

# **ФИТНИК**

## **Проектирование и серийное аддитивное производство**

# ФИТНИК – кто мы и в чем наша миссия?

## ООО «НИК»:



- **С 1997 года** работает в области инжиниринга и консалтинговых услуг в области авиастроения
- **Более 500 высококвалифицированных специалистов**
- **Компетенции:** проектирование, расчеты на прочность авиационных конструкций, установка бортового оборудования на самолетах и вертолетах, разработка наземного аэродромного оборудования, обучение специалистов

## FIT AG:



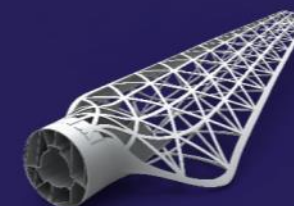
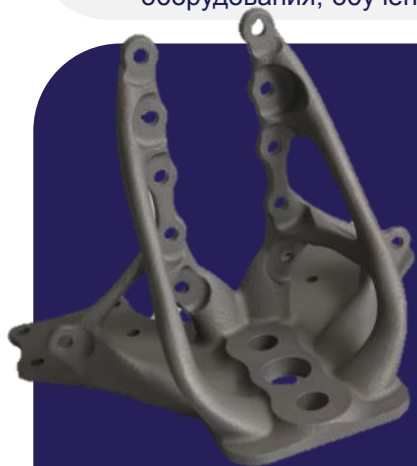
- **Работает с 1995 года**
- **Более 330 высококвалифицированных специалистов**
- **Головной офис** находится в г. Люпбург, Германия
- **Имеются офисы** в Кронштадте (Румыния), Нагоя (Япония) и Саусбороу (США)
- **Компетенции:** прототипирование, проектирование и аддитивное производство, наука и развитие, контроль качества, постобработка



## ФИТНИК:

В 2018 году компаниями НИК и FIT AG создано совместное российско-немецкое предприятие ООО «ФИТНИК», которое открывает для российского рынка возможности серийного аддитивного производства (далее - АП);

- современные методы проектирования;
- сертифицированное серийное аддитивное производство в Германии;
- полный производственный цикл;
- контроль качества изготовленных деталей;
- разработка и внедрение новых материалов для аддитивного производства.



# Серийное производство в Германии

## Автоматизация



## АП изделий из металла



- **LM:** 21 система
- **EBM:** 4 системы
- **WAAM:** 1 система

Самое крупное в мире предприятие по производству деталей из алюминиевых сплавов аддитивным методом.

## Промышленное аддитивное производство

## АП изделий из пластика



- **SLS:** 12 систем
- **SLA:** 4 системы
- **GDP:** 1 система
- **DOP:** 2 системы
- **Polyjet:** 2 системы

## Финишная обработка

- Пропитка
- Выпаривание
- Шлифовка
- Термообработка
- Металлизация
- Нанесение лакокрасочного покрытия
- Полирование
- Обработка паром
- Фрезерование
- Токарная обработка
- ГИП





# Аддитивное производство – полного цикла

## ADM проектирование



# Перспективы развития в России

## Центр прототипирования и аддитивных технологий



Размещение В Жуковском в Инженерном центре на Баженова 10А и в Технопарке ЦАГИ

На базе ООО «ФИТНИК» идет создание Центра аддитивного производства в г.о. Жуковский. По планам к 2023 году производство должно быть оснащено большим парком аддитивного, обрабатывающего, исследовательского и контрольно-измерительного оборудования.

## Создание «умного» аддитивного производства на территории индустриального парка «Жуковский»



ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ПАРК «ЖУКОВСКИЙ»



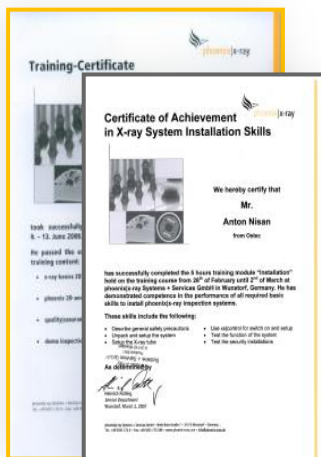
# Работы с ПАО «ОАК» в области аддитивных технологий

.....

С участием ФИТНИК создана рабочая группа в ПАО «ОАК», в которую также входят Туполев, Сухой, Ил, ВИАМ, РУСАЛ, ЧМЗ, РУСАТОМ по проекту «Разработка аддитивных технологий цифрового гибридного производства крупногабаритных заготовок и финишных деталей силовых конструкций методами плавления из проволоочных материалов»



# Совместные работы с ФГУП «ЦАГИ» в области аддитивных технологий



НИК и ФГУП «ЦАГИ» подписали соглашение и начали совместные научно-исследовательские работы, испытания для выполнения проектов по сертификации изделий, произведенных на аддитивном производстве для авиационной промышленности. Работы будут производиться в Центре прототипирования и развития аддитивных технологий в г. Жуковский.

На данный момент ведутся работы по разработке дорожных карт и подготовке необходимой документации для налаживания процесса сертификации в области аддитивного производства.



# Компетенции ФИТНИК

## Пластики

Селективное лазерное спекание (SLS)

ЗД-печать гелем (GLP)

Стереолитография (SLA)

Наплавление пластиковой проволоки (FDM)

Полноцветная ЗД-печать (Polyjet)

Вакуумное литье

Литье в ТПА

Фрезерование

## Металлы

Литье металлов

Лазерное плавление (SLM)

Электронно-лучевое плавление (EBM)

Аддитивное производство дуговой сваркой (WAAM)

Фрезерование

## Проектирование

ADM проектирование

Прочностные расчеты

Топологическая оптимизация

Бионический дизайн

Технологическая оптимизация для ADM

Реверс-инжиниринг

Инжиниринговый консалтинг

## Контроль качества

Компьютерная томография

ЗД-сканирование

Цифровой профилометр

Твердомеры

Оборудование для определения мех. свойств материалов

Электронный микроскоп

Элементный анализ

КИМ

Прибор Холла для определения текучести

## Финишная обработка

Дробеструйная обработка

Металлизация

Сборка

Покраска и покрытие лаком

## Термообработка

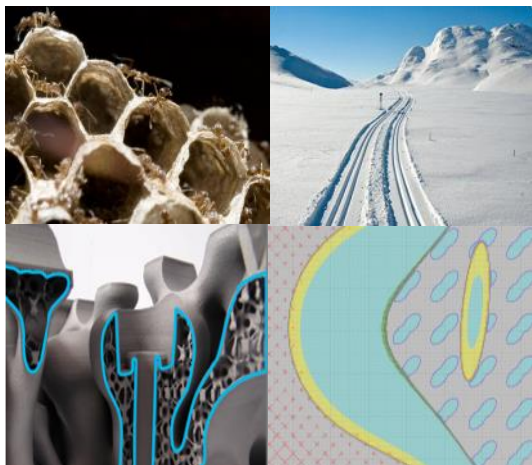
# ADM проектирование

(Проектирования для аддитивного производства)

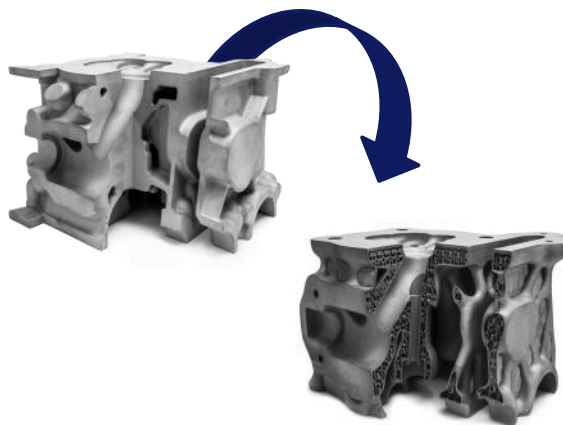
# Что такое ADM проектирование?

.....

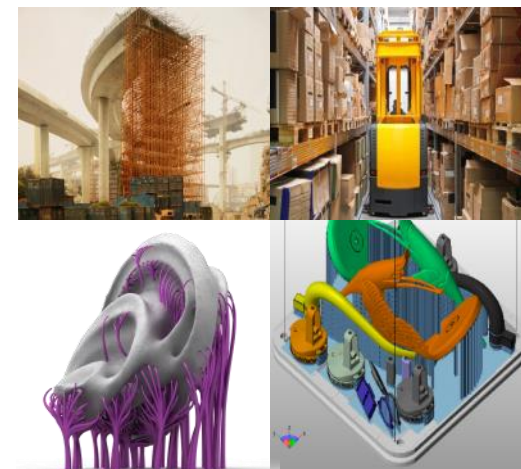
## Правила бионического дизайна



## Аддитивный дизайн



## Подготовка к аддитивному производству

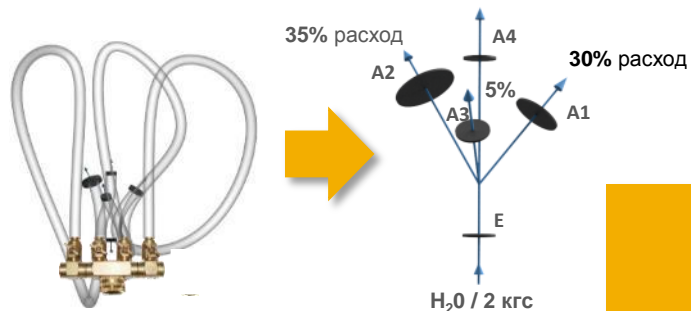


- Разработка конструкций с минимальным весом и необходимым уровнем прочностных свойств
- Разработка сложнопрофильных, комплексно-интегрированных конструкций
- Разработка конструкций с бионическим дизайном

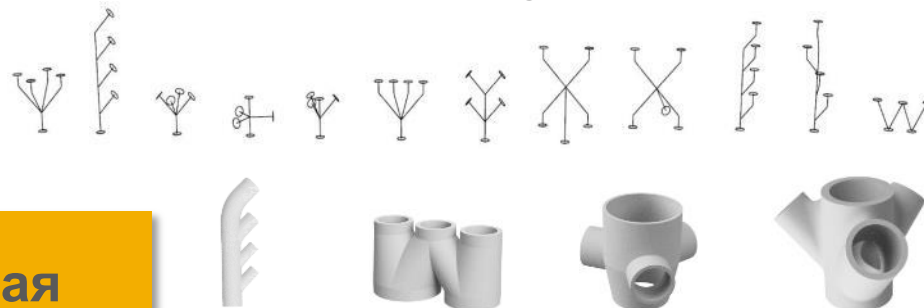
# Использование возможностей ADM проектирования

## Думать аддитивно

30% расход, дельта P 1.4 бар

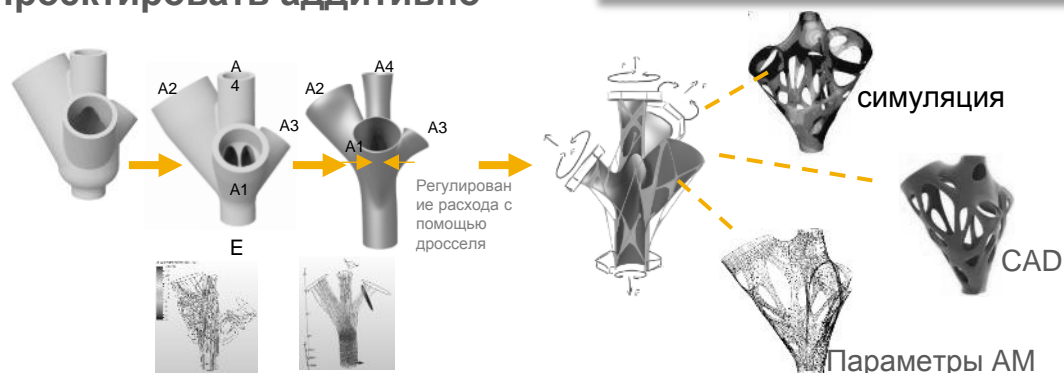


## Конструировать аддитивно



**Оптимальная  
передача  
функциональных  
качеств продукта**

## Проектировать аддитивно



## Преимущества аддитивного метода



- 80% снижение массы
- Уменьшение размера
- Упрощение сборки

# ADM проектирование

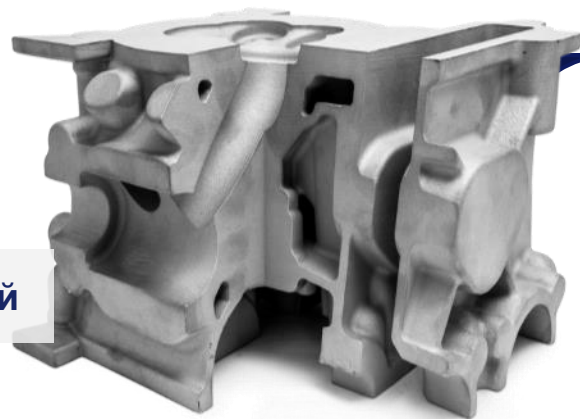
## Например: Уменьшение веса

**традиционный**

5,1 кг

90 часов время производства

Внутренняя охлаждающая поверхность 823 см<sup>2</sup>



**аддитивный**



48 часов время выращивания

Внутренняя охлаждающая поверхность  
10 223 см<sup>2</sup>

1,9 кг

# ADM проектирование

Например: Оптимизация и экономичность для малой серии



# ADM проектирование



Исходная деталь

1 шт

Сталь

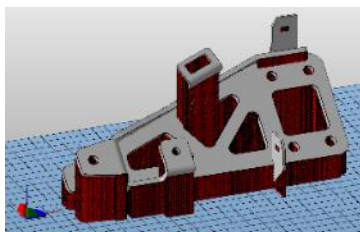
82 см<sup>3</sup>

640 g

315 g

2.218 €

4 дня



Топологическая оптимизация

4 шт

Алюминий

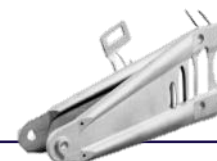
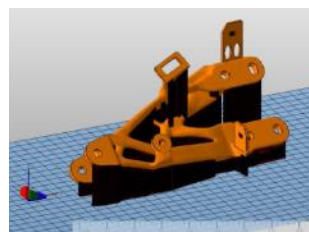
88,5 см<sup>3</sup>

239 g

37 g

2.123 €

2 недели



Технологическая оптимизация

720 шт

Алюминий

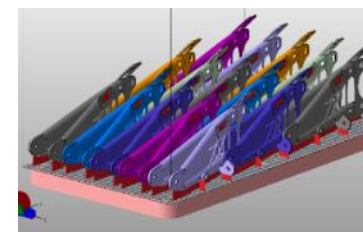
75,3 см<sup>3</sup>

203 g

3 g

467 €

10 недель



Материал

Объем

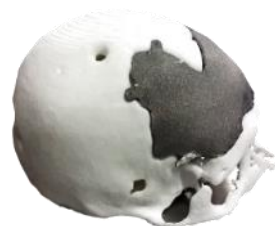
Вес

Вес поддержек

Стоимость

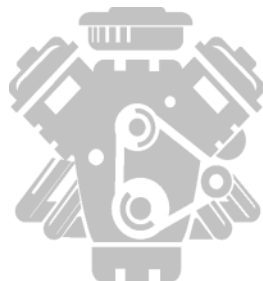
Время производства

# Области применения аддитивных технологий



## МЕДИЦИНА

- Максимальная сложность и свобода геометрии для индивидуальной адаптации пациента
- Улучшение роста и остеоинтеграции через оптимизированные поверхности и структуры
- Доступность в случае чрезвычайной ситуации в течение 3-5 дней после получения данных



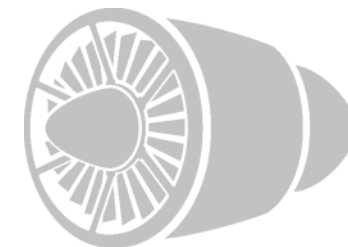
## МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Высокопроизводительные компоненты для турбин и электростанций
- Высокоэффективные компоненты для охлаждения
- Уменьшение веса деталей
- Запасные части по запросу



## АВТОМОБИЛЕ-СТРОЕНИЕ

- Новые требования к производительности и сложности
- Сокращение сроков разработки инновационных решений
- Минимизация производственных издержек с экономией материала
- Повышение энергоэффективности в производственном процессе

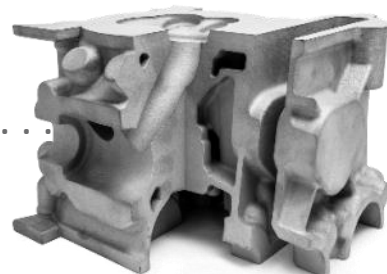


## АЭРОКОСМОС

- Спрос на экономичное производство сложных компонентов и конструктивных элементов самолетов
- Целевое снижение веса, снижение расхода топлива, повышенная грузоподъемность

# Аддитивное производство Металлы

# Лазерное сплавление, SLM



## Применение

- Металлические детали, выдерживающие механические и термические нагрузки
- Пресс-формы с поверхностным охлаждением
- Литые под давлением и оснастка
- Прототипирование
- Серийное производство



## Технология

- Поверхностное плавление металлического порошка лазером (требуется поддержки)
- Толщина слоя 20-50 мкм
- Размер детали до 500 мм x 280 мм x 320 мм
- Срок производства: от 3 рабочих дней



## Свойства

- Высокое качество
- Хорошие механические и тепловые свойства
- Высокая плотность
- Высокая точность



## Материалы

- Нержавеющая сталь 1.4542
- Мартенситная сталь 1.2709
- Алюминий AISI10Mg

# Электронно-лучевое плавление, EBM



## Применение

- Прототипирование
- Функциональные детали
- Серийное производство
- Медицинские имплантаты
- Высокоэффективные компоненты (автоспорт, авиация)



## Технология

- Поверхностное плавление металлического порошка электронно-лучевой пушкой (требуются поддержки)
- Толщина слоя: 50-100 мкм
- Размер детали до 200 мм x 200 мм x 180 мм и Ø 350 x 380 мм
- Срок производства: от 3 рабочих дней



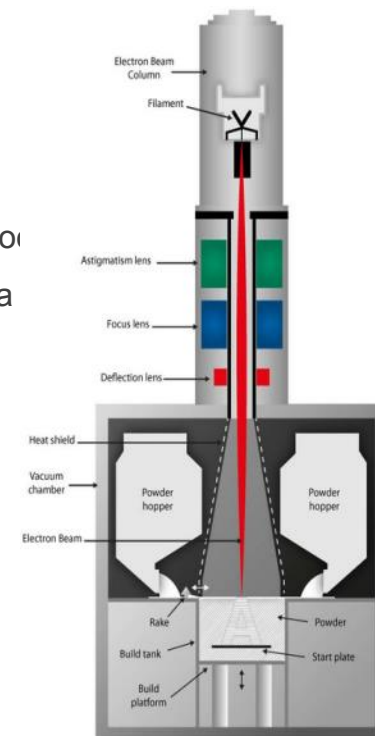
## Свойства

- Высокая плотность
- Высокая динамическая стабильность
- Отличные механические свойства



## Материалы

- Титан Grade 5 (Ti6Al4V)
- Титан Grade 2 (pure titanium)



# Аддитивное производство дуговой сваркой, WAAM

---



## Применение

---

- Металлические детали, выдерживающие механические и термические нагрузки
- Прототипирование
- Серийное производство



## Технология

---

- Плавление металлической проволоки дуговой сваркой
- Высокая скорость выращивания
- Толщина слоя 1-3 мм
- Рабочее пространство 5-осевое: диаметр 0,9 м x 1,1 м



## Свойства

---

- Непористая структура
- Высокие механические свойства
- Изотропные свойства материала
- Высокая плотность



## Материалы


---

- Нержавеющая сталь
- Мартенситная сталь
- Алюминий
- Титан
- Никелевые сплавы




# Металлы - Материалы

Технологии	Материалы
SLM	Алюминий
	Нержавеющая сталь
	Мартенситная сталь
	Инконель
EBM	Титан (Grade 2, Grade 5)
	CoCr
WAAM	Стали 1.2343/2.2367/1.4718/1.4462/1.5151/ 1.3990/1.4718
	Никелевые сплавы 2.4831/2.4856(625)/2.4668(718)
	Цветные металлы 2.0921/3.2245/3.2371/3.2585/3.3536/ 3.3556/3.3546



## MATERIAL DATA SHEET

MATERIALDATENBLATT



Material data sheet for aluminum parts produced by Selective Laser Melting.  
Materialdatenblatt für Bauteile aus Aluminium, die im Selektiven Lasermelting hergestellt werden.

FIT ALUMINUM		AlSi10Mg	
Material properties <sup>1)</sup> Materialeigenschaften <sup>1)</sup>	Value as built wie gebaut	Value heat treated Wärmebehandelt T6	Unit Einheit
Max. tensile strength Max. Zugfestigkeit	397±11	325±20	MPa
Modulus of elasticity E-Modul	64±10	65±5	GPa
Yield strength (R <sub>0.2</sub> ) Dehngrenze (R <sub>0.2</sub> )	227±11	220±20	MPa
Elongation at break Bruchdehnung	6±1	9±2	%
Reduction of area Bruchminderung	8±1	-	%
Hardness by Vickers Härte nach Vickers	117±1	-	HV10
Process-related properties Herstellungsspezifische Eigenschaften	Value as built wie gebaut	Value heat treated Wärmebehandelt T6	Unit Einheit
Roughness (R <sub>a</sub> /R <sub>z</sub> ) Rauheit (R <sub>a</sub> /R <sub>z</sub> )	4.6 / 25-35		µm
Achievable part accuracy Genaueigkeit	± 100 <sup>2)</sup> / ± 0.2% of nom. <sup>3)</sup>		µm

Mentioned mechanical properties are optimum values according to manufacturer. <sup>1)</sup> It may occur that values differ from manufacturer's information, reaching e.g. only 25 %. Please consider this in the design of the part.

<sup>2)</sup> As a result of the part's geometry, strong tensions may cause distortion in the part which may lead to greater deviation.

<sup>3)</sup> For surfaces which are to be finished mechanically, an allowance of at least 0.5 mm is recommended for part sizes up to 200 mm and 1.0 mm for bigger parts.

**Advice**  
Any part density of more than 99.5 % needs to be HIP processed. For higher values of elongation at break we recommend T6 heat treatment.  
We are able to perform all mentioned after-treatment methods as an option.

Die Angaben sind bestmöglich erreichbare Werte laut Materialhersteller.

<sup>1)</sup> Teilweise werden entgegen der Herstellerangaben deutlich niedrigere Werte von bis zu 25 % gemessen. Dies sollte bei der Bauteillegung beachtet werden.

<sup>2)</sup> Je nach Geometrie können im Bauteil starke Spannungen auftreten, die zum Verzug des Bauteils führen können. Dadurch sind höhere Abweichungen möglich.


<sup>3)</sup> Für Flächen, die maschinell nachgearbeitet werden sollen, empfehlen wir ein Aufmaß von mindestens 0.5 mm für Bauteile bis zu 200 mm bzw. 1.0 mm für größere Bauteile.

**Beachtene Hinweise:**  
Bruchdehnungen über 99,5% erfordern einen zusätzlichen HIP-Process. Für höhere Bruchdehnungswerte empfehlen wir eine T6 Wärmebehandlung.  
Über genannte Nachbehandlungsmethoden bieten wir Ihnen gerne optional an.

Version 12.3 / August 2016

FIT Production GmbH  
Schönbühl 10  
92531 Lugburg  
Germany

Phone: +49 (0) 9492 9429 0  
Fax: +49 (0) 9492 9429 11  
Mail: production@fit-pro.de  
Web: www.fit-production.de



# Аддитивное производство Неметаллы

# Селективное лазерное спекание, SLS



## Применение

- Прототипирование
- Прототипирование для функционального тестирования
- Детали высокой геометрической сложности
- Пилотные серии



## Технология

- Поверхностное спекание порошковых термопластов лазером
- Толщина слоя: 100-150 мкм
- Размеры детали до 700 мм x 380 мм x 590 мм
- Срок производства: от 2 рабочих дней



## Свойства

- Высокие механические свойства
- Хорошие тепловые свойства
- Выращивание деталей в сборе



## Материалы

- Полиамиды
- Алюмидий (нейлон с алюминиевой пылью)
- Полиамид стеклонаполненный
- Эластомеры

# Стереолитография, SLA

---



## Применение

---

- Прототипы и дизайнерские объекты
- Оснастка для литья
- Детали сложной геометрии



## Технология

---

- Поверхностное упрочнение жидких фотополимеров с помощью УФ-лазеров (требуется поддержки)
- Толщина слоя: 100 - 150 мкм
- Рабочая камера: 2000 мм x 1000 мм x 1000 мм
- Срок производства: от 3 рабочих дней



## Свойства

---

- Хорошее качество поверхности
- Высокая точность
- Высокая детализация



## Материалы

---

- Белый материал аналог ABS (SLA1)
- Прозрачный материал (SLA2)
- Материал с более высоким удлинением при разрыве (SLA3)
- Термостойкий материал (SLA4)

# 3Д-печать гелем, GDP



## Применение

- Рекламные дизайнерские объекты
- Полые формы, объемные рисунки
- Детали с хорошей светопропускной способностью
- Концептуальные модели
- Оснастка



## Технология

- послойное выдавливание специального геля из печатающей головки
- UV-LED отвержение
- две одновременно работающие печатающие головки



## Свойства

- Производство крупногабаритных деталей
- Легкий материал
- Широкий спектр методов обработки и покраски
- Высокая скорость выращивания 0,33 м / ч (ось z)



## Материал

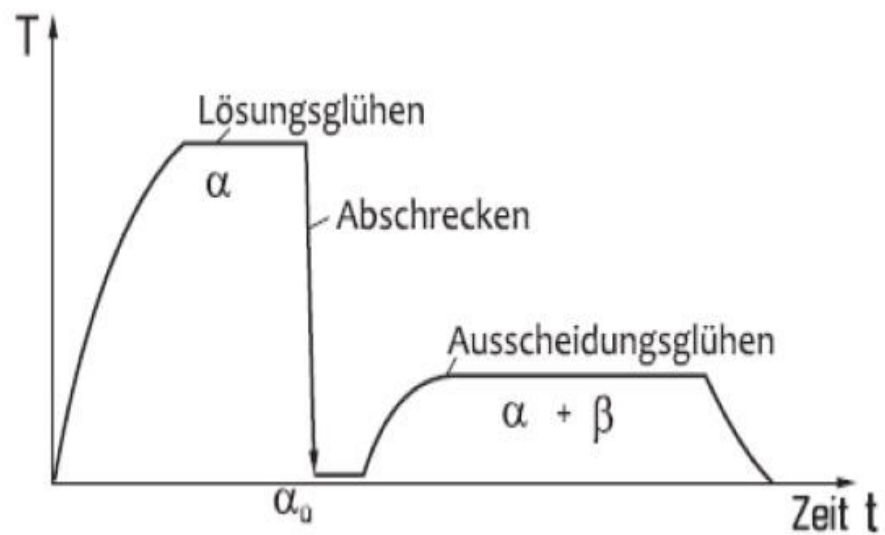
- Белый фотополимерный акрилат





# Постобработка

# Термообработка



# Фрезерование

---



## Применение

---

- Прототипирование
- Серийное производство
- Механообработка после аддитивного производства



## Технология

---

- Механическая и финишная обработка на станках с ЧПУ



## Свойства

---

- Высокая точность
- Хорошее качество поверхности



## Материалы

---

- Почти все металлы и пластики

# Финишная обработка



**Металлизация**

- Гальваническое покрытие пластиковых деталей тонким металлическим слоем (PA, ABS, PP, SLA ...)
- Повышение жесткости пластмассовых деталей, экранирование, снижение веса
- Прототипы, Серийное производство
- Материалы: Никель, Медь



**Покраска**

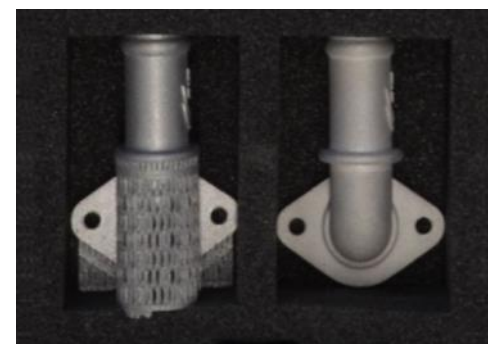
**Сборка**

**Макетирование**

- Мастер-модели, прототипы, дизайнерские модели, концептуальные модели
- огромный диапазон возможностей позволяет нам выпускать модели, пресс-формы и инструменты любого типа в кратчайшие сроки
- все обычные металлы, пластмассы и пены, CFRP / GFRP и древесина
- от лакированного до полированного, анодированного или матового.



**Дробеструйная обработка**





# Контроль качества

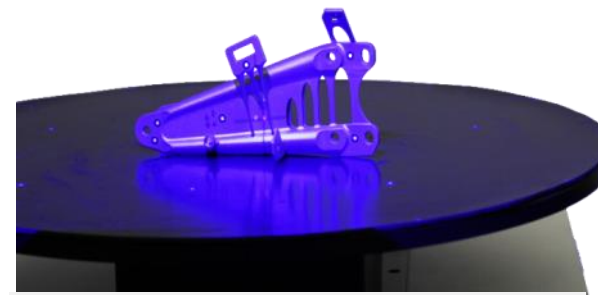
# Контроль качества для аддитивного производства



Компьютерная томография



Цифровой профилометр



3Д-сканирование



КИМ

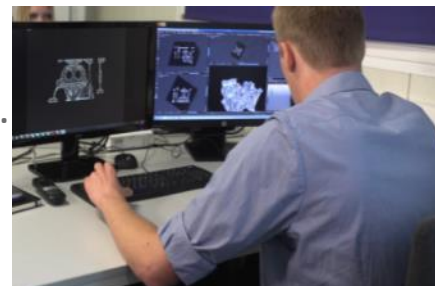


Цифровой  
металлографический  
микроскоп

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	4											B	6	7	8	9	10
	U	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ne
3	11	12											13	14	15	16	17	18
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55	56		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	87	88		104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
Lanthanides	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
Actinides	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

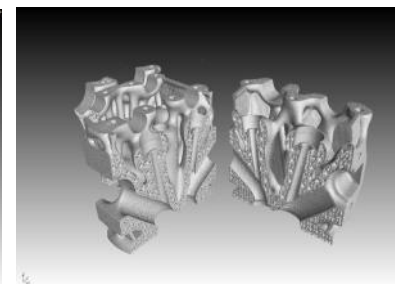
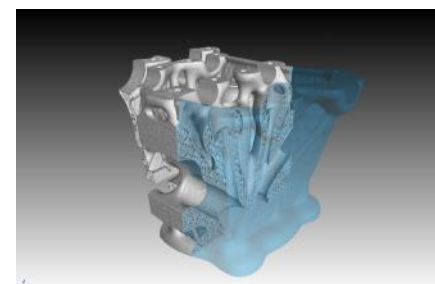
Элементный анализ

# Неразрушающий контроль внутренней структуры деталей



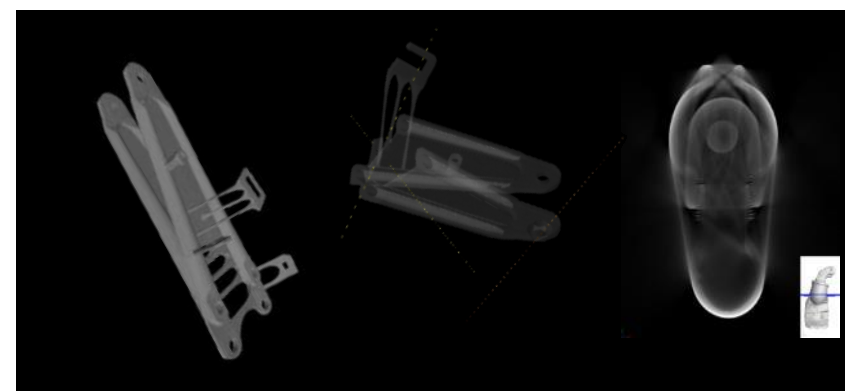
## Применение

- Высокоточное измерение и визуализация - внутренние и внешние структуры
- Полный 3D-анализ сравнения реальной детали и 3D-модели



## Технология

- Бесконтактное и неразрушающее тестирование
- Графическая визуализация геометрии деталей и толщины стенок



Компьютерная томография

# Поверхностный контроль



## Применение

- Точное измерение свойств поверхности (шероховатость, деформация, отклонение формы и смещение)
- Измерение практически любого качества материала и поверхности
- 3D-анализ с возможностью сравнения с моделью САПР



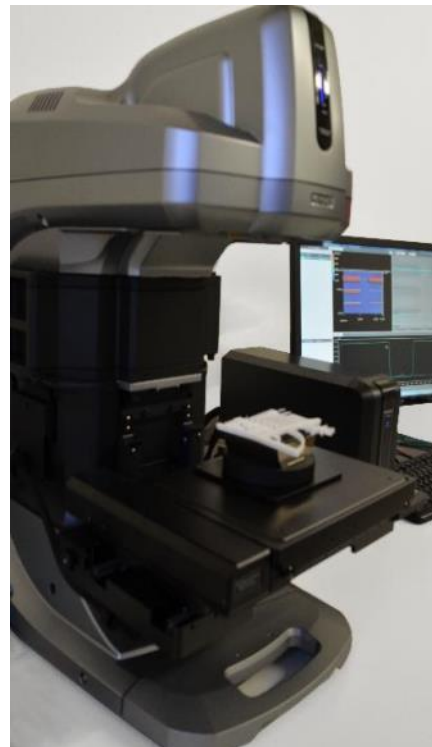
## Технология

- Бесконтактное тестирование

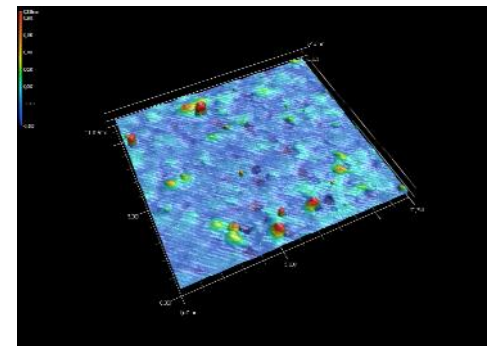
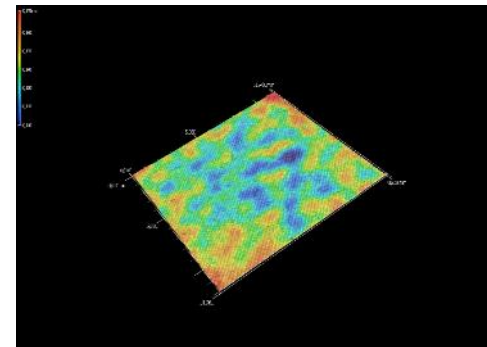


## Свойства

- Точность измерения 0,5 мкм
- Диапазон измерений: 200 x 100 x 10 мм



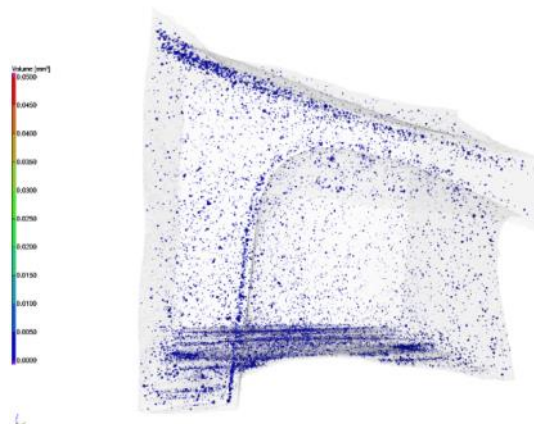
Цифровой  
профилометр



# Контроль качества материалов



Металлургия / Сырье



Плотность

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
Lanthanides	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			
Actinides	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			

Элементный анализ

# КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

---

## **ООО «ФИТНИК»**

140180 Московская область, г. Жуковский, ул. Ломоносова, 29А

Тел: +7 (495) 78 313 78

E-mail: [info@fitnik.tech](mailto:info@fitnik.tech)

Сайт: [www.fitnik.ru](http://www.fitnik.ru)