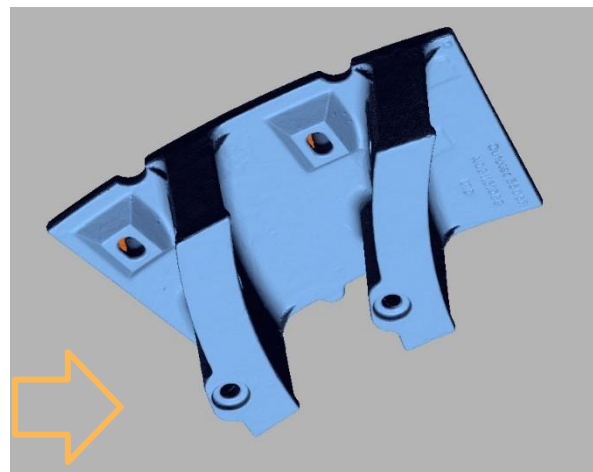


Реверс-инжиниринг на примере комплекта футеровки мельницы Metso

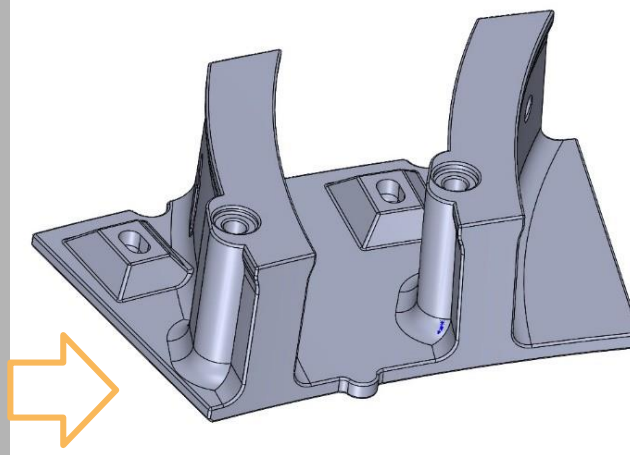
- ✓ Обработка результатов сканирования в Geomagic Design X
- ✓ Моделирование в SolidWorks 18 или Компас-3D
- ✓ Сравнение модели с результатами сканирования в Geomagic Control X
- ✓ Контрольная сборка, сверка расчетных размеров со сборочными чертежами (углы, конусность, диаметр барабана и т.п.), корректировка моделей.



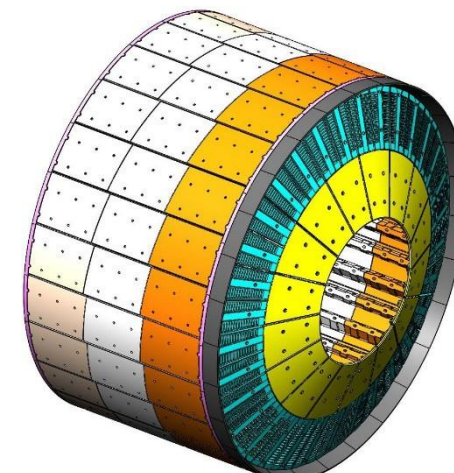
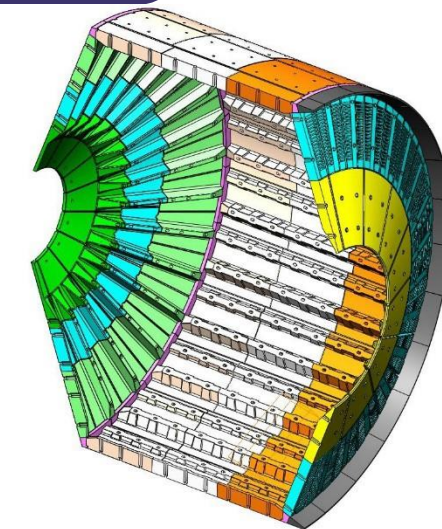
1. Изделие



2. Облако точек



3. CAD-модель



4. Контрольная сборка



3D-моделирование, метрологический контроль

Модели под станки и чертежи должны быть идеализированными, твердотельными и параметризованными!

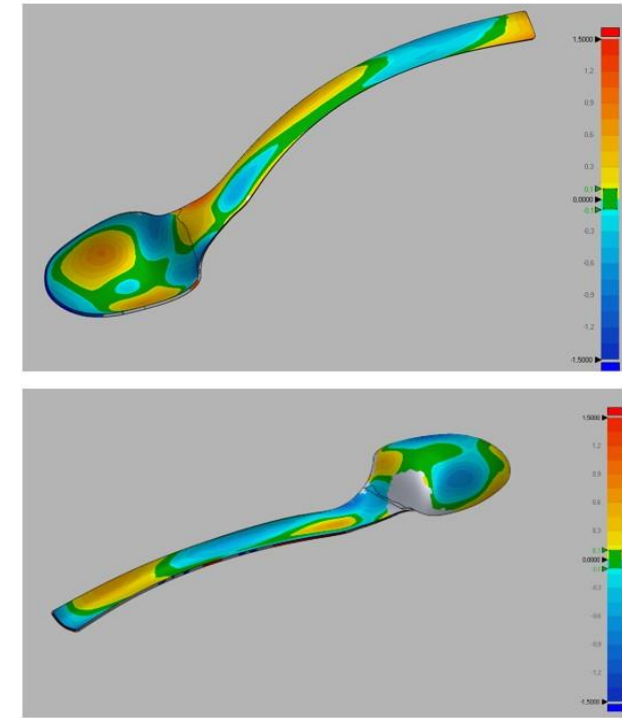
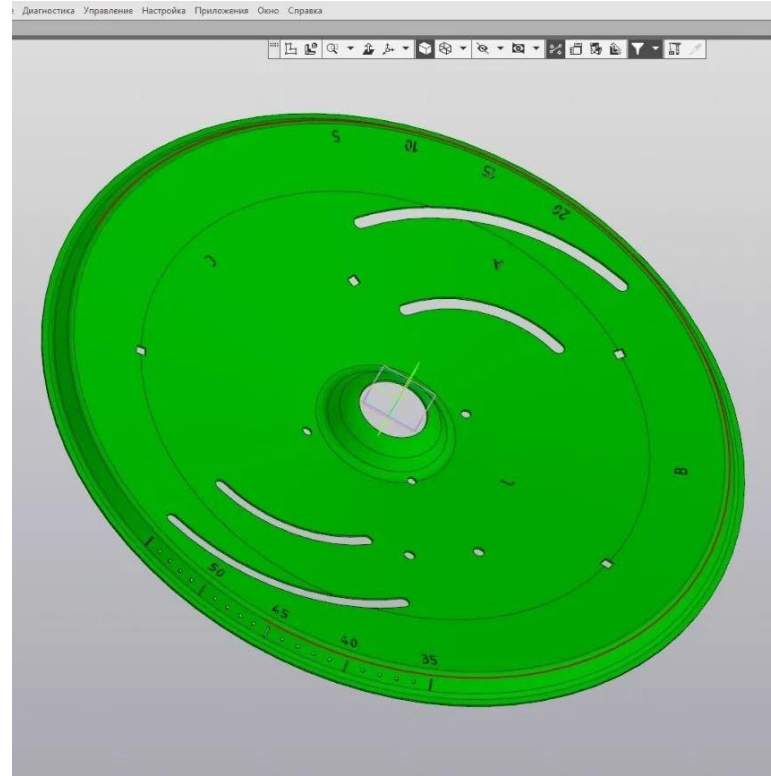
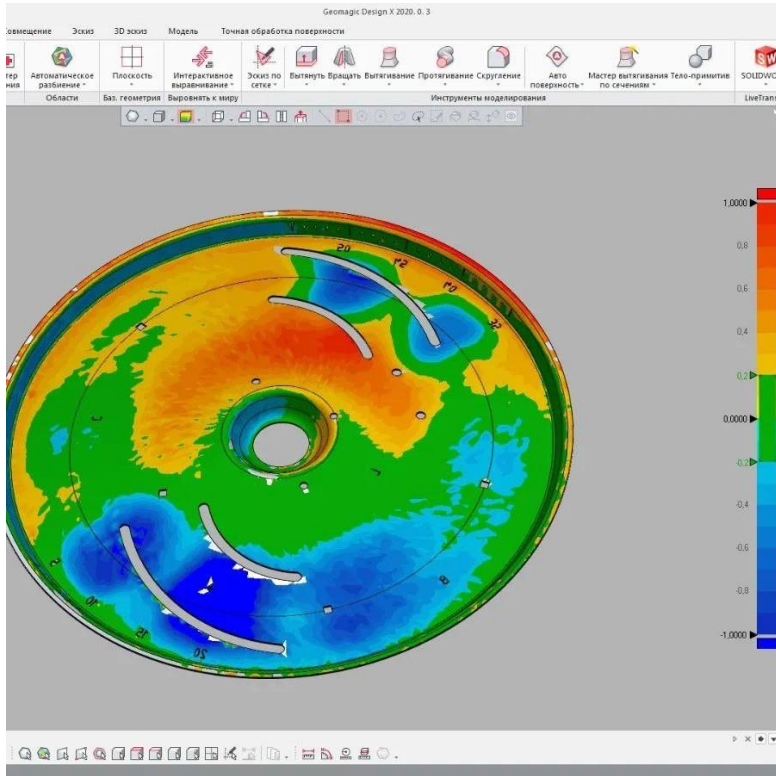


Рисунок 7. — тепловая карта отклонений. Облака точек. № 2- от САД-модели изделия «Ложка».

Наложение «облака точек»
на идеализированную твердотельную
параметризованную модель

Наложение «облака точек»
на неидеализированную
полигональную модель

Выписка из метрологического
отчета

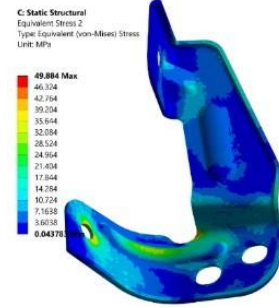


Инженерный и конструкционный анализ

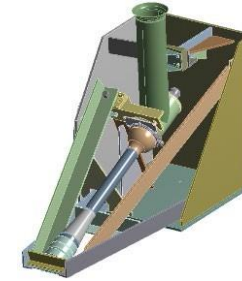
Моделирование напряженных и деформированных состояний конструкций



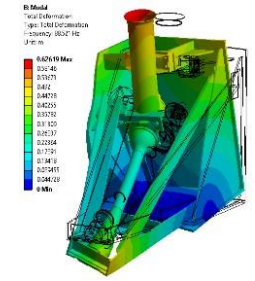
Элемент



Задание условий закрепления



Сборка

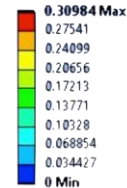


Расчет нагрузок

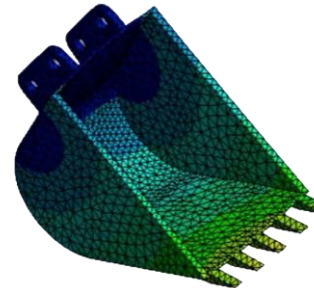
Моделирование механики деформируемого твердого тела



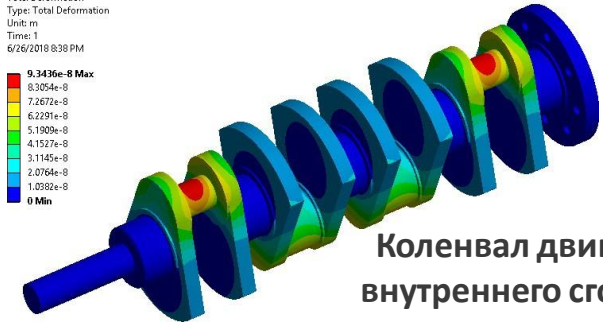
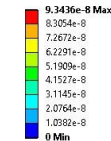
B: Transient Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 5.3636
28.08.2020 6:42



Ковш экскаватора



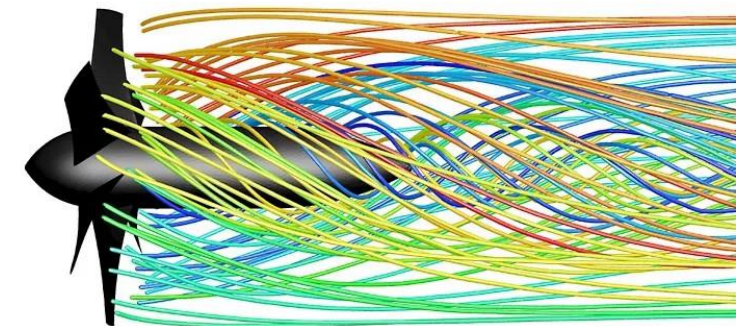
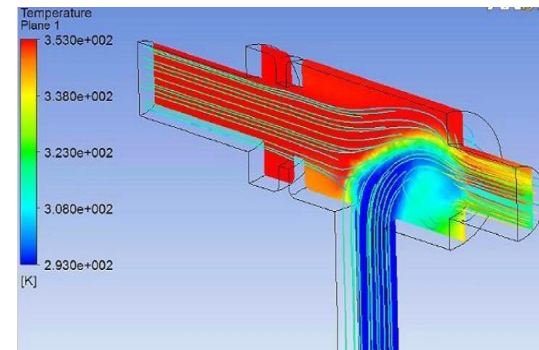
A: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 1
6/26/2018 8:38 PM



Коленвал двигателя внутреннего сгорания

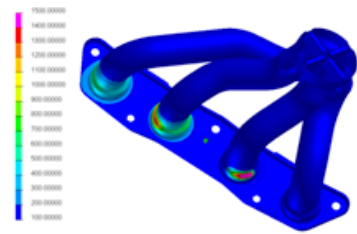
Моделирование гидро или газодинамических явлений, течений с химическими реакциями и теплообменом

OpenFOAM®

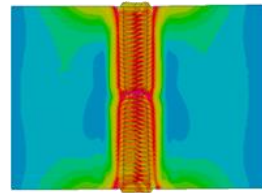


Инженерный и конструкционный анализ

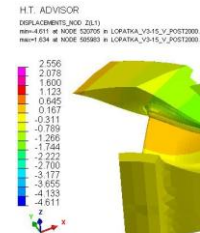
Моделирование сварки, термообработки, листовой штамповки



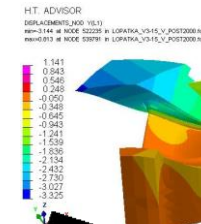
Электродугуговая



Многопроходная



64 / 800.000000



64 / 800.000000

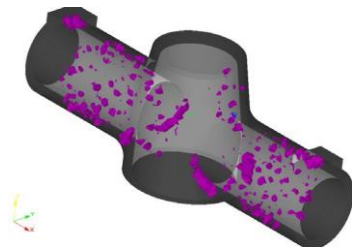
Расчет уса

Моделирование технологии литья ведущего моста автомобиля КАМАЗ

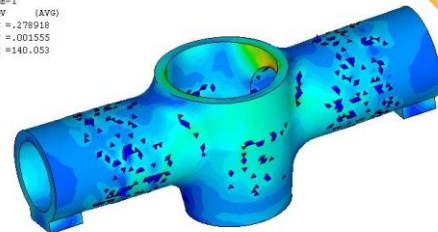
Моделирование усадочных дефектов в теле отливки



Расчет гидродинамики с учетом литейных дефектов



E = 1
NU = 1
QV (AVG)
X = -2.789318
Y = -0.015555
Z = 140.033

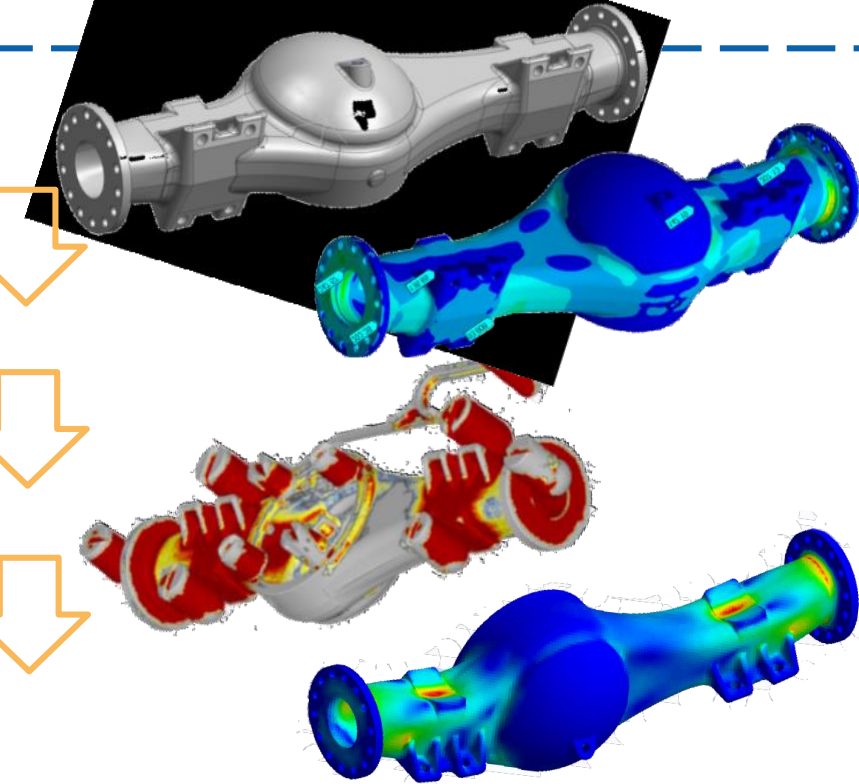


Конструкторская разработка изделия

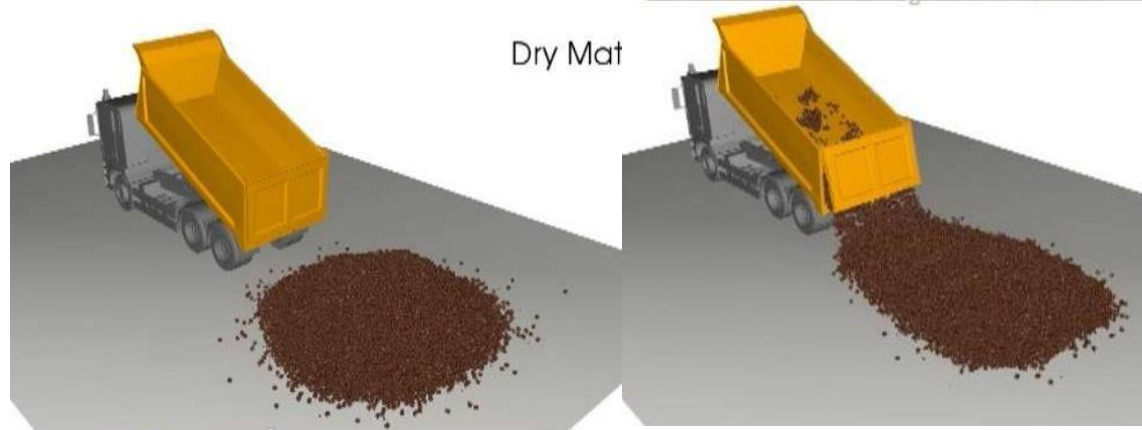
Предварительный конструкторский анализ идеальной модели

Моделирование технологии литья изделия

Конструкторский анализ изделия с учетом дефектов литья



Моделирование сыпучих сред методом дискретных элементов



Сухой материал

Влажный материал

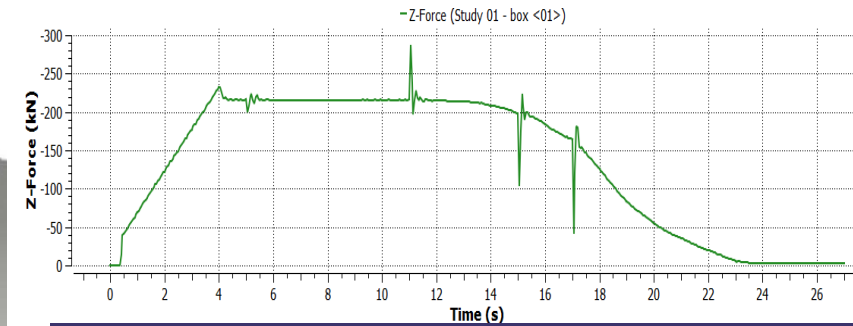
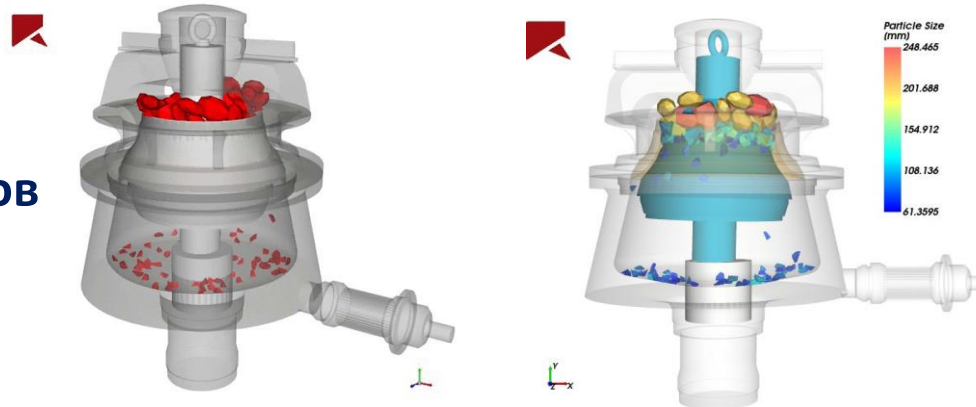


График вертикальной силы на кузове при разгрузке самосвала

Виртуальные испытания: моделирование процессов абразивного износа



Моделирование износа дробилки в процессе работы

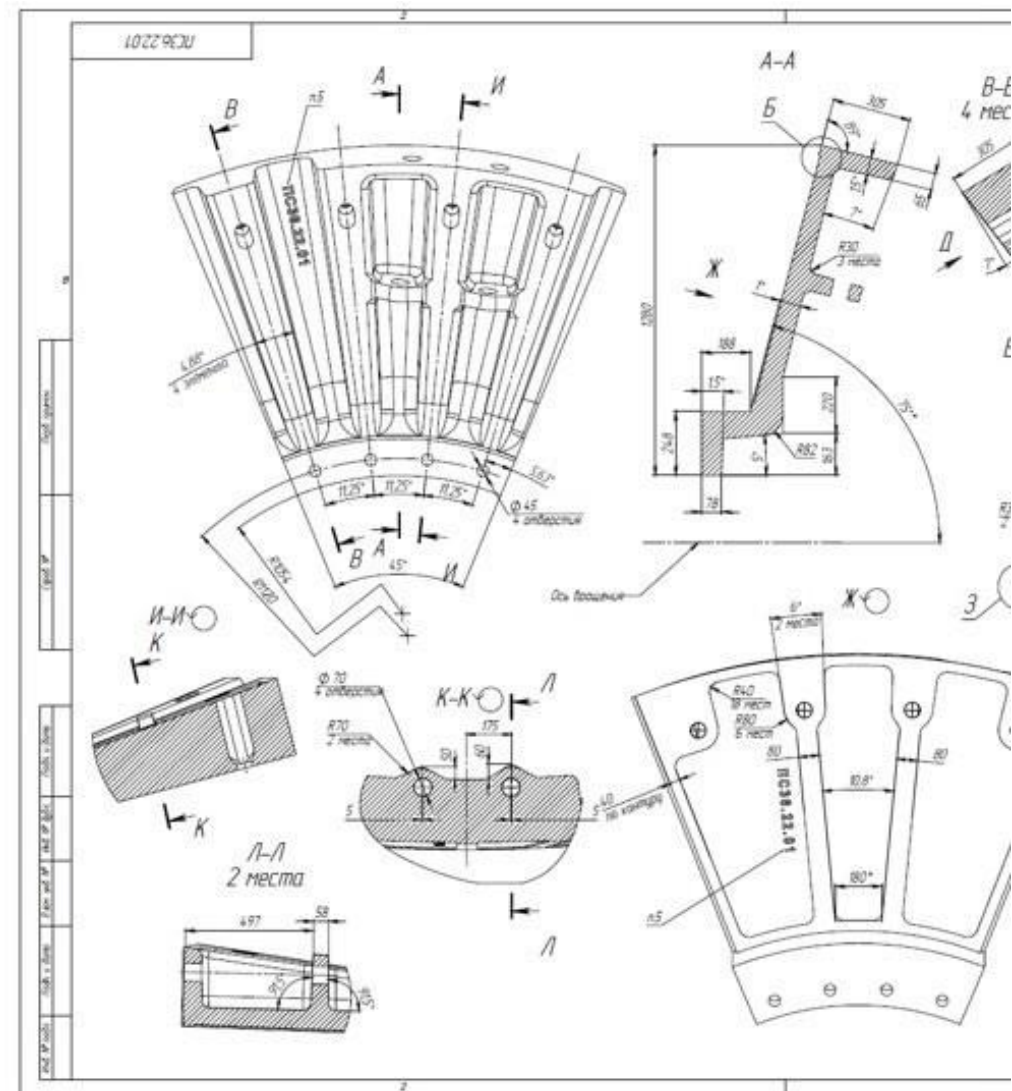
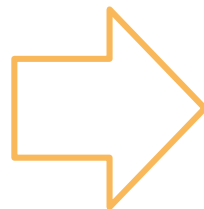
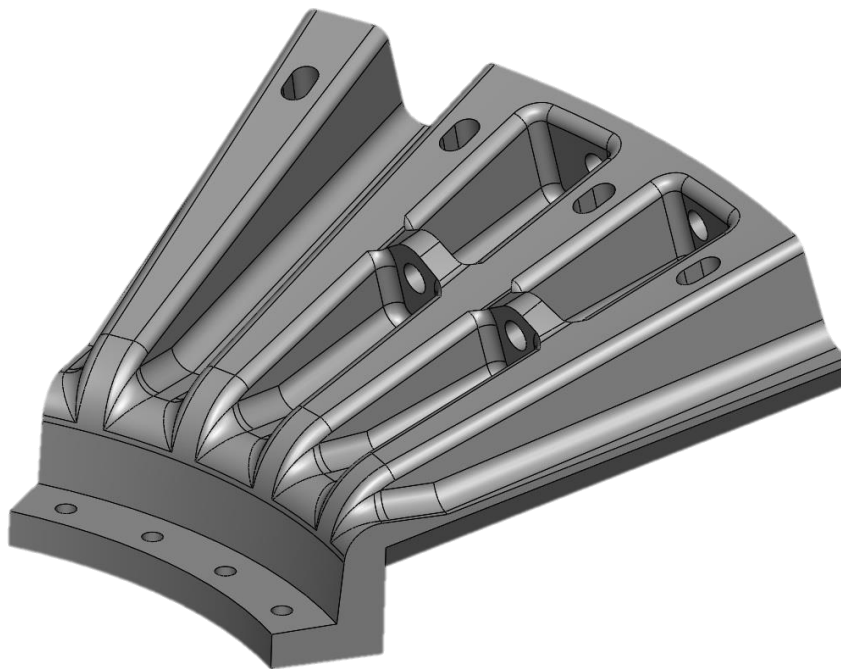
Решение:

- Увеличение толщины стенки и высоты (в верхней части гильзы)
- Изменение геометрии камеры дробления
- Увеличение содержания марганца в составе сплава



На примере мельничной футеровки

- ✓ Конструкторская документация разрабатывается в соответствии с требованиями ЕСКД в Компас-3D
- ✓ Рабочая, технологическая документация и технические условия разрабатываются производителем



Исследование материалов объекта и определение их характеристик.

На примере комплектующих воздушного компрессора SIAD (2022)

- ✓ Выполняется поверенными мобильными спектрометрами ЛИС-01 и ЛИС-02
- ✓ Можно исследовать любые углеродсодержащие металлы
- ✓ Высокая релевантность исследования (от 70%)
- ✓ Результат исследования оформляется в виде отчета
- ✓ Доступны измерения твердости динамическим твердомером



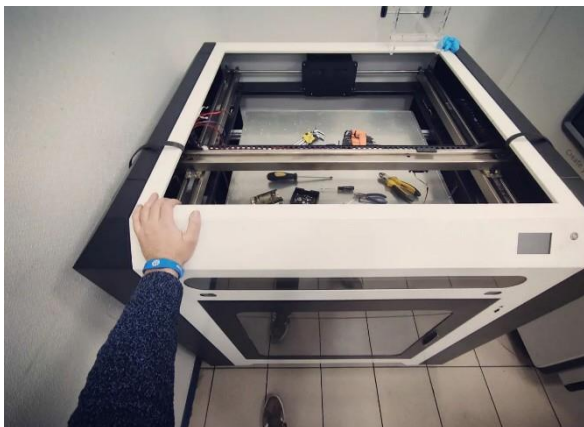
№ п/п	ИД номер	Количество деталей	Наименование детали	Химический состав									
				C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Sn	Fe	Zn	
1	277847	1	Маслоотражатель OGE SLING OIL OGE 20" 76364012	1,08±0,02	0,01±0,02	0,25±0,02	0,23±0,05	-	-	-	99,49±0,21	-	
2	279948	1	Прокладка М клапана 1-ой и 2-ой ступени 27938 (27554) (упаковка № 1)	-	-	-	-	-	99,59±0,22	-	0,41±0,11	-	
3	279948-1	1	Прокладка М клапана 1-ой и 2-ой ступени 27938 (27554) (упаковка № 2)	-	-	-	-	-	99,83±0,27	-	0,17±0,08	-	
4	335914	1	Гильза третьей ступени кат. №91090	0,56±0,10	2,03±0,26	0,68±0,7	0,62±0,12	-	0,04±0,01	-	86,47±1,79	-	
5	343553	1	Втулка поршня третьей ступени, черт СМС60054, кат. №82137	1,20±0,27	0,04±0,02	1,73±0,04	23,57±0,86	9,49±0,43	0,70±0,02	-	63,27±0,61	-	
6	343554	1	Суперболт поршня третьей ступени, черт СМС60359, кат. №86116	0,25±0,06	0,12±0,05	0,72±0,09	18,50±0,56	2,55±0,17	0,28±0,05	-	77,57±1,17	-	
7	383661	1	Диск клапана 80206871	0,97±0,05	0,16±0,04	0,38±0,03	17,09±0,59	-	-	-	81,40±1,02	-	
8	383662	1	Диск клапана 80206909	1,00±0,05	0,11±0,05	0,45±0,05	16,16±0,75	-	-	-	81,14±1,89	-	
9	383678	1	Прокладка 80203338	-	-	-	-	-	99,65±0,27	-	0,35±0,08	-	
10	383679	1	Прокладка М всасывающего клапана 1-ой ступени 80205495	-	-	-	-	-	99,53±0,18	-	0,47±0,18	-	



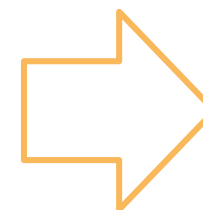
Инжиниринговый центр оказывает услуги быстрого прототипирования (3D-печать по технологиям SLA, FDM, SLS, SLM);



- ✓ SLA-печать применяется для изготовления прототипов из фотополимерной смолы, отверждаемой УФ-излучением.
- ✓ Такой прототип можно использовать для литья по выжигаемым моделям (один прототип - одна отливка) или как оснастку для литья в ХТС.
- ✓ На нашем принтере можно печатать прототипы размером 600x600x580 мм, точность построения составляет 0,1 мм.



- ✓ FDM-печать PLA или ABS пластиком применяется для изготовления прототипов.
- ✓ Прототипы легко клеивать, сверлить, шпатлевать, шлифовать и красить. Как, например, этот телевизор



Материалы для SLA (DLP) печати



SLA-ПЕЧАТЬ

ВЫЖИГАЕМАЯ СМОЛА

ВЫЖИГАЕМЫЕ МОДЕЛИ

МАСТЕР-МОДЕЛИ ДЛЯ ЛИТЬЯ В СИЛИКОН

ПРОТОТИПЫ И ИЗДЕЛИЯ



INDUSTRIAL ABS

ABS-ПОДОБНЫЙ МАТЕРИАЛ

ПРАКТИЧЕСКИ КАК ЛИТЬЕВОЙ ABS

МАЛАЯ УСАДКА

КРОНШТЕЙНЫ, ЗАЩЕЛКИ, КОРПУСА



NYLON-LIKE

НЕЙЛОН

УДАРОПРОЧНЫЕ КОРПУСА

ЗУБЧАТЫЕ КОЛЕСА

КРОНШТЕЙНЫ



... место где рождаются инновации

ТЕХНОПАРК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Свердловской области

Материалы для SLA (DLP) печати



FLEX

РЕЗИНОПОДОБНЫЙ

ОЧЕНЬ ГИБКИЙ

УПЛОТНИТЕЛИ, ГАСИТЕЛИ, ДЕМПФЕРЫ

САЛЬНИКИ И ДРУГИЕ РТИ



DENTAL

СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ

ШАБЛОНЫ, ПРОТЕЗЫ, МОДЕЛИ

КАППЫ, СПЛИНТЫ, ДЕСНЕВЫЕ МАСКИ

ГОСТ Р ИСО 10993



MODEL

МОДЕЛЬНЫЙ

ТВЕРДЫЕ МАСТЕР-МОДЕЛИ

ДЕКОРАТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

ПОД ОКРАСКУ



CAST

ВОСКОПОДОБНЫЙ

ВЫЖИГАЕМЫЕ МОДЕЛИ

ЗАГОТОВКИ ШЕСТЕРЕН, КОРПУСОВ

СОВМЕСТИМ С ГИПСОВЫМИ МАССАМИ



... место где рождаются инновации

ТЕХНОПАРК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Свердловской области

Материалы для FDM-печати



PLA-ПЛАСТИК

МАЛАЯ УСАДКА, ИДЕАЛЕН
ДЛЯ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ
И МАКЕТИРОВАНИЯ

50°C ТЕМПЕРАТУРА РАЗМЯГЧЕНИЯ

-20 +40°C ТЕМПЕРАТУРА ЭКСПЛУАТАЦИИ

57,8 МПА ПРОЧНОСТЬ НА РАЗРЫВ

55,3 МПА ПРОЧНОСТЬ НА ИЗГИБ



ABS-ПЛАСТИК

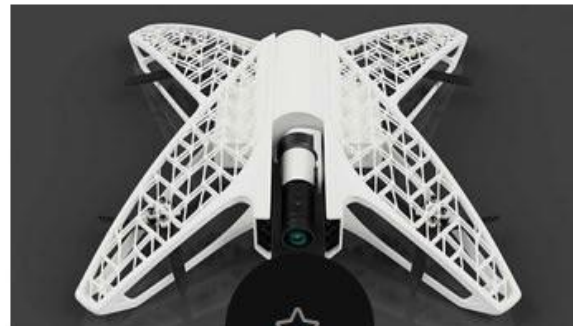
ИДЕАЛЕН ДЛЯ КОРПУСНЫХ
ИЗДЕЛИЙ. ТРЕБУЕТ
ОКРАШИВАНИЯ

100°C ТЕМПЕРАТУРА РАЗМЯГЧЕНИЯ

-40 +80°C ТЕМПЕРАТУРА ЭКСПЛУАТАЦИИ

22 МПА ПРОЧНОСТЬ НА РАЗРЫВ

41 МПАПРОЧНОСТЬ НА ИЗГИБ



CARBON FIBER

NYLON ИЛИ ABS-ПЛАСТИК С
ВОЛОКНАМИ УГЛЕРОДА.
ЕЩЕ ПРОЧНЕЕ, ЕЩЕ ЛЕГЧЕ

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАВИСЯТ ОТ ОСНОВЫ

НЕ ТРЕБУЕТ ВЫСОКОГО ЗАПОЛНЕНИЯ

ЛЕГКИЕ И ПРОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ



... место где рождаются инновации

ТЕХНОПАРК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Свердловской области

Материалы для FDM-печати



РЕТG-ПЛАСТИК

УДАРОПРОЧНЫЙ. НЕ БОИТСЯ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ. ОТЛИЧНАЯ ЗАМЕНА ABS

80°C ТЕМПЕРАТУРА РАЗМЯГЧЕНИЯ

-40 +70°C ТЕМПЕРАТУРА ЭКСПЛУАТАЦИИ

36,5 МПА ПРОЧНОСТЬ НА РАЗРЫВ

76,1 МПА ПРОЧНОСТЬ НА ИЗГИБ



NYLON (НЕЙЛОН)

ИДЕАЛЕН ДЛЯ ПЕЧАТИ НАГРУЖЕННЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР

120°C ТЕМПЕРАТУРА РАЗМЯГЧЕНИЯ

-30 +120°C ТЕМПЕРАТУРА ЭКСПЛУАТАЦИИ

66-83 МПА ПРОЧНОСТЬ НА РАЗРЫВ

70 МПА ПРОЧНОСТЬ НА ИЗГИБ



РЕЕК (ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОН)

ХИМСТОЙКИЕ ИЗДЕЛИЯ, ИСПЫТЫВАЮЩИЕ ВЫСОКИЕ НАГРУЗКИ И ТЕМПЕРАТУРЫ.

152°C ТЕМПЕРАТУРА РАЗМЯГЧЕНИЯ

-196 +150°C ТЕМПЕРАТУРА ЭКСПЛУАТАЦИИ

100 МПА ПРОЧНОСТЬ НА РАЗРЫВ

165 МПА ПРОЧНОСТЬ НА ИЗГИБ



... место где рождаются инновации

ТЕХНОПАРК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Свердловской области

Наши преимущества



РАБОТА НА ОБЪЕКТЕ ЗАКАЗЧИКА

География наших клиентов простирается от Карелии до Магаданской области. Мы можем приехать на Ваш объект в удобное время - например, в период планово-предупредительного ремонта



ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Наше измерительное оборудование поверено, а наши принтеры и станки обеспечивают высокое качество готовой продукции



КОНКУРЕНТНЫЕ ЦЕНЫ

Мы следим за ситуацией на рынке и предлагаем конкурентные цены. Готовы рассмотреть предложение конкурентов и сделать Вам лучшее предложение



ОПЕРАТИВНОСТЬ

Наше оборудование для 3D-печати работает круглосуточно 7 дней в неделю



ГАРАНТИЯ КАЧЕСТВА

Мы гарантируем корректировку и доработку разработанной нами конструкторской документации вплоть до ее утверждения в течение одного года, а в ряде случаев - и в течение двух лет



ДОСТАВКА

Если Вам не удобно забрать заказ самовывозом, мы отправим его транспортной компанией по России и СНГ



... место где рождаются инновации

ТЕХНОПАРК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Свердловской области



... место где рождаются инновации

ТЕХНОПАРК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
Свердловской области



Еще больше наших работ по ссылке:

Остались вопросы? Давайте обсудим!

+7(343) 229-01-00

sales@uralhitech.ru

www.uralhitech.ru



@PARK3DEKB



620070, Свердловская область,
г. Екатеринбург, ул. Конструкторов 5

#пораделатьвещи

+7 (343) 229 01 00
sales@uralhitech.ru