

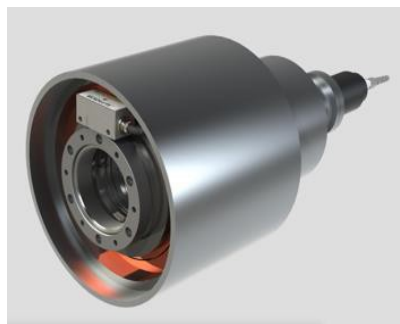
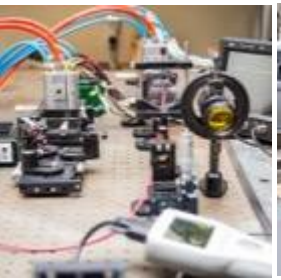
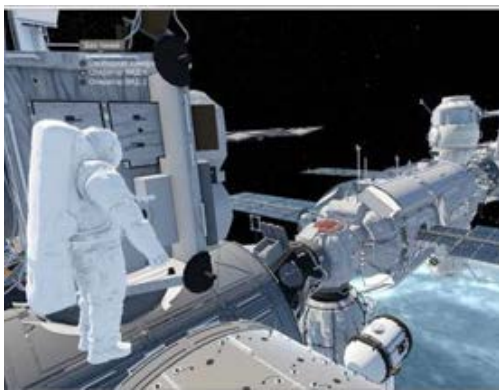


АДДИТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

ПЕРЕДОВЫЕ РОССИЙСКИЕ УСТАНОВКИ  
СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ

[www.lsystems.ru](http://www.lsystems.ru)





## БОЛЕЕ 20 ЛЕТ ОПЫТА

сотни значимых проектов в различных сферах: мощные лазеры, комплексы экологического мониторинга и оборудование для авиации, специальные комплексы, аддитивные технологии и перспективные композитные материалы, космические разработки







## РАБОТА С КРУПНЕЙШИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И ПРОЕКТЫ В ИНТЕРЕСАХ ГОСУДАРСТВА

Компания сотрудничает с крупнейшими российскими предприятиями и реализует проекты в рамках госзаказа в интересах государства

## ВЫСОКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ И ЭКСПОРТА

Компания сохраняет репутацию надежного экспортера наукоемкой продукции в другие страны: Индия, Китай, Корея, США, страны Европы и др.



# СОВРЕМЕННЫЙ АДМИНИСТРАТИВНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС НА ТЕРРИТОРИИ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ «НОЙДОРФ»

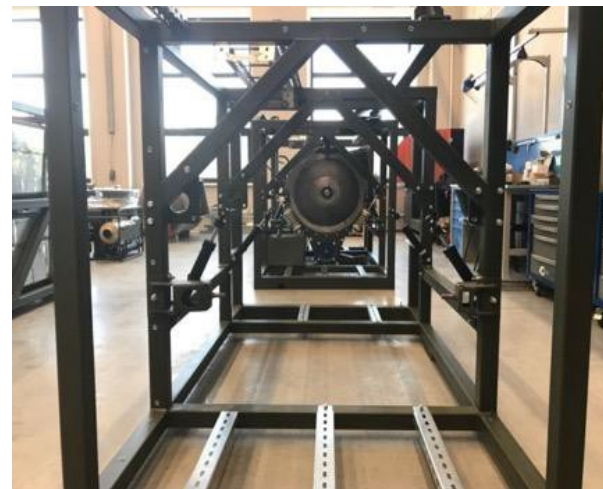
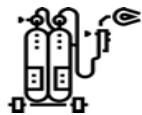


**6000**  
КВ. М.





# СОЗДАНИЕ СЛОЖНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЗАКАЗЧИКА ПОД КЛЮЧ НА СОБСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЯХ





## Лицензии на осуществление

- ❖ космической деятельности;
- ❖ разработки, производства и ремонта авиационной техники;
- ❖ разработки, производства, испытания, установки, монтажа, технического обслуживания, ремонта, утилизации и реализации вооруженной и военной техники;
- ❖ работ с использованием сведений, составляющих государственную тайну;
- ❖ деятельности по созданию средств защиты информации и пр.



Система менеджмента качества сертифицирована по стандартам ISO 9001:2015 и ГОСТ РВ 0015-002-2012

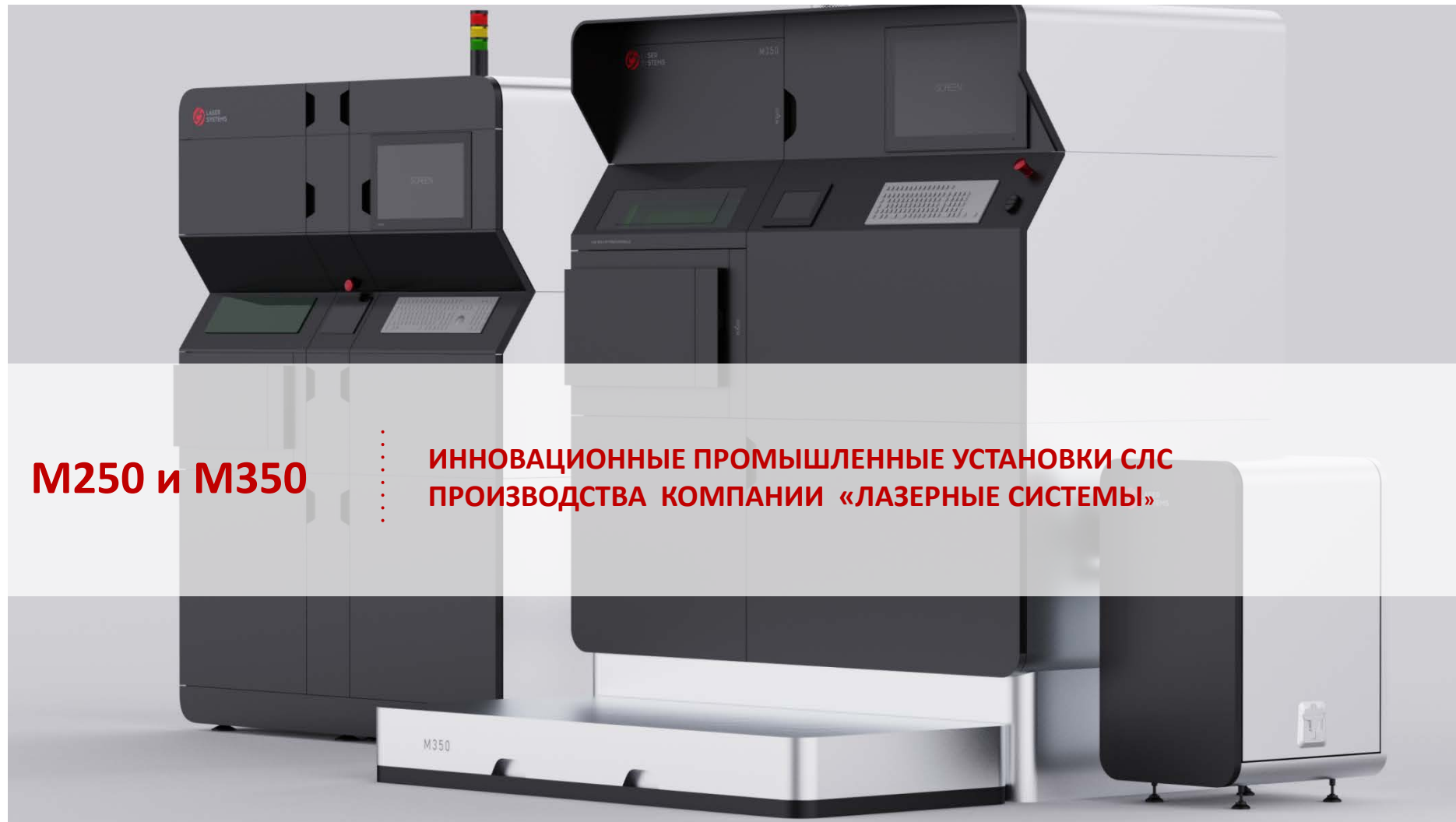


Закрепленное военное представительство Минобороны России



## ОСНОВНЫЕ ПРОЕКТЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- ❖ КОМПЛЕКСЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
- ❖ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ
- ❖ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- ❖ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ И АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
- ❖ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



**M250 и M350**

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ СЛС  
ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИИ «ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ»**



## УСТАНОВКИ СЛС: M250 и M350



Компанией «Лазерные системы» созданы современные аддитивные установки селективного лазерного сплавления, предназначенные для выращивания из металлических порошков деталей сложных форм, которые невозможно изготовить с использованием традиционных технологий.

### ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ

- Работа с металлическими порошками отечественного и зарубежного производства
- 2-х канальная лазерная вариофокальная система
- Лазеры мощностью до 1000 Вт
- Одновременная работа двух лазеров на одном рабочем поле с его полным перекрытием
- Создание и поддержание защитной атмосферы с промежуточным вакуумированием
- Собственное ПО (ранжированный доступ)
- Система геометрического контроля



## УСТАНОВКИ СЛС М250 и М350: ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметры	М 250	М 350
Область построения, XYZ	250x250x250 (мм)	350x350x350 (мм)
Каналов сканирования	2	2
Перекрытие рабочих полей	Полное	Полное
Мощность лазера 1	500 Вт*	500 Вт*
Мощность лазера 2	500 Вт*	500 Вт*
Скорость сканирования рабочая	10 м/сек	10 м/сек
Диаметр фокального пятна	80-500 мкм**	80-500 мкм**
Защитная среда	Аргон, Азот	Аргон, Азот
Расход инертного газа	2-3 л/мин	3 л/мин
Температура подложки	до 220 °С	до 220 °С
Минимальный шаг ростового стола	4 мкм	2/4 мкм
Пневмоудаление порошка	в среде инертного газа	в среде инертного газа
Средняя потребляемая мощность	4 кВт	6 кВт
Габаритные размеры (ДхШхВ)	1565 x 927 x 2120 мм	2500мм x 1200мм x 2700мм
Масса	1000 кг	2100 кг

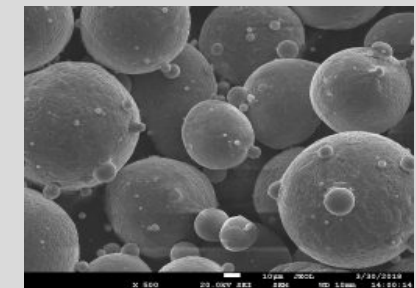
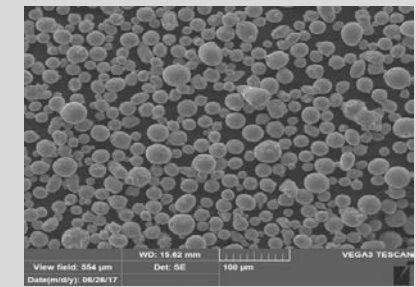
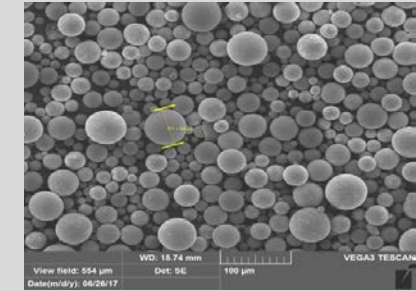
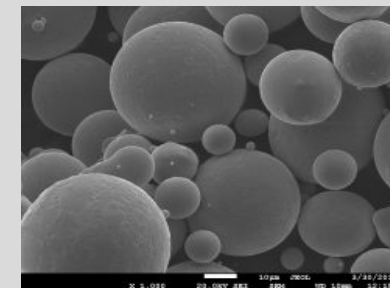
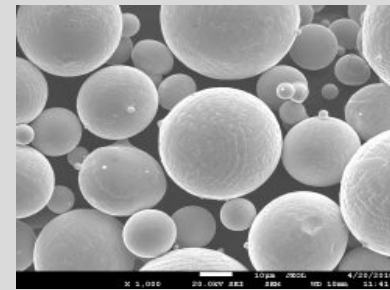
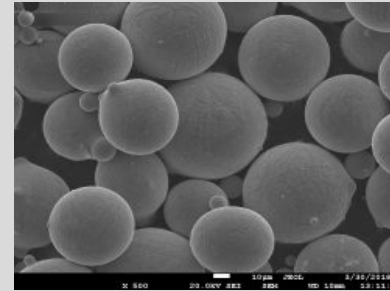


*\* Возможна установка лазеров до 1000 Вт*

*\*\* Обеспечивается скоростными вариофокальными объективами*

## УСТАНОВКИ СЛС М250 и М350: ПРИМЕНИМЫЕ ТИПЫ СПЛАВОВ

- Нержавеющие и инструментальные стали
- Никелевые жаропрочные сплавы
- Алюминиевые сплавы
- Титановые сплавы
- Co-Cr сплавы
- Медные сплавы
- Сплавы тугоплавких металлов





# ПЕРВОЕ СЕРТИФИЦИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СФЕРЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Компания «Лазерные системы» первой среди российских производителей оборудования в сфере аддитивных технологий получила для установки M250 Сертификат происхождения СТ-1 и заключение о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации, выданное Министерством промышленности и торговли России.

1. Грузооправитель/экспортёр (наименование и адрес) Акционерное общество «Лазерные системы» (АО «Лазерные системы») 198515, г. Санкт-Петербург, поселок Стрельна, ул. Связи, д. 28, корп. 2, стр. 1, Российская Федерация		4. № ..... <b>0002010008</b> .....			
2. Грузополучатель/импортёр (наименование и адрес) .		9219643			
3. Средства транспорта и маршрут следования (насколько это известно)		СЕРТИФИКАТ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ТОВАРА форма СТ-1			
		Выдан в ..... Российской Федерации. (наименование страны)			
		Для представления в ..... Российской Федерации (наименование страны)			
5. Для служебных отметок: Для целей предоставления в Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.					
6. №	7. Количество мелк и вид упаковки	8. Описание товара	9. Критерии происхож- дения	10. Количество товара	11. Номер и дата счета- фактуры
1.		Система селективного лазерного сплавления M250  Код промышленной продукции по: ОК 034-2014 (КПЕС 2008)- 28.21.13.127 ТН ВЭД ЕАЭС - 8479 89 970 8	D8479		
12. Удостоверение Настоящим удостоверяется, что декларация заявителя соответствует действительности  Союз "Санкт-Петербургская торгово-промышленная палата", 191123, Санкт-Петербург, ул. Чайковского, 46-48		13. Декларация заявителя Нижеподписавшийся заявляет, что вышеприведенные сведения соответствуют действительности, что все товары полностью произведены или подвергнуты достаточной переработке в  Российской Федерации (наименование страны) и что все они отвечают требованиям происхождения, установленным в отношении таких товаров			
Лощенкова И.В.  29.01.2020		Морозов А.В.  29.01.2020			
Подпись      Дата      Печать		Подпись      Дата      Печать			



АО «Лазерные системы»  
ул. Связи, д. 28, корп. 2, стр. 1,  
п. Стрельна, г. Санкт-Петербург,  
198515

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации по результатам рассмотрения документов, представленных в соответствии с Правилами выдачи заключения о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июля 2015 г. № 719, подтверждает производство следующей промышленной продукции на территории Российской Федерации:

Наименование юридического лица: Акционерное общество «Лазерные системы»  
(АО «Лазерные системы»)

Реквизиты заявления: исх. № 7.0209 от 06.03.2020 г. (вх. № МП-39861 от 10.03.2020 г.)

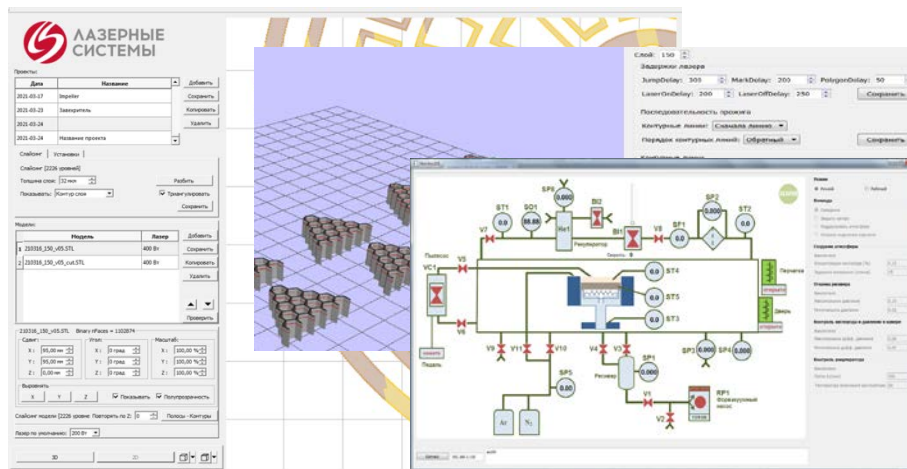
ИНН 7819039902 ОГРН (ОГРНИП) 1187847309913

адрес местонахождения: ул. Связи, д. 28, корп. 2, стр. 1, п. Стрельна, г. Санкт-Петербург, 198515

адрес местонахождения производственных помещений, в которых осуществляется деятельность по производству промышленной продукции: ул. Связи, д. 28, корп. 2, стр. 1, п. Стрельна, г. Санкт-Петербург, 198515

# ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ, СВИДЕТЕЛЬСТВА

№2678694 Установка селективного лазерного сплавления или спекания



Охраняется свидетельствами о регистрации Программы ЭВМ

- №2018618003 Программное обеспечение для управления системой создания защитной атмосферы
- №2018618004 Программное обеспечение для управления системой создания слоя порошка
- №2018618005 Программное обеспечение для подготовки модели к селективному лазерному сплавлению
- №2018617764 Программное обеспечение для геометрического контроля изделия в процессе выращивания на установке селективного лазерного сплавления
- №2018617798 Программное обеспечение для управления установкой селективного лазерного сплавления



# МНОГОЭТАПНАЯ ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ И ПОДДЕРЖКИ



Бесплатный курс обучения персонала заказчика по работе с установкой M250 на территории и оборудовании производителя

- не менее 2-х недель -

Бесплатный курс обучения персонала заказчика по работе с установкой M250 на территории и оборудовании заказчика

- не менее 1-ой недели -

- Консультации по особенностям эксплуатации оборудования дистанционно и/или с выездом специалиста АО «Лазерные системы» на площадку заказчика
- Помощь специалистов компании-производителя по выбору и отработке режимов сплавления любых деталей заказчика:
  - на территории и оборудовании АО «Лазерные системы»
  - на территории и оборудовании заказчика
- Проведение онлайн видео консультаций по вопросам сервисного обслуживания и нюансов эксплуатации всего перечня оборудования

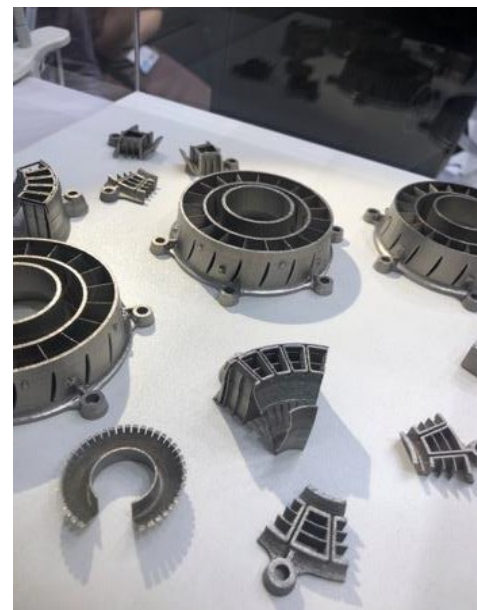
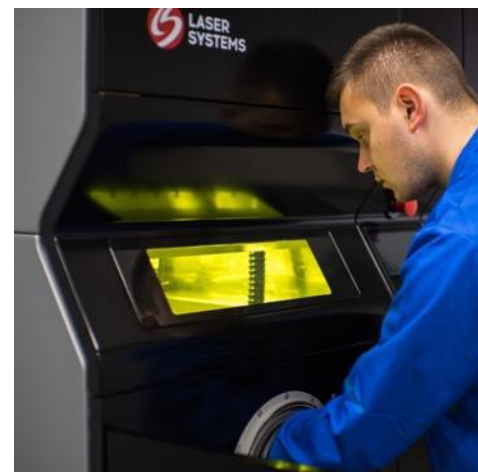
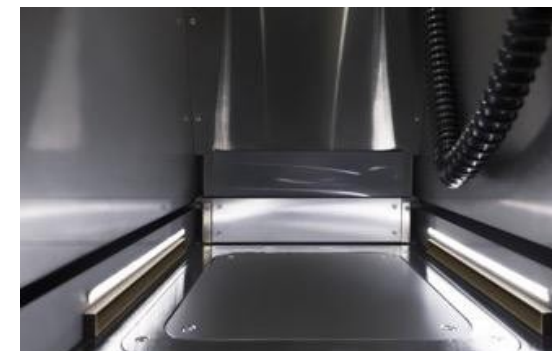
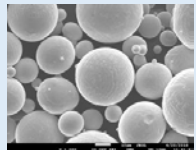
- не менее **12 месяцев** после ПНР -



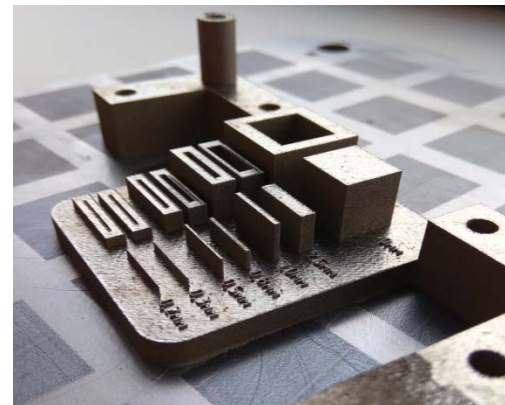
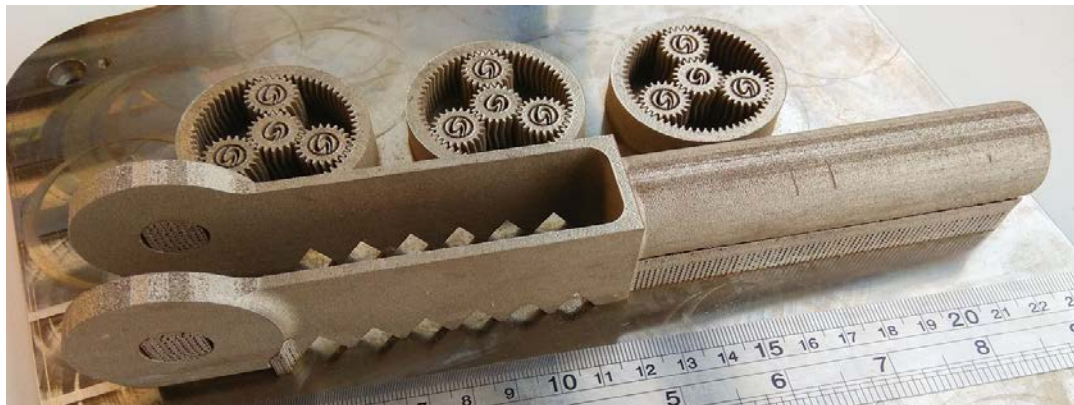
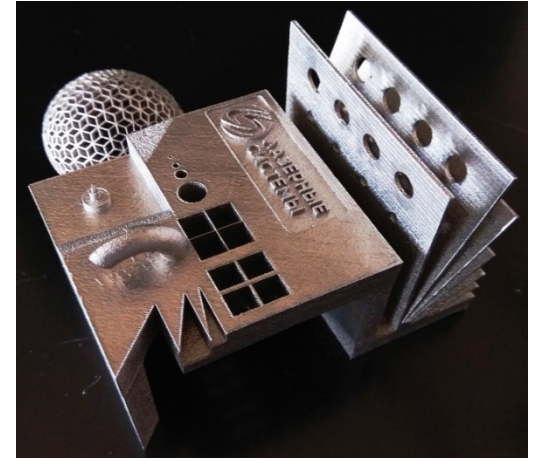
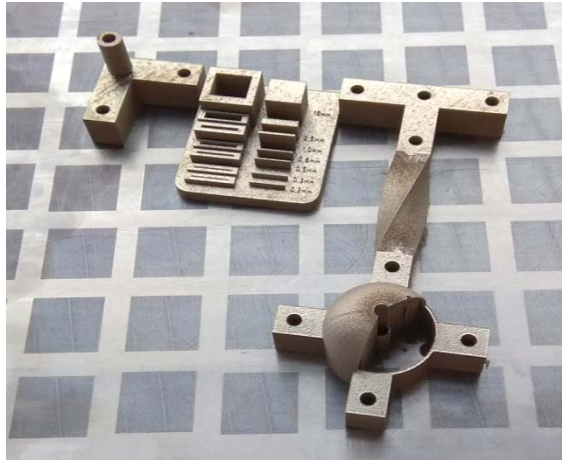
# УЧАСТОК АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Изготовление деталей из металлических порошков методом селективного лазерного сплавления

Макс. габарит детали, мм	250×250×250
Обеспечиваемая точность, мм	±0,1 (в зависимости от габаритов и типов сплавов)
Применяемые МПК	<ul style="list-style-type: none"><li>• нержавеющие стали</li><li>• жаропрочные сплавы на никелевой основе</li><li>• алюминиевые сплавы</li><li>• титановые сплавы</li><li>• медные сплавы</li></ul>



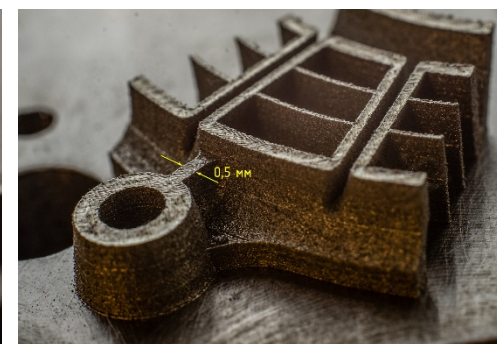
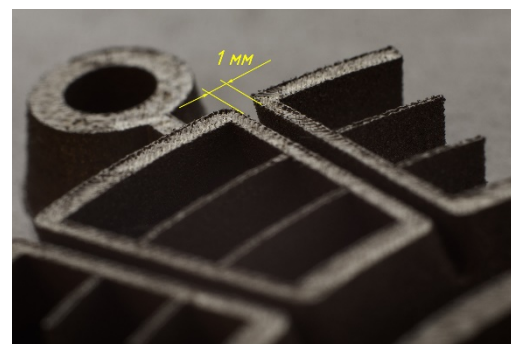
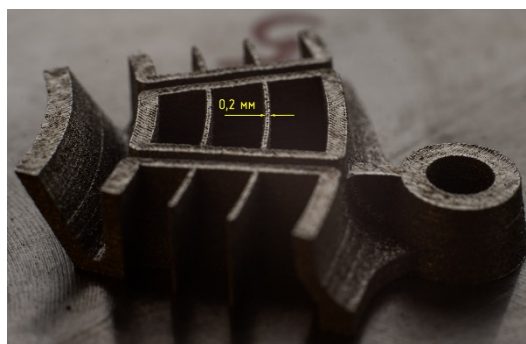
## ПРИМЕРЫ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ





# РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА INС. 625

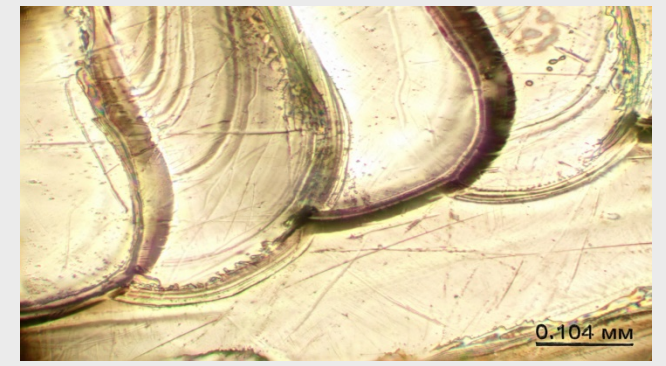
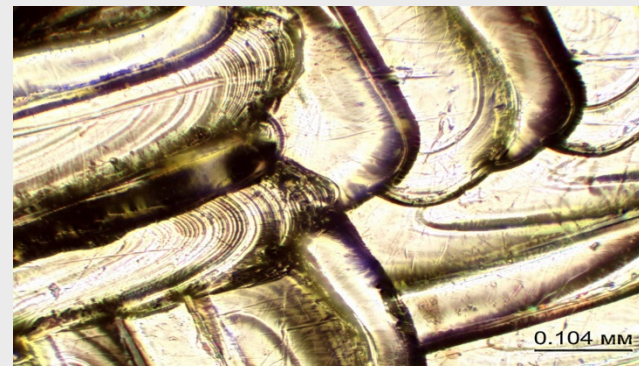
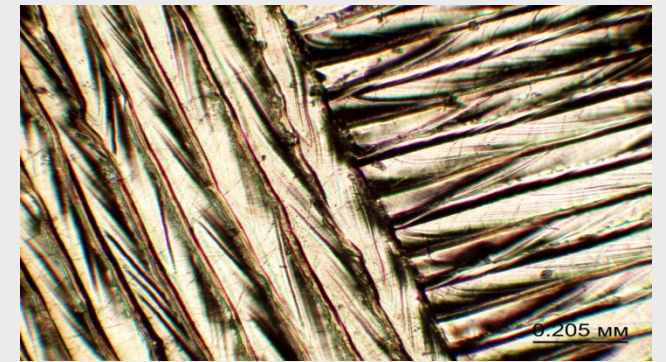
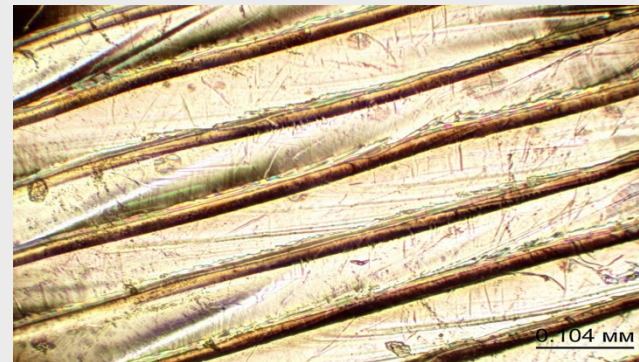
Выращивание крыльчатки малоразмерного газотурбинного двигателя БПЛА





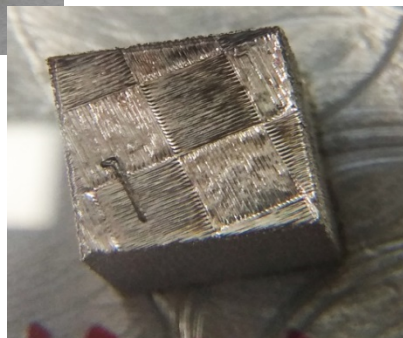
## РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ЭП648

Порошковая композиция сплава ЭП648 разработана и произведена ФГУП ВИАМ для установок селективного лазерного сплавления.



## РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ЭП648

Результаты исследования на пористость  
лаборатории ФГУП ВИАМ  
Исследование образцов на количественный  
металлографический анализ пор.  
Минимальная объёмная доля  
пор составила 0,02%



Количественный анализ пор на поверхности шлифов проводили согласно ММ 1.595-17-321-2007.



Рисунок 1 (продолжение) – Изображения образцов из сплава ЭП648, x200:  
в– образец №3-2-ху; г– образец №3-2-з;

Таблица 1. Результаты количественного анализа пористости образцов из сплава типа ЭП648.

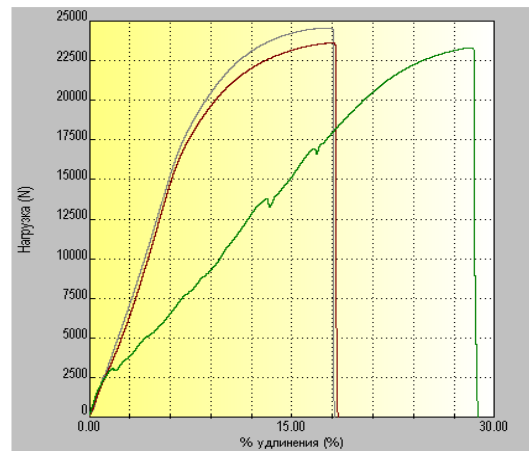
№ п/п	Номер образц а	Объёмная доля пор %, разброс на 25 полях при x200	Количество пор на поле зрения, <i>среднее</i> , шт/мм <sup>2</sup> , разброс	<u>Максимальн.</u> размер поры, D <sub>i max</sub> мкм	Средний диаметр пор, мкм
3	3-2-ху	0,03 (0-0,16)	7 (0-23)	30,9	8,0±0,6
4	3-2-з	0,02 (0,01-0,08)	6 (3-13)	33,4	8,1±0,6



# РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ЭП648

## Результаты механических испытаний синтезированных образцов

№ п/п	№ образца	T, °C	E, ГПа	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\Psi$ , %
1	01-1.2-633	20	210	1110	620	28	29
2	02-1.2-633	20	210	1120	620	29	31
3	03-1.2-633	20	220	1120	630	29	33
<b>4</b>	<b>Паспорт</b>	<b>20</b>	<b>212</b>	<b>1110-1130</b>	<b>650-660</b>	<b>26-28</b>	<b>24-31</b>





## РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ЭП648

Исследование детали-демонстратора из МПК сплава ЭП648  
(определение шероховатости поверхностей, пористости и геометрической точности изготовления)



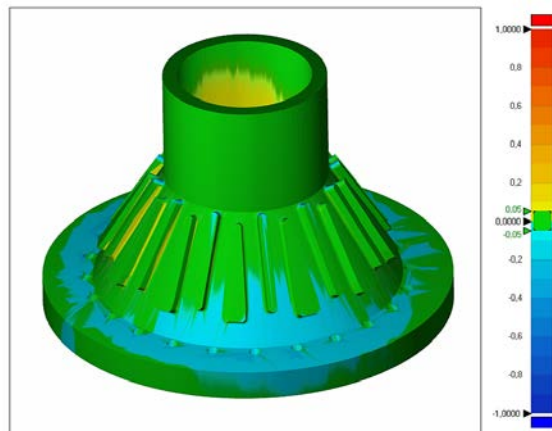
Поверхность	Измеряемый параметр по ГОСТ 2789-73	Среднее измеренное значение, мкм	Абсолютная погрешность, мкм
Внутренняя цилиндрическая поверхность	Ra	8,58	±0,51
Внешняя цилиндрическая поверхность	Ra	9,75	±0,58



Состояние	Сечение	Объемная доля пор %, разброс на 25 полях при ×200	Максимальный размер поры $D_{imax}$ , мкм	Средний диаметр пор, мкм
Исходное	XY	0,16 (0,06-0,34)	62,4	12,0±0,9
ГИП + ТО	XY	Обнаружены две поры диаметром 58 мкм и 47 мкм		

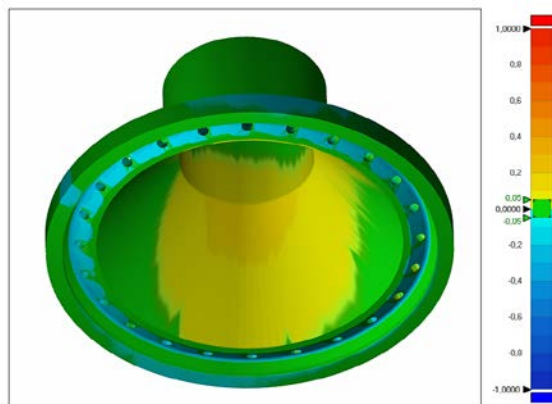
# РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ИЗ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ЭП648

Исследование детали-демонстратора из МПК сплава ЭП648  
(определение шероховатости поверхностей, пористости и геометрической точности изготовления)



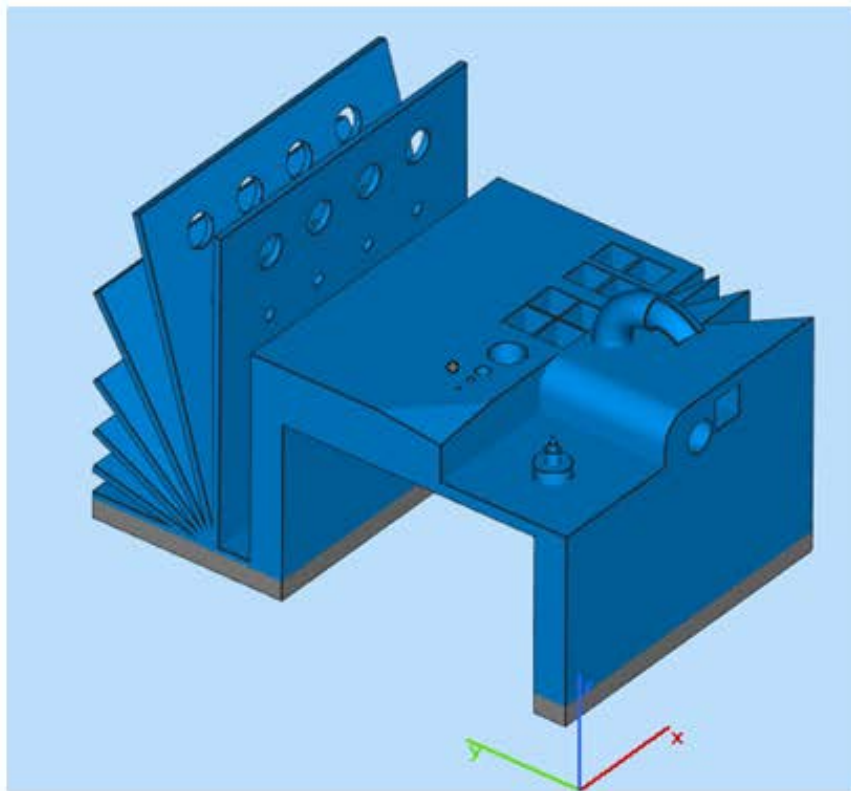
Исходное состояние			
Средн. +, мм	Средн. -, мм	Макс., мм	Мин., мм
0,0629	- 0,0563	0,2194	- 0,2623

После ГИП и ТО			
Средн. +, мм	Средн. -, мм	Макс., мм	Мин., мм
0,0594	- 0,0537	0,2183	- 0,2511



На примере детали-демонстратора было показано, что разработанные технологические режимы синтеза МПК сплава ЭП648 позволяют изготавливать на установке М250 сложнопрофильные детали и элементы конструкций с соблюдением геометрической точности построения, малой величины остаточной пористости и приемлемой шероховатостью поверхности.

## ТЕСТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ М250 ПО ПРОГРАММЕ АО «ОДК» СПЛАВ 12Х18Н10Т

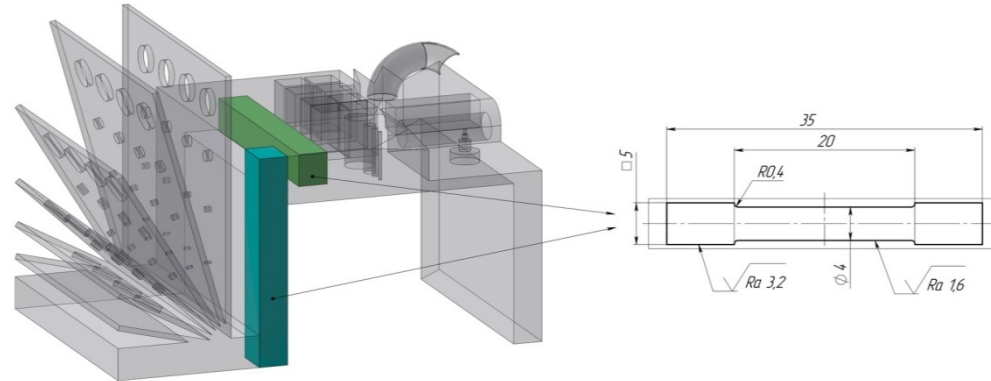
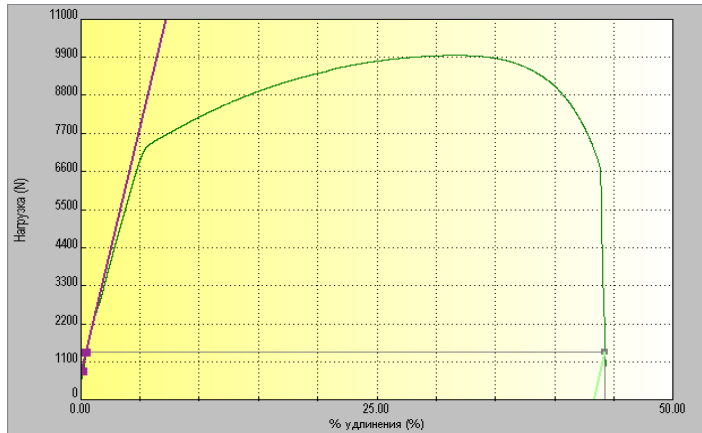




# ТЕСТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ М250 ПО ПРОГРАММЕ АО «ОДК» СПЛАВ 12Х18Н10Т

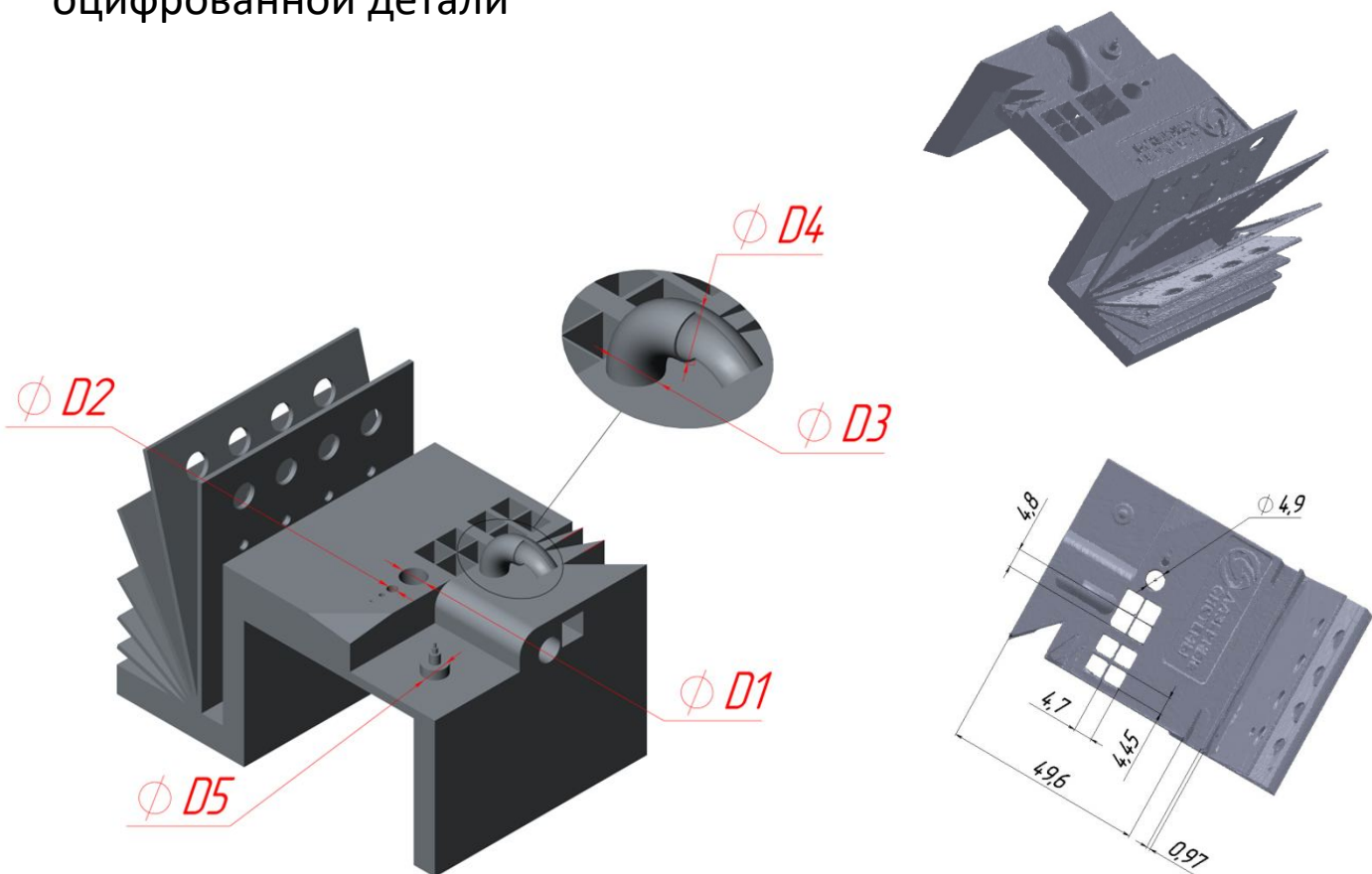
## Физико-механические испытания

№ образца	Направление роста	Временное сопротивление разрыву ( $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup> )	Удлинение при разрыве ( $\delta$ , %)	Относительное сужение ( $\psi$ , %)
1.1	Z	690	37	55
2.1		690	38	66
1.2		720	37	54
2.2		700	39	65
1.3	XY	795	32	71
2.3		755	32	68
1.4		792	32	73
2.4		740	31	75



# ТЕСТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ M250 ПО ПРОГРАММЕ АО «ОДК» СПЛАВ 12Х18Н10Т

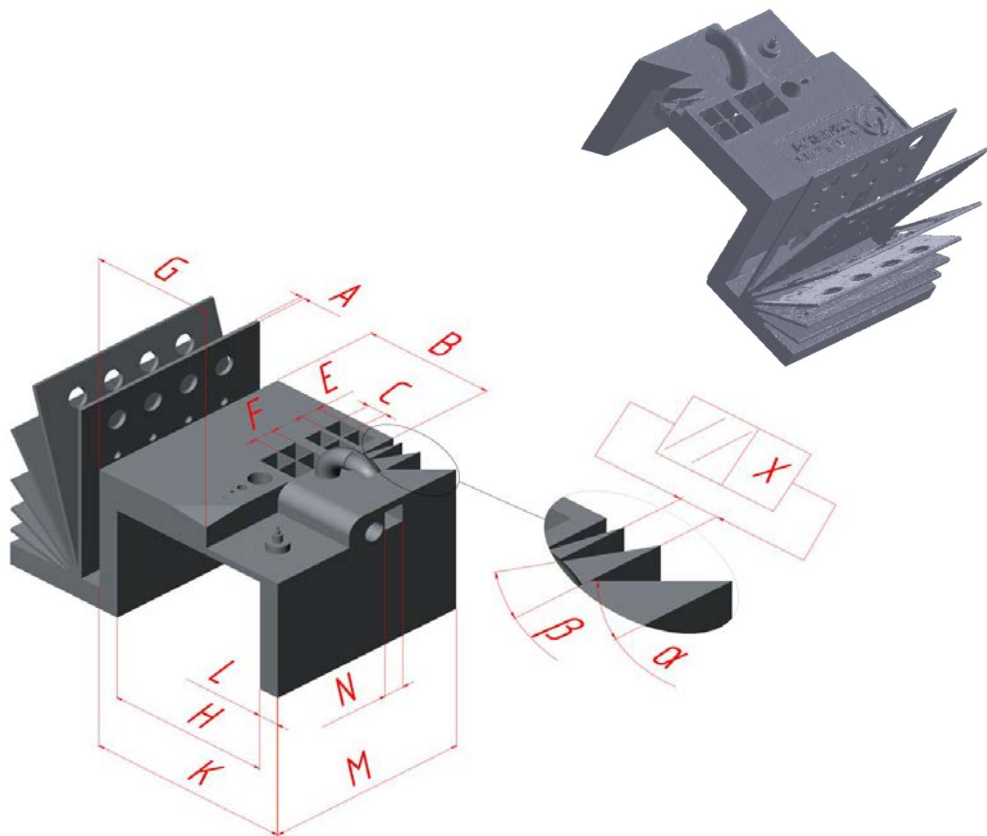
Исследование отклонений геометрии на оцифрованной детали



Размеры		
D1, мм.	Номинальный	5
	Действительный	4,9
	Отклонение	-0,1
D2, мм.	Номинальный	2
	Действительный	1,95
	Отклонение	-0,05
D3, мм.	Номинальный	5
	Действительный	5
	Отклонение	0
D4, мм.	Номинальный	5
	Действительный	4,9
	Отклонение	-0,1
D5, мм.	Номинальный	5
	Действительный	5
	Отклонение	0

# ТЕСТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ М250 ПО ПРОГРАММЕ АО «ОДК» СПЛАВ 12Х18Н10Т

Исследование отклонений геометрии на оцифрованной детали

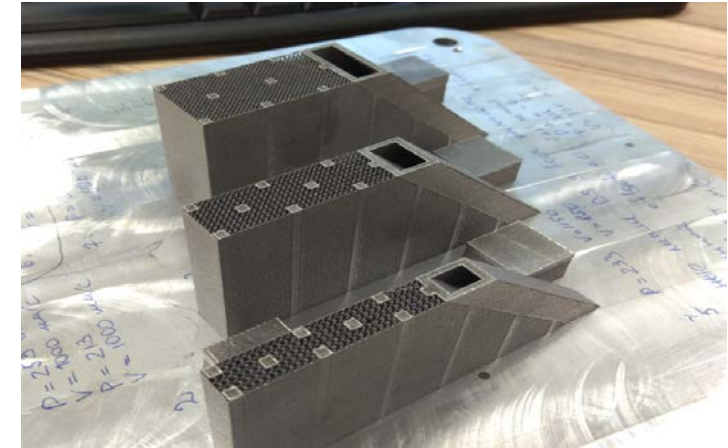
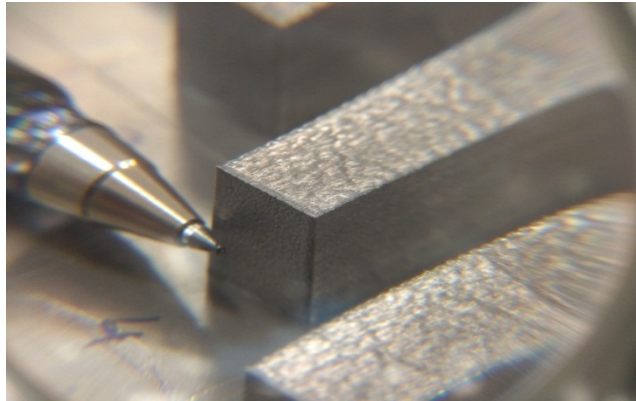
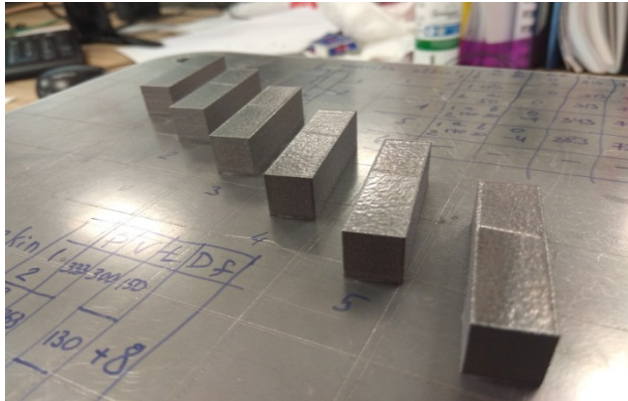


Размеры			Размеры		
А, мм.	Номинальный	1	К, мм.	Номинальный	50
	Действительный	0,97		Действительный	49,7
	Отклонение	-0,03		Отклонение	-0,3
В, мм.	Номинальный	32,4	L, мм.	Номинальный	5
	Действительный	32,3		Действительный	4,9
	Отклонение	-0,1		Отклонение	-0,1
С, мм.	Номинальный	4,75	М, мм.	Номинальный	50
	Действительный	4,7		Действительный	49,99
	Отклонение	-0,05		Отклонение	-0,01
Е, мм.	Номинальный	4,5	N, мм.	Номинальный	5
	Действительный	4,45		Действительный	5,3
	Отклонение	-0,05		Отклонение	+0,3
F, мм.	Номинальный	4,88	// X, мм.	Номинальный	0
	Действительный	4,8		Действительный	0,08
	Отклонение	-0,08		Отклонение	+0,08
G, мм.	Номинальный	30	α, град.	Номинальный	27
	Действительный	30,1		Действительный	26,5
	Отклонение	+0,1		Отклонение	-0,5
Н, мм.	Номинальный	40	β, град.	Номинальный	14
	Действительный	40,5		Действительный	14,2
	Отклонение	+0,5		Отклонение	+0,2



## ТЕСТОВОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ВОЛНОВОДА ИЗ СПЛАВА РС-300-45 (AlSi10Mg)

### Предварительная обработка



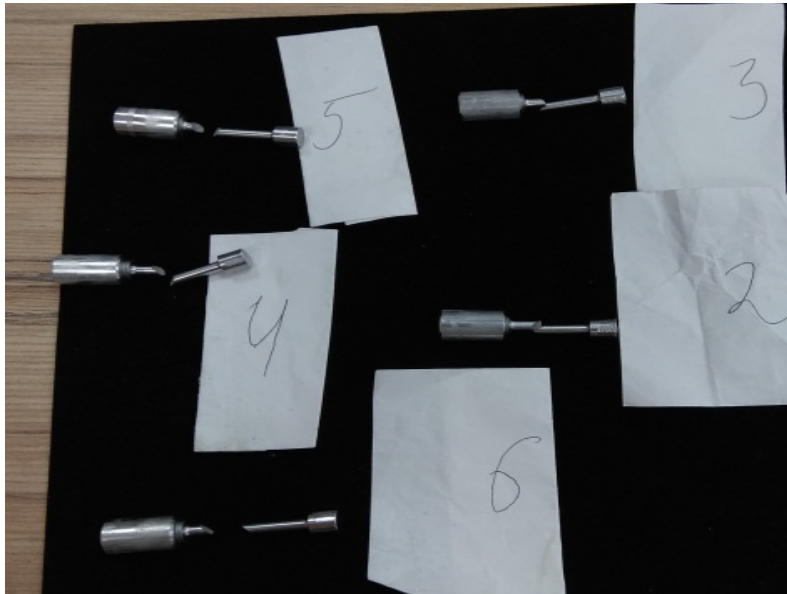
Успешно проведена обработка основных режимов выращивания из алюминиевого сплава РС-300-45 (AlSi10Mg) производства ОК РУСАЛ. Получены наименьшая пористость и наилучшая шероховатость поверхностей.

В настоящее время ведутся совместные работы с представителями ОК РУСАЛ по отработке оптимальных режимов сплавления и получению требуемых показателей физико-механических свойств изделий из сплавов: RS-333 (PC-333); RS-553 (PC-553), а также и RS-320 (PC-320).

Отработан рост нависающих элементов под разными углами с применением поддерживающих структур, исключая их наличие во внутреннем основном канале волновода

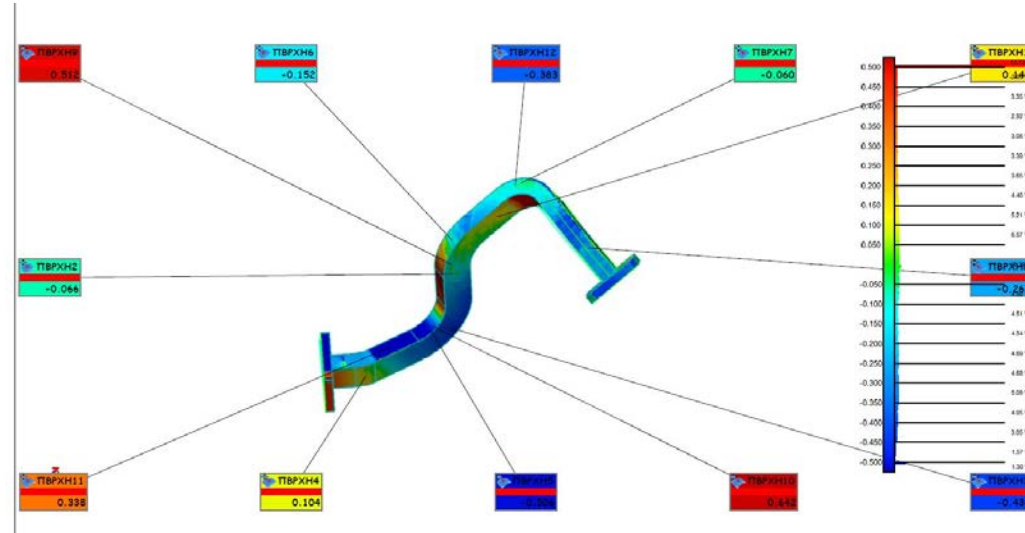
# ТЕСТОВОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ВОЛНОВОДА ИЗ СПЛАВА РС-300-45 (AlSi10Mg)

## Механические испытания образцов



Для определения механических характеристик были выращены образцы на разрыв согласно ГОСТ 1497 и проведены испытания. Результаты по прочности и относительному удлинению соответствуют открытым данным, декларируемым западными компаниями на материал AlSi10Mg.

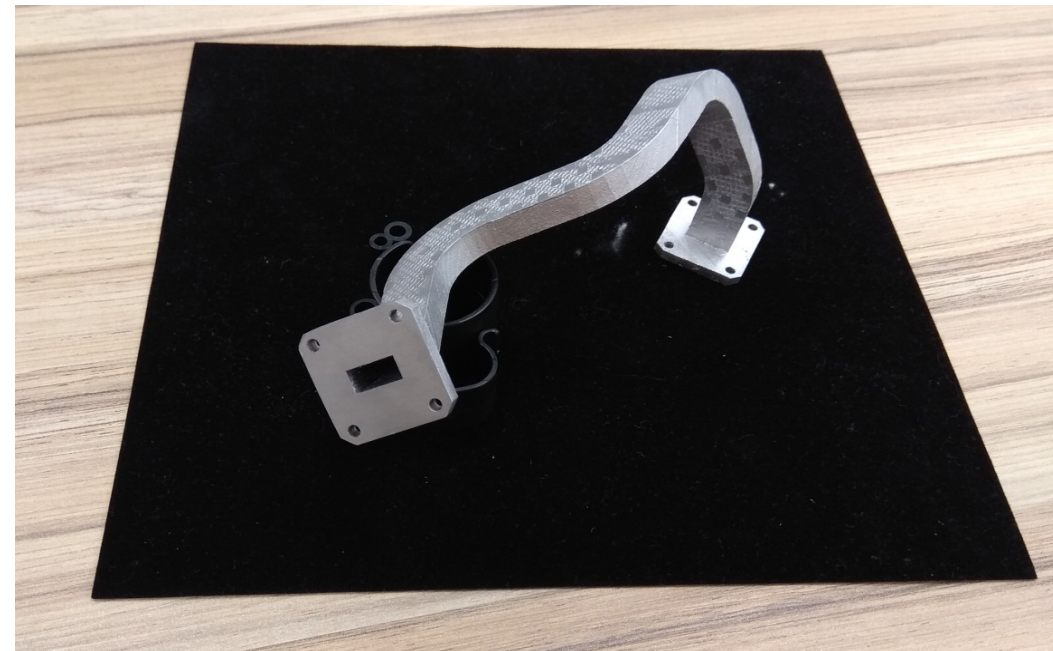
## Контроль геометрии и карта отклонений



Среднее отклонение от математической модели по всей поверхности при базировании BestFit +0.065 мм, среднеквадратичное +0.142мм. 98% точек поверхности попали в диапазон -0.3 - +0.40мм.

## ТЕСТОВОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ВОЛНОВОДА ИЗ СПЛАВА РС-300-45 (AlSi10Mg)

Волновод после пескоструйной обработки



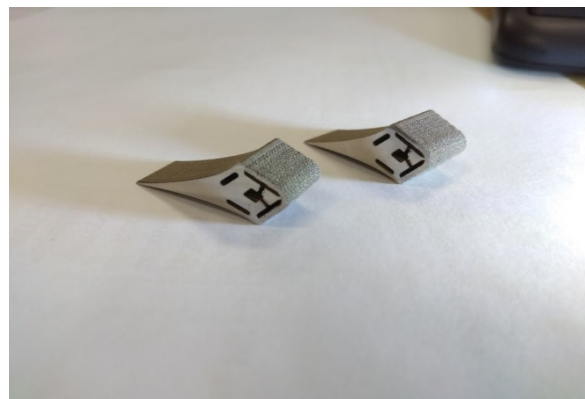
Установка селективного лазерного сплавления M250 продемонстрировала качество изготовления тестовых деталей, не уступающее зарубежным аналогам



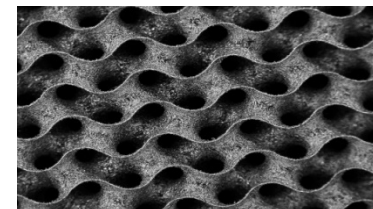
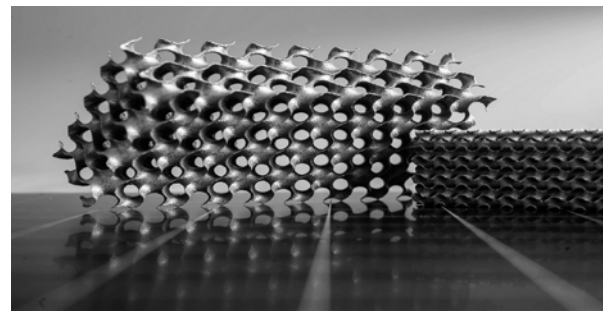
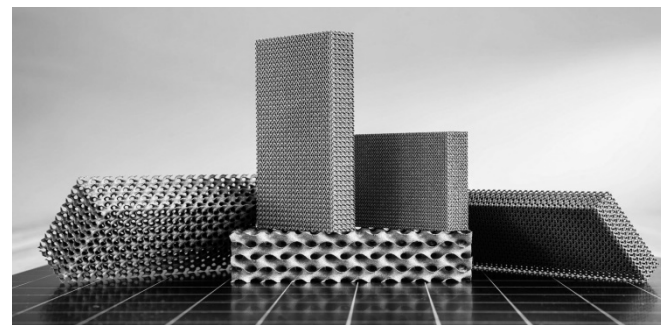
Разработка, топологическая оптимизация, подготовка и выращивание кронштейна подвеса шасси самолёта. Совместная работа с «АСКОН-Системы проектирования»



Выращивание плоской сопловой лопатки для газодинамического CO<sub>2</sub>-лазера на горении с дросселирующими зонами в дозвуковой части. Разработка АО «Лазерные системы»



Выращивание тонкостенных сложных сетчатых структур без использования поддержек



Выращивание тестовой детали. Совместная работа с АО «РКЦ «Прогресс»



## ПЛАНЫ

- Создание прецизионной аддитивной установки с рабочим полем 150x150x150(мм), с увеличенными показателями точности и качества получаемой поверхности объектов выращивания
- Создание станции автоматического просева и рециркуляции порошка
- Внедрение системы онлайн контроля процесса сплавления по тепловым сигнатурам, в том числе с обратной связью (контроль ванны сплавления и мощности лазера)
- Проектирование высокотемпературной установки СЛС, обеспечивающей послойное выращивание деталей в среде до 900°C, с целью снижения механических напряжений, пористости и склонности к трещинообразованию выращенных деталей
- Создание системы VR/AR обучения операторов на установке, включая возможность координации с сервисной службой производителя
- Создание интерактивного руководства пользователя
- Дополнение режимами сплавления МПК из тугоплавких сплавов



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Компания «Лазерные системы»  
198515, Россия, г. Санкт-Петербург,  
п. Стрельна, ул. Связи, д. 28, корп. 2, стр. 1  
тел. +7 (812) 612-02-88  
факс +7 (812) 612-02-89  
[office@lsystems.ru](mailto:office@lsystems.ru)

