



LITHOZ[®]
Manufacture the future.



**additive
MINDED**

Международный специализированный проект и конференция
по аддитивным технологиям в промышленности
25-27 января, 2022 г.



**3D-печать керамических изделий по технологии LSM:
русские и зарубежные кейсы**



Лидер на рынке и пионер инноваций по 3D-печати из керамики

LITHOZ
Manufacture the future.

LITHOZ®

Технология LCM (Lithography-based Ceramic Manufacturing)

Lithoz предлагает комплексное решение по 3D-принтерам, материалам, программному обеспечению и индивидуальный подход каждому Заказчику.

Система менеджмента качества ISO 9001: 2015,
ISO 13485



Более 120 сотрудников,
4 территориальных подразделения
(2 x Австрия, США и Китай)



Поставлено 100+ установок по всему миру,
25% заказчиков имеют 2 установки или более



CAD-проектирование



LCM-процесс

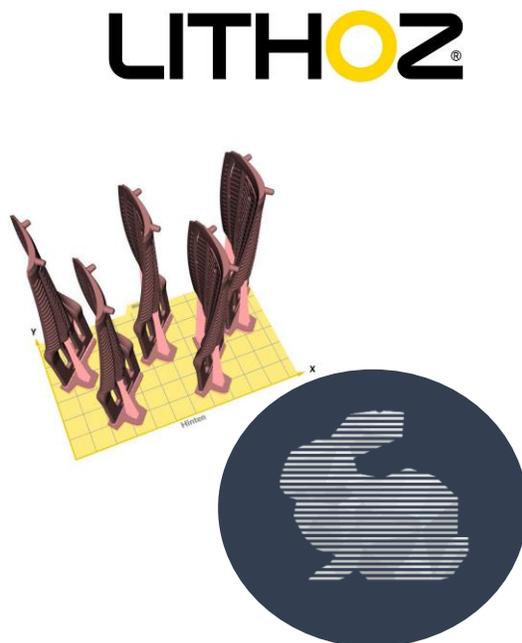
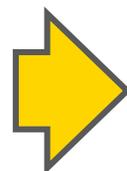


Постобработка



Готовая продукция



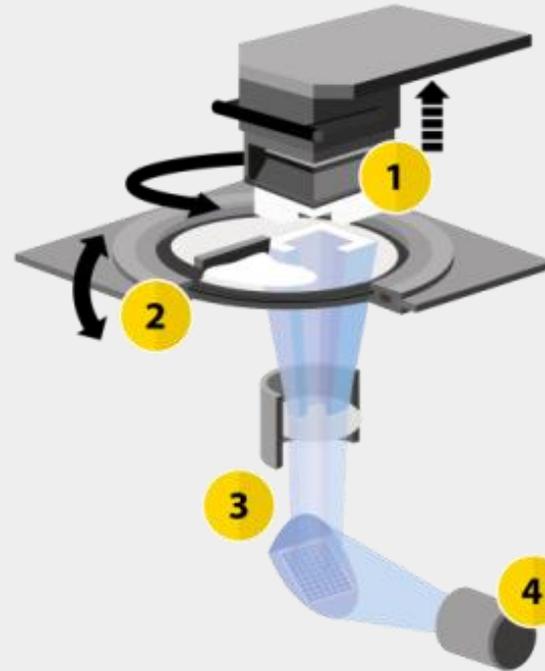


- Дизайн изделия
- Поддерживающие структуры (если они нужны)
- STL формат

Подготовка к печати:

- Ориентация на платформе и их размещение
- Выбор материала
- Внесение коэффициентов усадки
- Разрезание на 2D-слои

- Управление принтером и процессами печати



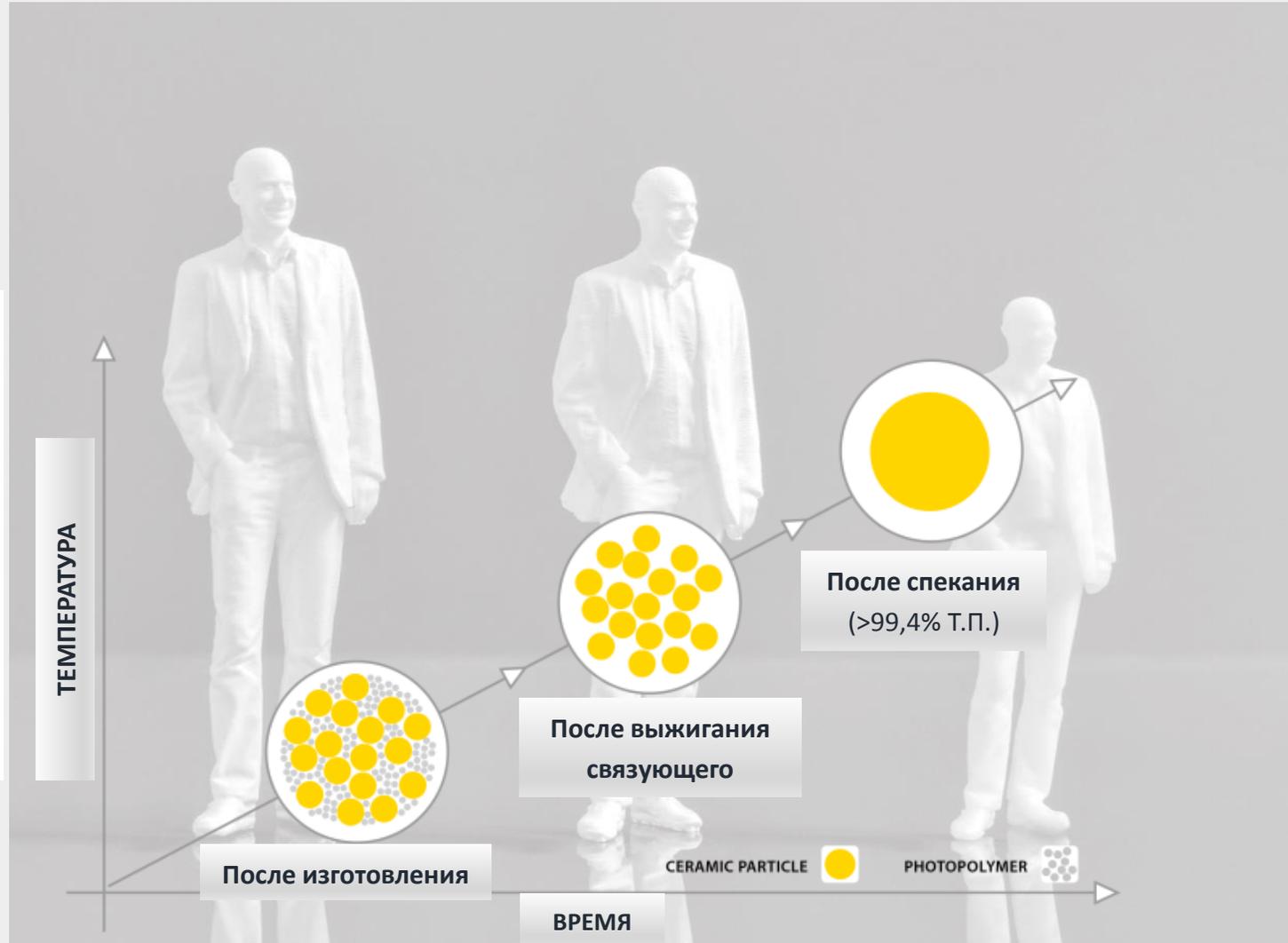
- 1 Платформа построения
- 2 Ванна
- 3 Оптическая система
- 4 LED проектор



Синий свет отверждает светочувствительный состав



Длина волны видимого света – 460 нм



Модульная конструкция для серийного производства до 4-х блоков



Технические характеристики

Cerafab Lab L30

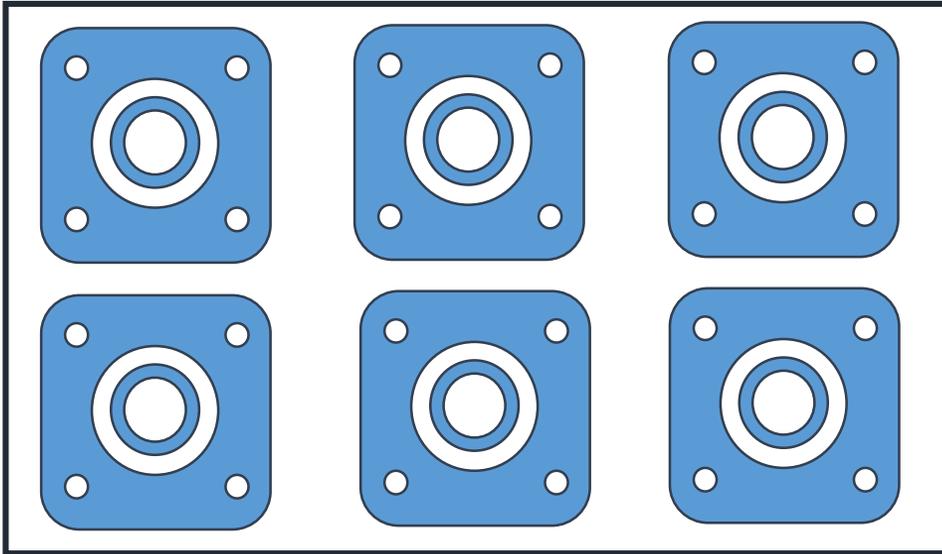
Cerafab System S25

Cerafab System S65

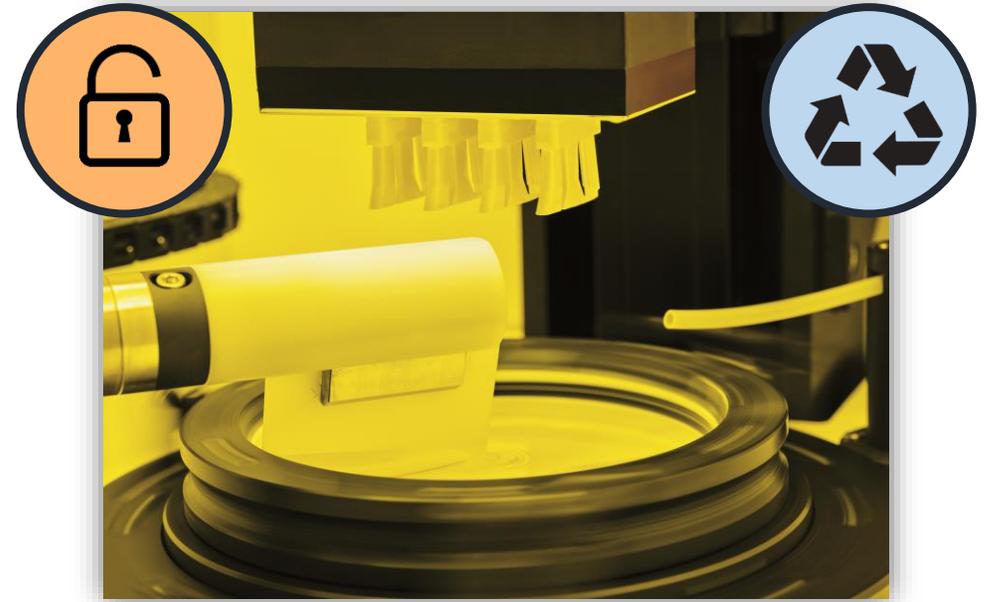
Cerafab System S230

Cerafab Multi 2M30

Разрешение, мкм	50	25	40	75	40
Толщина слоя, мкм	25-100	10 – 100		25-200	10-100
Объем построения (X,Y,Z) мм ³	76 x 43 x 170	64 x 40 x 320	102 x 64 x 320	192 x 120 x 320 (до 500)	76 x 43 x 170
Скорость построения, слой/ч	до 100	до 150			до 100



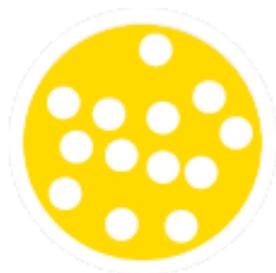
- Экспонирование на платформу построения происходит выборочно, т.е. только по сечению CAD-модели.
- Экспонирование сечений происходит одновременно, поэтому количество изделий на платформе не влияет на общее время построения.



- Оборудование использует такое количество материала, которое необходимо для выращивания изделий.
- Суспензия, которая осталась в ванне построения после процесса печати, может использоваться заново.
- Все системы являются открытыми для использования собственных материалов.
- Для начала печати достаточно **15 мл суспензии**.



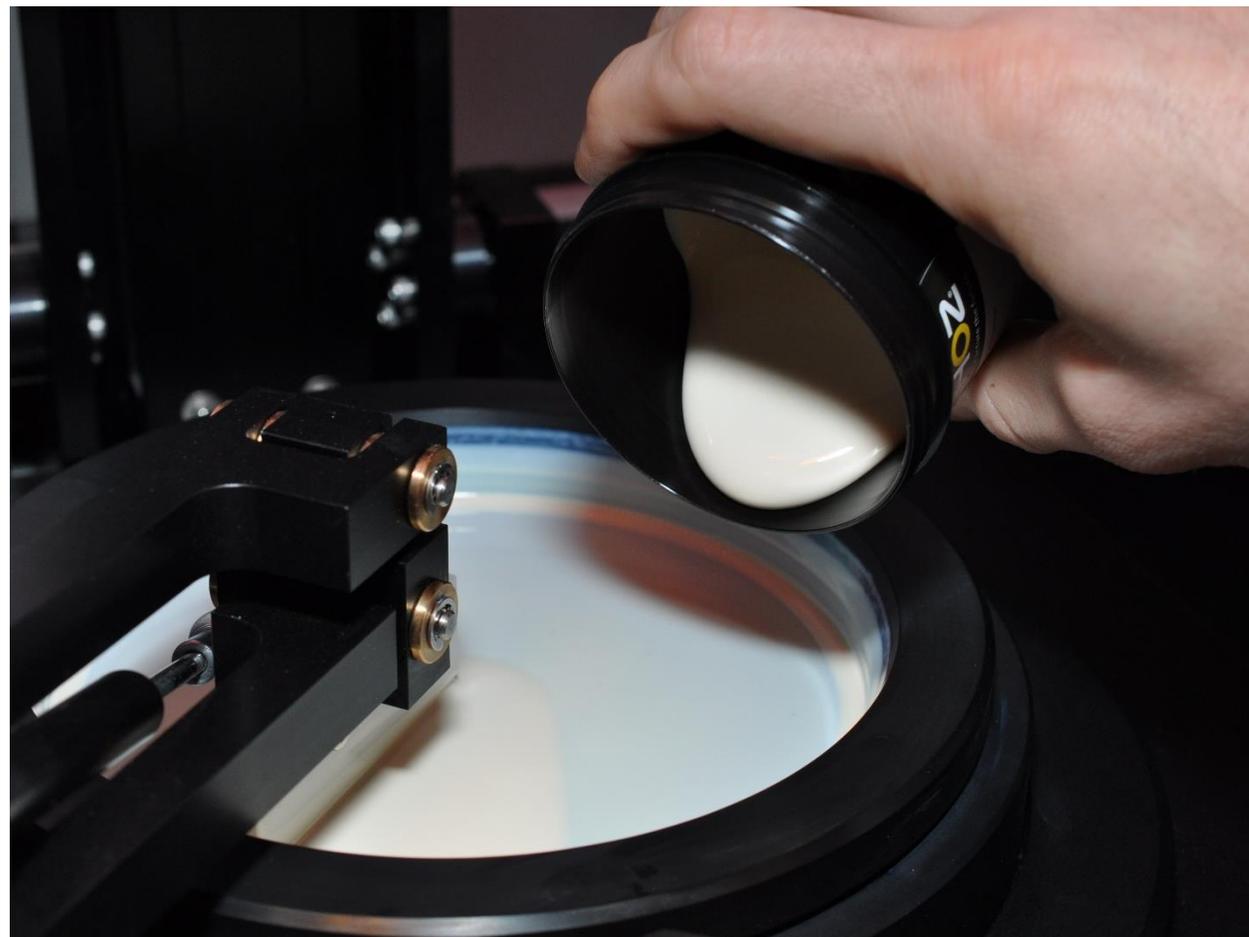
Связующее



Керамический
порошок



Суспензия



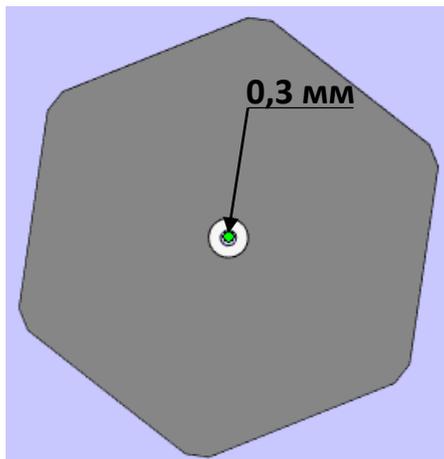




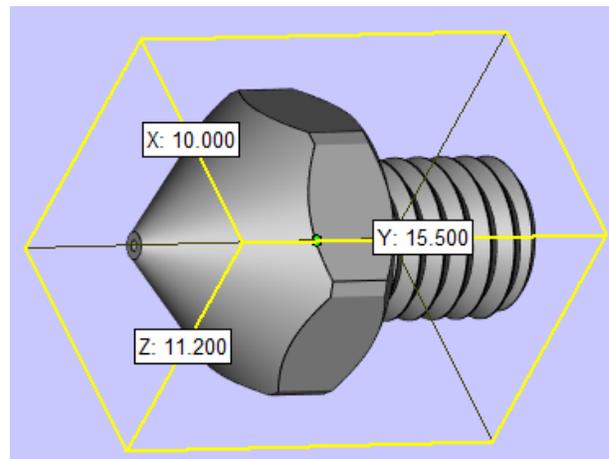
ЗАДАЧА: изготовить сопло из Al₂O₃ согласно 3D-модели.



Диаметр отверстия



Размеры изделия



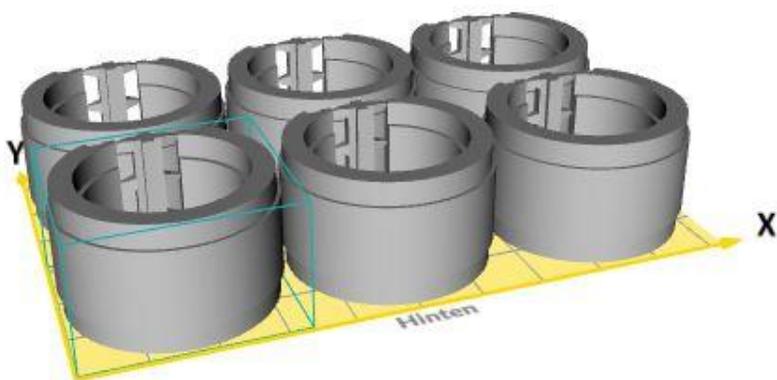
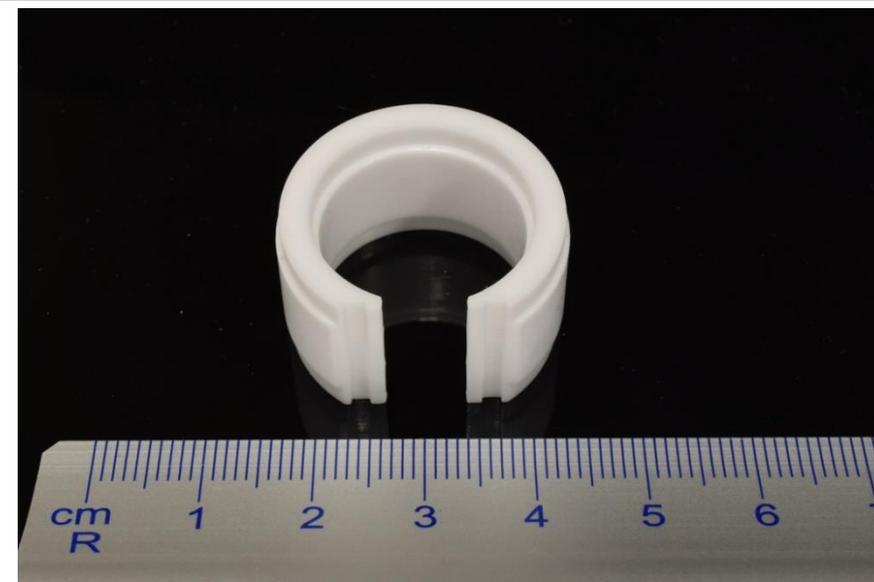
Основные преимущества сопел из керамики:

- Очень высокая стойкость к истиранию
- Низкая теплопроводность
- Коррозионная стойкость

Подходят для печати люминесцентным PLA, нитями, обогащенными углеродом и металлом.



Задача: изготовить коллекторную втулку из Al₂O₃ согласно 3D-модели и техническим требованиям. Данная втулка применяется в электронно-компонентной базе для космических аппаратов.



Параметры	Значение
Габариты изделия	Ø26 x 16 мм
Кол-во суспензии, необходимое для печати 1-го изделия	21 г
Время печати (слой построения 50 мкм)	4,1 ч
Макс. кол-во изделий на платформе для одного цикла печати на системе S65	6 шт.



Результаты проверки опытных образцов из керамики Lithoz

Макет № 1

Маршрут:

1. хим. очистка и прокалка на воздухе при 600°C , 5-6 часов ;
2. сборка макета;
3. откачка: выдержка под печью при 500°C – 5 часов

Дата	Давление P
28.01.19 г.	$P = 2 \times 10^{-7}$
29.01.19 г.	$P = 2 \times 10^{-7}$
30.01.19 г.	$P = 2 \times 10^{-7}$
31.01.19 г.	$P = 2 \times 10^{-7}$
04.02.19 г.	$P = 2 \times 10^{-7}$

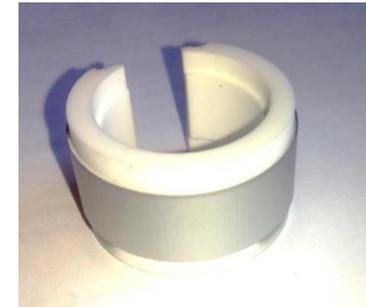
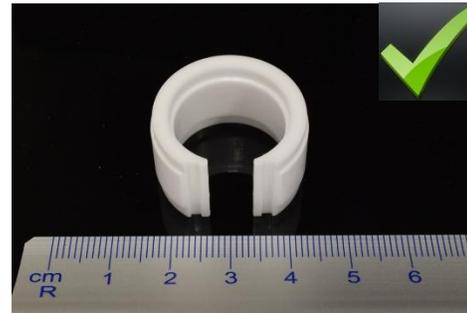
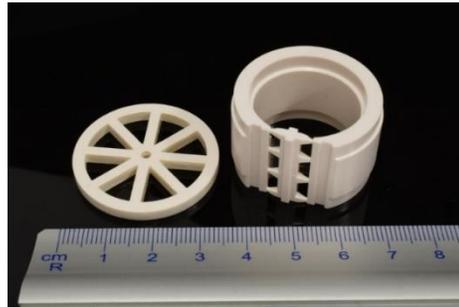
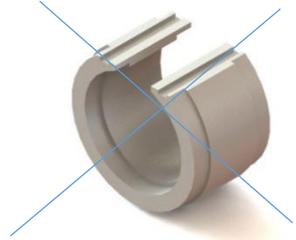
Макет № 2

Маршрут:

1. хим. очистка и прокалка на воздухе при 600°C, 5-6 часов ;
2. сборка макета;
3. откачка: выдержка под печью при 500°C – 5 часов

Дата	Давление P
15.02.19 г.	$P = 2 \times 10^{-7}$ 11 часов $P = 2,5 \times 10^{-7}$ 15 часов
18.02.19 г.	$P = 3,2 \times 10^{-7}$
26.02.19 г.	$P = 4,2 \times 10^{-7}$
11.03.19 г.	$P = 6 \times 10^{-7}$

№ п/п	Наименование операции	Образец Lithoz	Образец ВК94-2
1	Определение средних размеров кристаллов x450 увел.	3-4 мкм	8-9 мкм
2	Определение плотности	3,85 г / см ³	3,6 г / см ³
3	ЛД-контроль	Дефектов не обнаружено	



Изготовление 1-го изделия

Отработка технологии

Получение изделия

Процесс напыления

Готовая деталь

Итоги работы:

- После 3-й итерации - отклонения от размеров чертежа составили ≈ 40 мкм по всему изделию
- Изделие вакуумплотное
- Шероховатость поверхности изделия $\approx 0,6$ мкм
- Нет инвестиций в оснастку, экономия в финансировании
- Срок разработки нового изделия сократился в 5 раз (с 6 месяцев до 1,2 месяца)

Керамические тигли из Al₂O₃



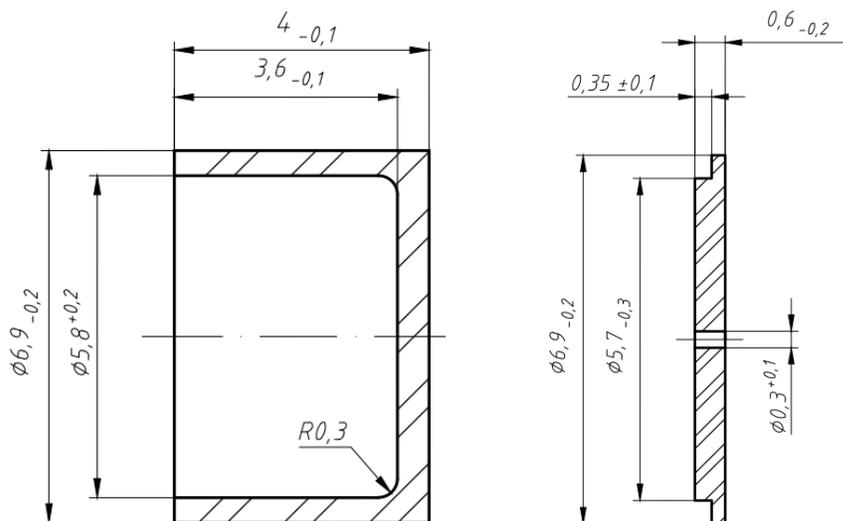
Преимущества тиглей из Al₂O₃:

- Стабильны до температур 1700 градусов
- Не взаимодействует с сенсором из платины
- Не нуждается в обязательно инертной среде, как в случае тиглей из графита
- Тигли с одной стороны, защищают сенсор от возможных загрязнений, а с другой, должны обеспечивать высокое качество получаемых результатов
- Максимальная температура эксплуатации, толщина стенок, наличие фазовых переходов и другие

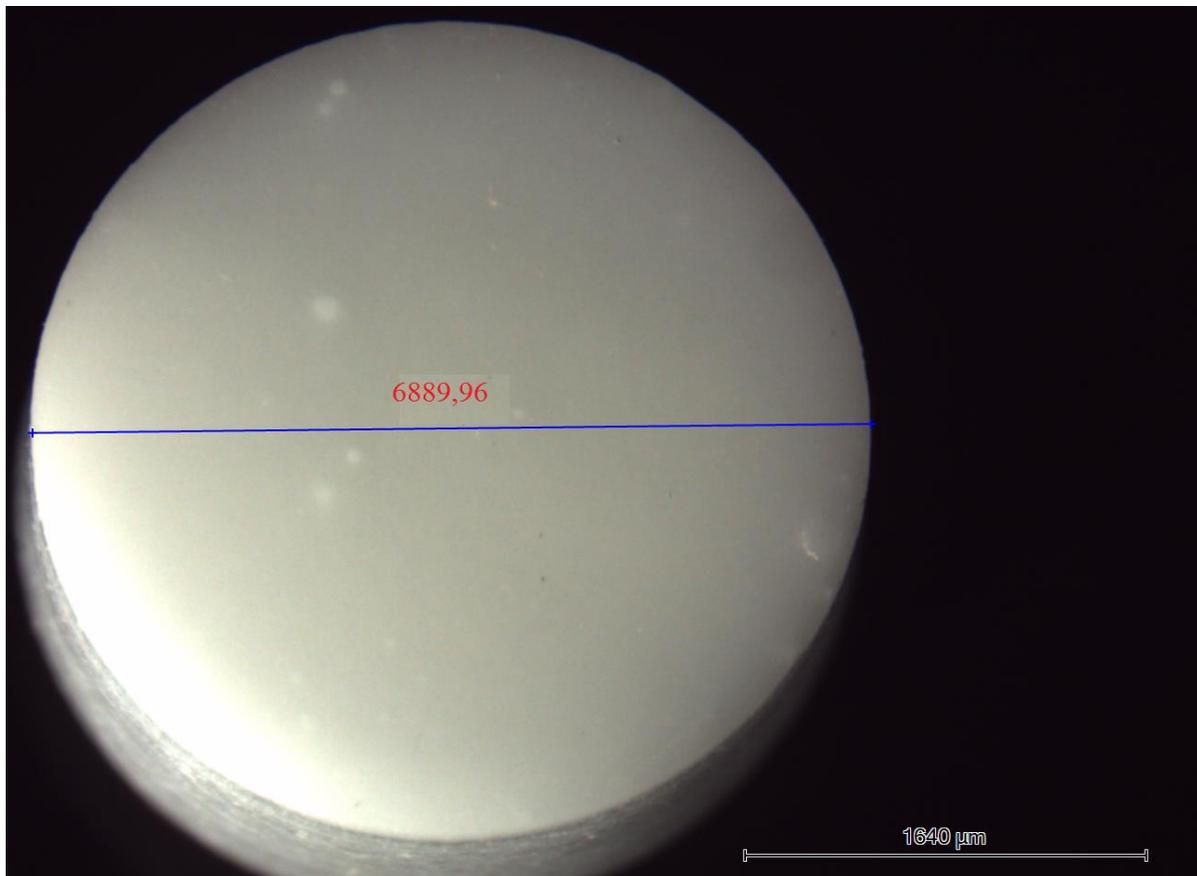
Прибор для высокотемпературных термоаналитических измерений

Рыночная стоимость одного тигля с крышкой фирмы NETZSCH составляет **≈ 6787 рубля.**

ЗАДАЧА: изготовить тигли из Al₂O₃ согласно 3D-модели и техническим требованиям.



Параметр	Значение для изделия «Тигель»	Значение для изделия «Крышка»
Габариты изделия, мм	Ø6,9 x 4 мм	Ø6,9 x 0,6 мм
Кол-во суспензии, необходимое для печати изделия	≈ 0,3 г	≈ 0,1 г
Время печати (слой построения 25 мкм)	2 ч	18 мин
Макс. кол-во изделий на платформе для одного цикла печати на системе S65	60	60

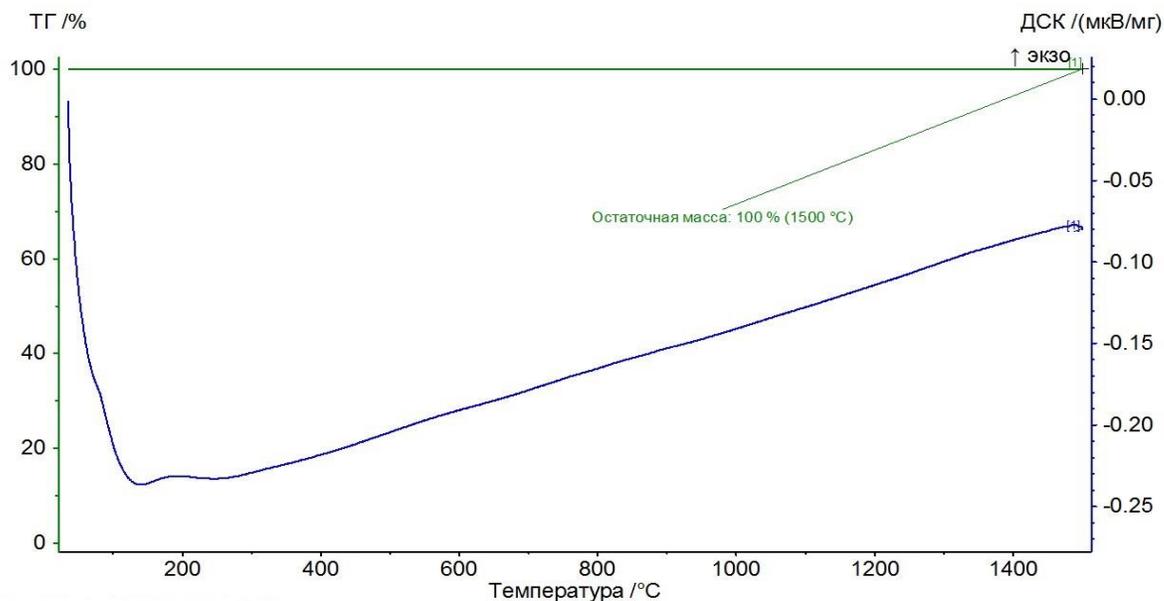


Микрофотография основания тигля, изготовленного по технологии LCM. Сколов и трещин не наблюдается.

Истинная плотность материала тиглей – 3,82 г/см³, что соответствует плотности материалов из Al₂O₃. Плотность была определена на гелиевом пикнометре Micromeritics.

Тигли производства фирмы Lithoz GmbH			
№	D _{ср} , МКМ	L _{стенки} , МКМ	m, мг
1	6815±5,81	427-470	17,225
2	6890±2,56	425-475	16,918
3	6805±5,94	442-500	17,009

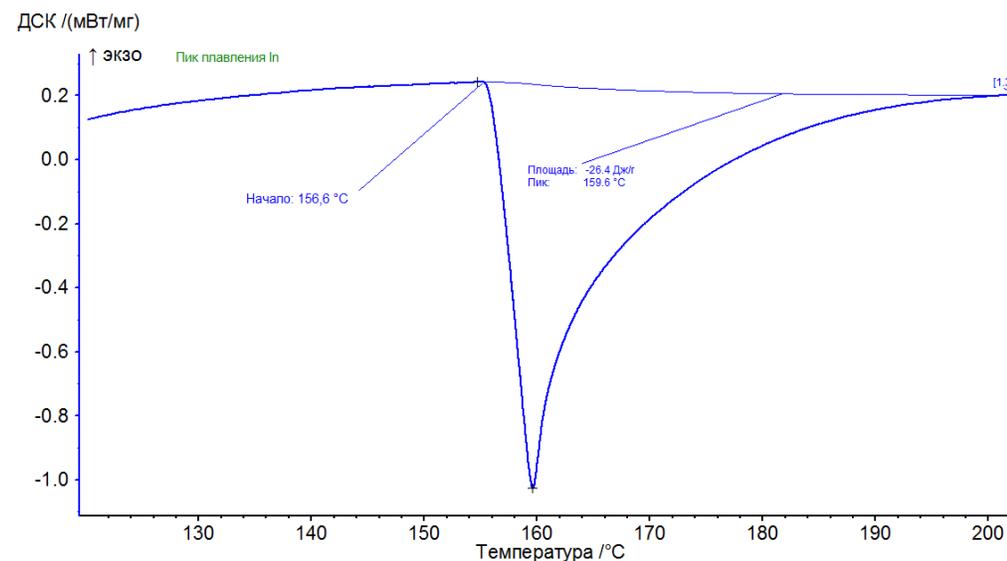
Измерения показали, что размеры изделий, изготовленных методом 3D-печати по технологии LCM, полностью удовлетворяют требованиям КД.



Результаты термического анализа STA Sp

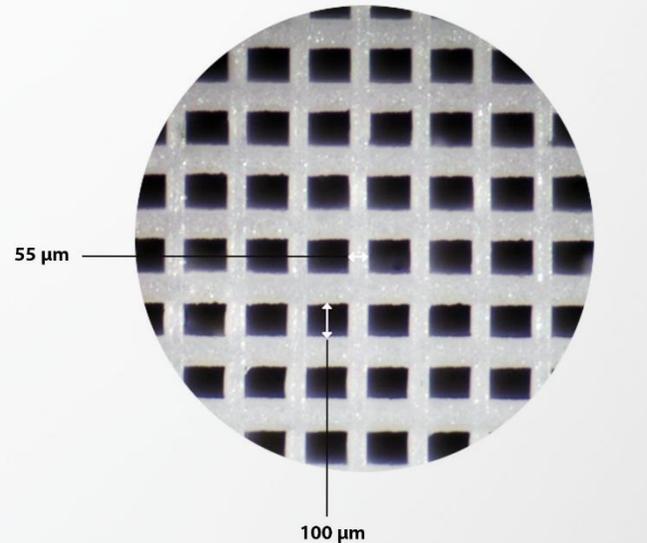
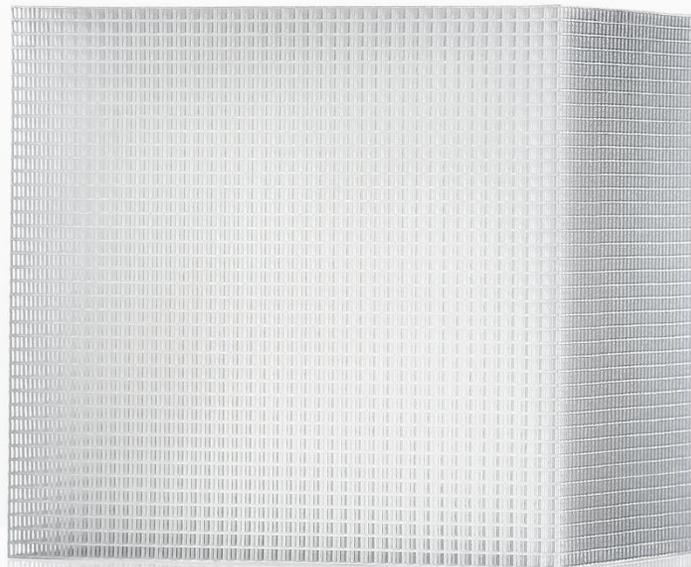
Тигли изготовленные на 3D-принтере Lithoz не имеют каких-либо фазовых переходов и демонстрируют стабильные физико-химические свойства во всем интервале измерений. Отжиг данных тиглей при температуре 1500 градусов не приводит к изменениям их свойств, т.е. тигли являются многоразовыми.

Вывод: Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что тигли из Al₂O₃ производства Lithoz имеют стабильные физико-химические свойства и могут быть использованы в термогравиметрическом и калориметрическом анализе.



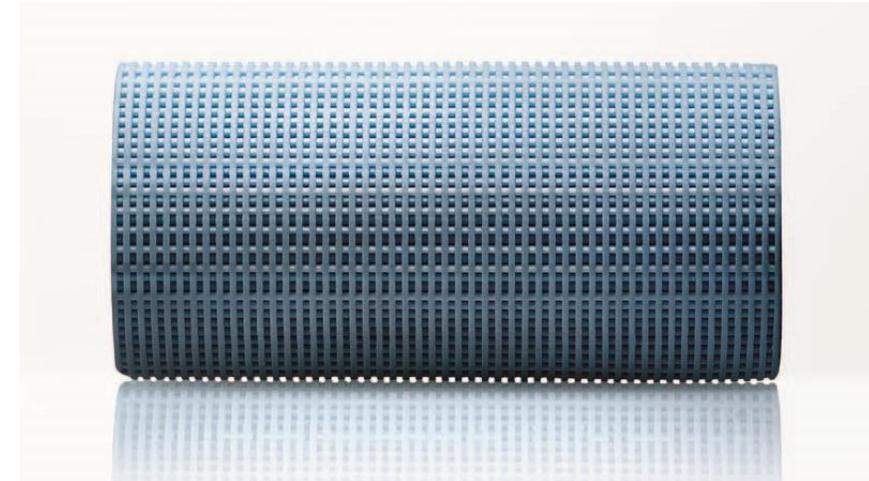
На рисунке представлен пик плавления In.

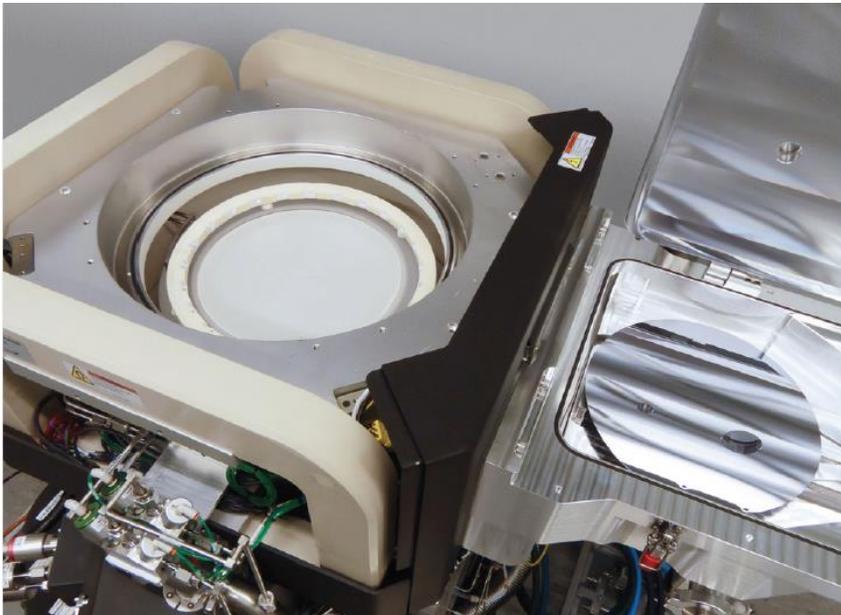
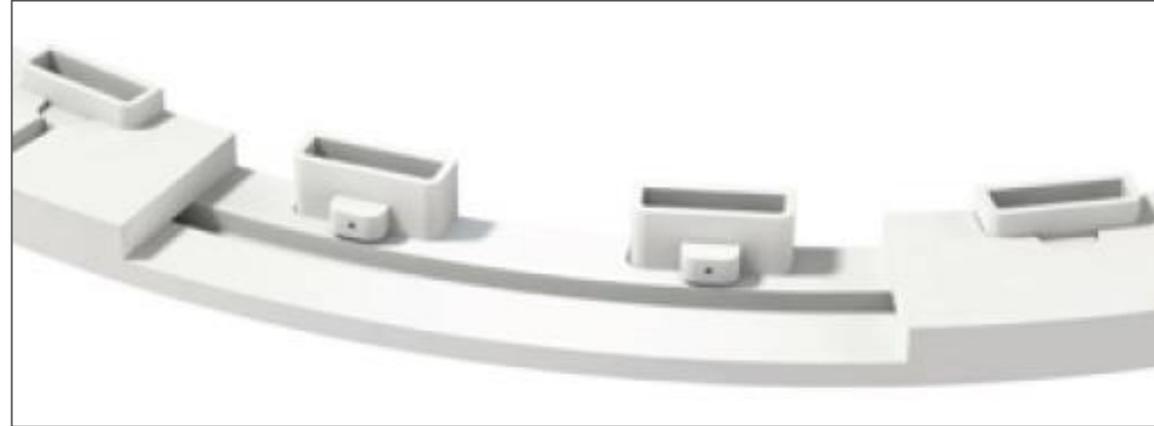
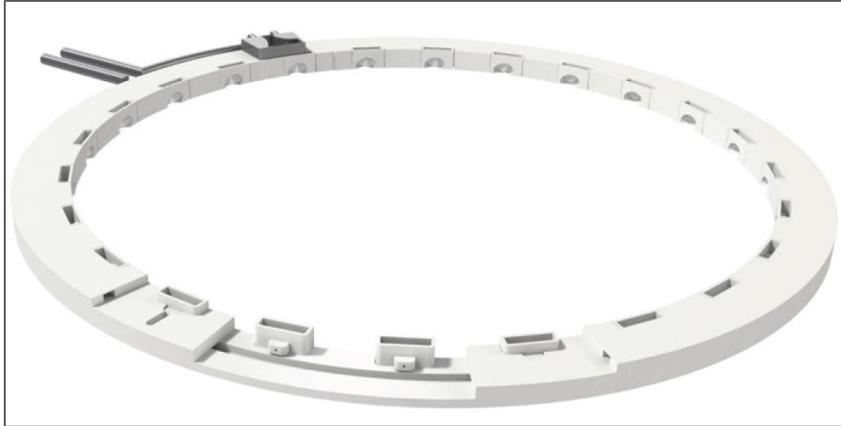
Температуру плавления In составила 156,6 °C, что соответствует литературным данным.



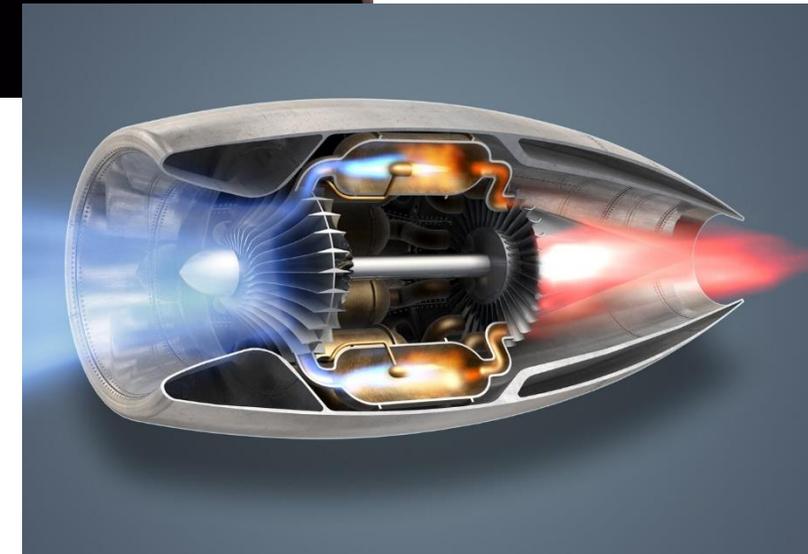
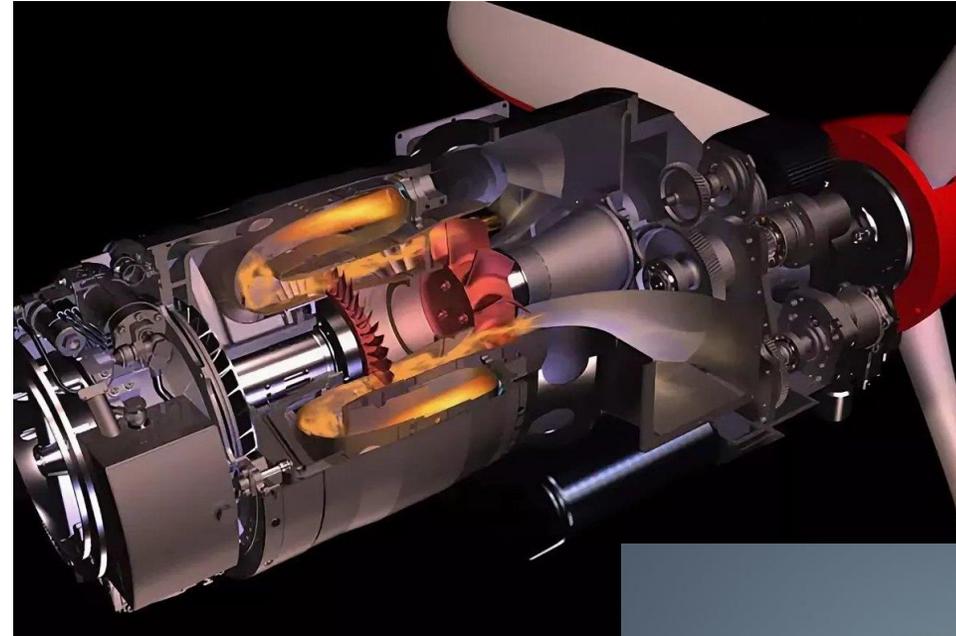
Изделие в виде решетки из оксид алюминия Al_2O_3 :

- Стенки 55 мкм
- Отверстия 100 мкм



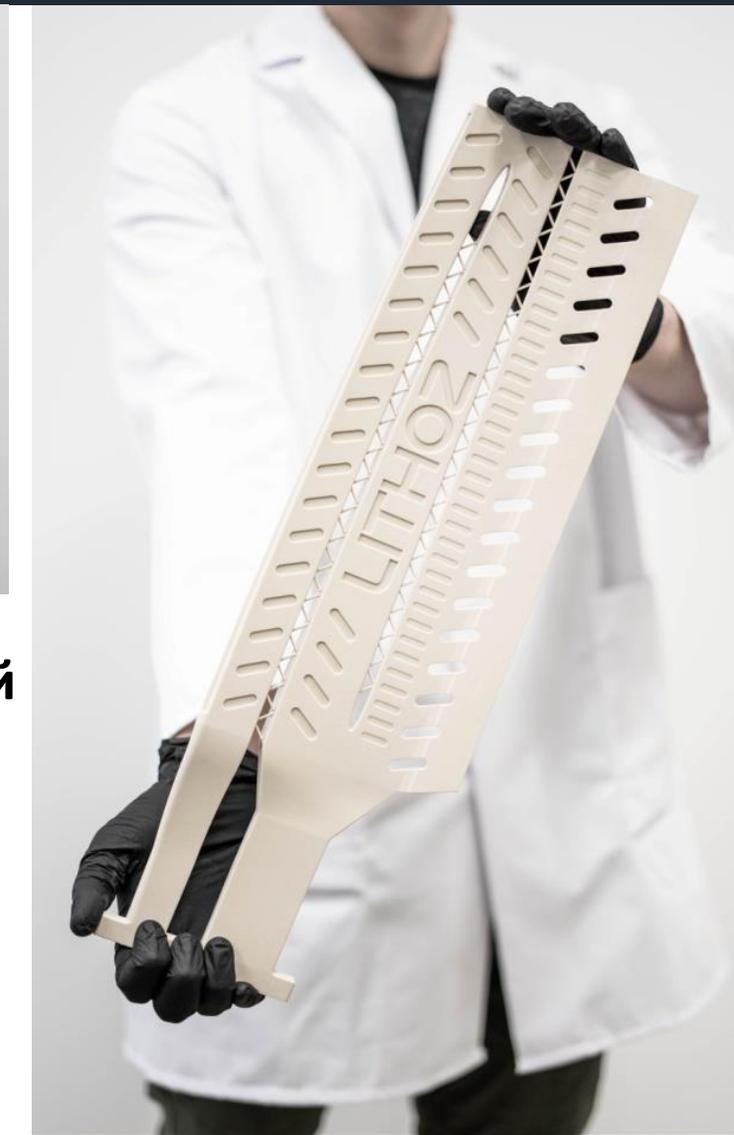


- **ЗАДАЧА:** повысить производительность процесса травления и нанесения покрытий на полупроводники
- **РЕШЕНИЕ:** 3D-печать керамических форсунок с оптимизированной траекторией потока газа
- **РЕЗУЛЬТАТ:** более длительный срок службы керамического инструмента по сравнению с металлом. **Повышение производительности на 200%** при снижении производственных затрат для конечного пользователя



Роторы для микротурбин из **нитрида кремния** используются для улучшения реакции двигателя.

- Уменьшает силу инерции
- Выдерживает высокие температуры
- Возможность изготовления сложных форм



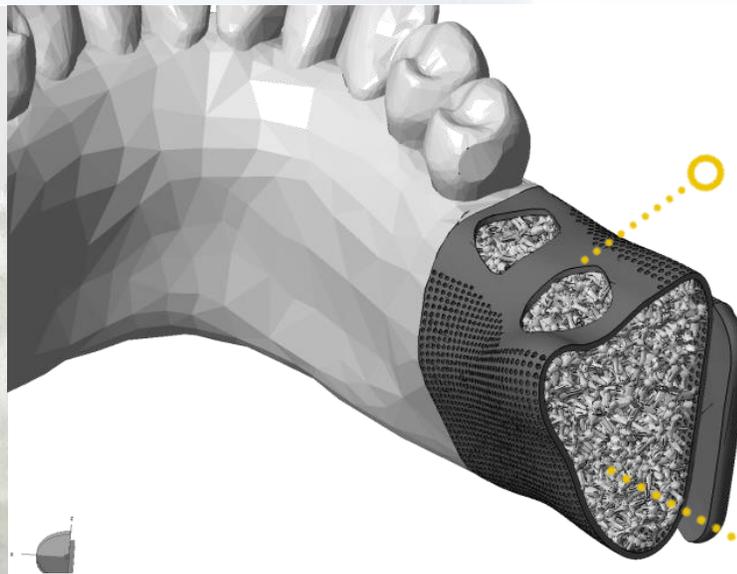
Увеличивайте конкурентоспособность благодаря 3D-печати стержней

- Свобода проектирования сложных конструкций
- Сокращение времени выполнения заказа
- Снижение затрат на мелкосерийном производстве
- Непревзойденная размерная **воспроизводимость** и точность



Челюстно-костный имплантат

Наилучшее применение двух материалов



ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ
Диоксид циркония

БИОРЕЗОРБИРУЕМЫЙ
Гидроксиапатит



УЛЬТРАТОНКИЕ КОРОНКИ И ВИНИРЫ
Диоксид циркония



ЗУБНОЙ ИМПЛАНТАТ
Диоксид циркония

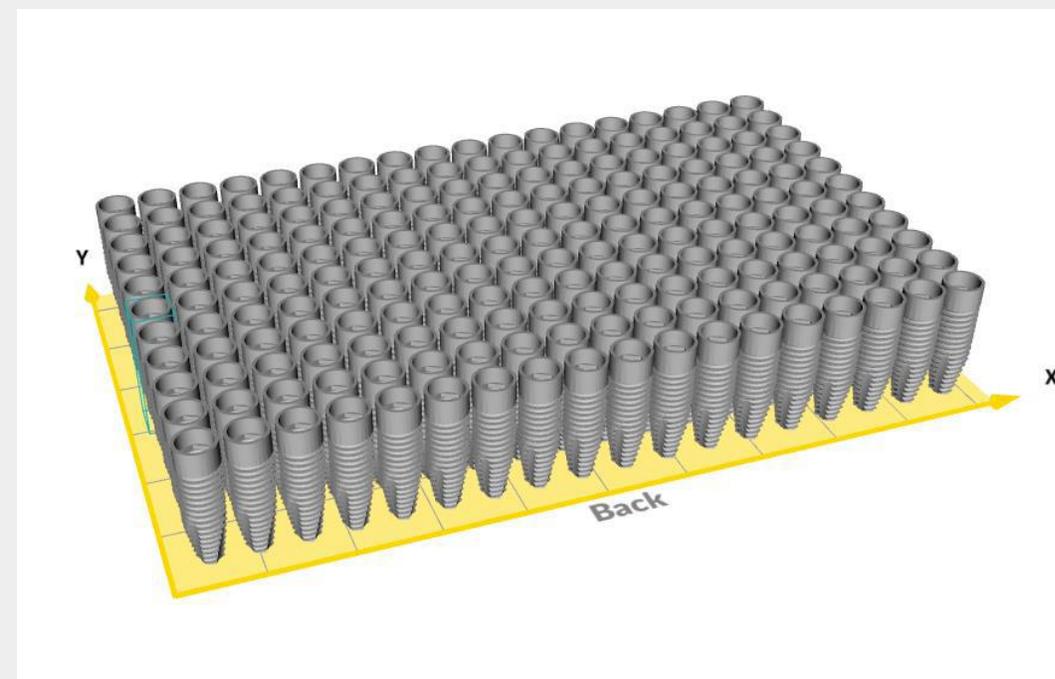


258 000 имплантатов в год

- 2 минуты на один имплантат
- 0.5 г на один имплантат
- 198 имплантатов за 1 процесс печати
- 258 000 имплантатов в год на Cerafab S65



Cerafab System S65 Medical



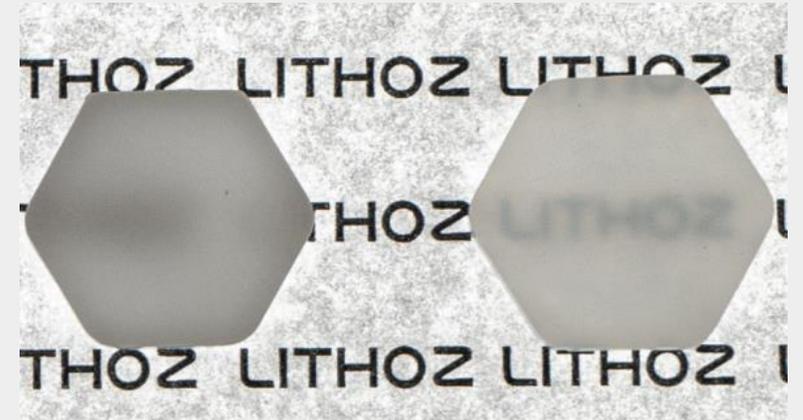
198 имплантатов на виртуальной платформе построения

Стеклокерамика для стоматологической реставрации

- Высочайшая эстетика
- Хорошая механическая прочность
- Биосовместимый
- Легко раскрашивать



Высокая прозрачность



Диоксид
циркония

Дисиликат
лития



Подготовка к восстановлению сильно стертых передних зубов с уступом 0.5 мм на мезиальной и аппроксиальных сторонах. Со стороны языка осталась нетронутой.



Виниры, изготовленные аддитивным производством. Модель выполнена по индивидуальному заказу на основе интраорального сканирования.



Виниры, изготовленным аддитивным производством, после адгезива при фиксации.



Виниры, изготовленным аддитивным производством, после адгезива при фиксации.

Виниры изготовленные аддитивным производством имеют такие же механические свойства, как прессованный и вальцованный дисиликат лития и находятся в диапазоне **350 МПа** и имеют **отличные клинические характеристики и предельное прилегание.**

“Я впечатлен эстетически приятным результатом и идеальным краевым прилеганием корон из дисиликата лития, напечатанных на 3D-принтере Lithoz CeraFab S65!”

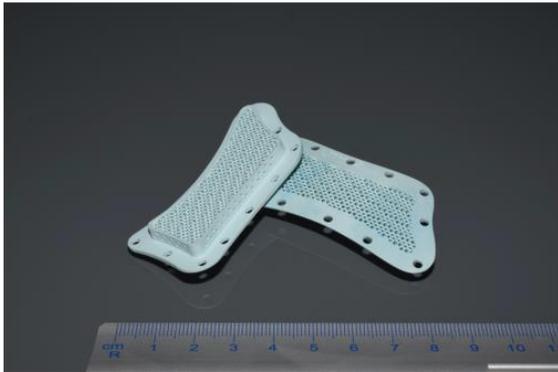
Dr. Alexey Unkovskiy | Врач-стоматолог, ортопед (DGPro) | Charité Berlin, Отделение протезирования, гериатрической стоматологии и черепно-нижнечелюстных заболеваний



Пневматический катетер сердечного насоса

Это внутрисердечный насос, изготовленный из биоинертного оксида алюминия, снабжает сердце кровью после сердечного приступа или операции. Разработано «TU Wien» и «Medizinuniversität Wien», производство Lithoz.

Биорезорбируемые и
остеокондуктивные



Черепной имплантат из гидроксиапатита

- Гидроксиапатит LithaBone HA 400
- Индивидуальный дизайн для пациента
- Открытая сетка взаимосвязанных пор
- Заданная геометрия пор



Постоянный имплантат из диоксида циркония

- Диоксид циркония LithaCon 3Y 210
- Хорошая биосовместимость
- Низкая теплопроводность
- Высокая прочность



Сгонов Николай
Моб.: +7(909)955-12-99

ООО «ЭНЕРГОАВАНГАРД»
127273, г. Москва, улица Отрадная, дом 2Б, строение 7
тел./факс: +7(495) 564-82-37

3d@eav.su

www.eav.su

*Официальный дистрибьютор компании Lithoz GmbH
на территории РФ и стран СНГ*

