

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ АДДИТИВНЫЕ МАШИНЫ ПРОИЗВОДСТВА ГК «ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА» И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ



V Международный технологический форум
«Инновации. Технологии. Производство»
16-18 апреля 2018. г. Рыбинск



О НАС: ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ

- 1995 – начало разработки промышленных систем лазерной обработки
- 1998 - 2007 – запуск в серийное производство серий МЛ : микрообработка, резка, сварка, маркировка, функциональная подгонка
- 2007 – 2015 разработка и производство машин новых серий МЛП, начало серийного производства собственных линейных двигателей
- 2015 – запуск в производство систем аддитивной обработки, участие в разработке программы по возрождению производства СТО в России



- 120 высококлассных специалистов
- Более 600 систем в эксплуатации

ЗАКАЗЧИКИ И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЙ ЛАЗЕРНЫХ СТАНКОВ ВЫПУСКАЕМЫХ ГК «ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА»



Сборочное производство

Цех №1: сборка крупногабаритных машин



Сборка лазерных машин МЛЗ5, ЛТСК4 для раскроя листового металла и сварки.

Объем выпуска (2013) – 15 штук в год



Сборочное производство

Цех №3: сборка компактных лазерных машин



Сборка лазерных машин
для маркировки сварки,
подгонки.

Более 40 (2013) установок
в год серия МЛК, ЛТА,
МЛП2



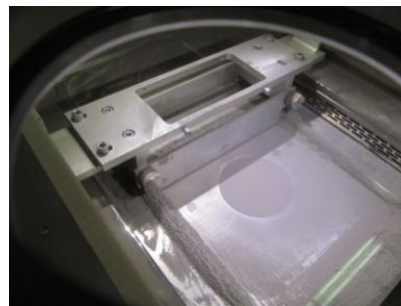
ПРОЕКТЫ ПО РАЗВИТИЮ ТИПОРЕЯДА АДДИТИВНЫХ МАШИН МЛ6 и МЛ7

Машины **МЛ6-1** ("коммерческая"), **МЛ6-2** ("монометалл") и **МЛ6-3** ("полиметалл"). Разработка: ГК Лазеры и Аппаратура.
Инвестиции : ФПИ . Научное руководство НИФИ ННГУ. Начало работ 2013-2015 г., производство со II кв. 2018 г.

группа компаний
ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА



МЛ6-1



Коммерческие машины **МЛ6-1** - «импортозамещение», типоразмеры (70-100-150-220). Инвестиции и ТЗ от ГК "Лазеры и аппаратура". Работы ведутся с 2013 года. Серийное производство с IV кв. 2016

 **ФОНД
ПЕРСПЕКТИВНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

 **УНИВЕРСИТЕТ
ЛОБАЧЕВСКОГО**

МЛ6-2



МЛ6-3

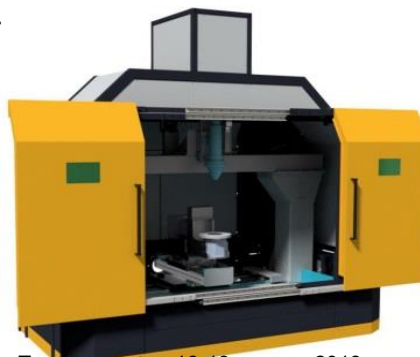


Пятикоординатные машины **МЛ7** для двигателестроения - под научным руководством АО «НПЦ Газотурбостроения «Салют», а также перспективные разработки для НПО «Сатурн»

 **САИКУТ®**

 **ОБЪЕДИНЕННАЯ
ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ
КОРПОРАЦИЯ**

группа компаний
ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА



МЛ7



МАШИНА МЛ7

Группа Компаний «Лазеры и Аппаратура» совместно с Научно-производственным центром газотурбостроения «Салют» разработали лазерную машину для аддитивного производства и ремонта изделий металлическими порошками по технологии прямого лазерного осаждения и наплавки



Рабочий объем камеры построения:
400x400x400 ± 90
Скорость построения: до 0,6 м/сек

Разработка, изготовление и поставка установки порошковой наплавки для ремонта лопаток КВД лазерным методом.

Установка для ремонта деталей газотурбинных двигателей обеспечивает ремонт изделий сложной формы с компьютерной 3D-CAD моделью.

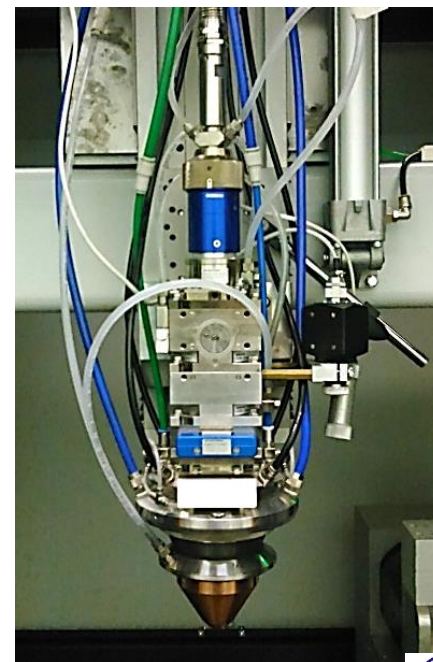
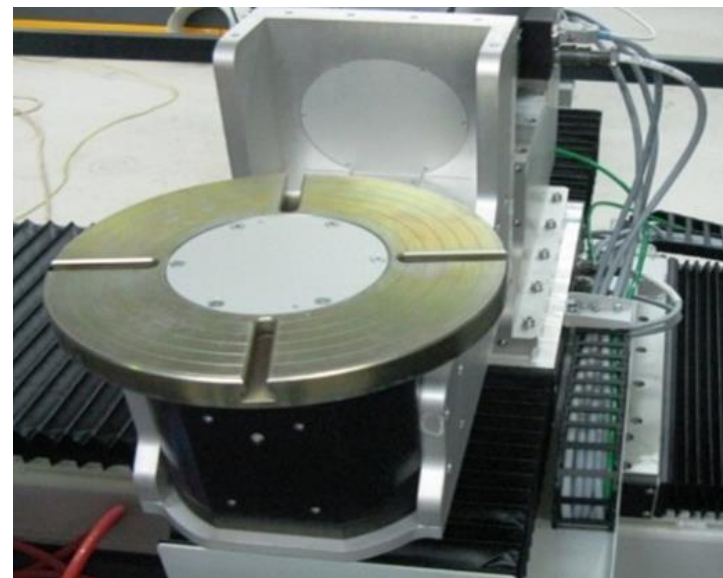
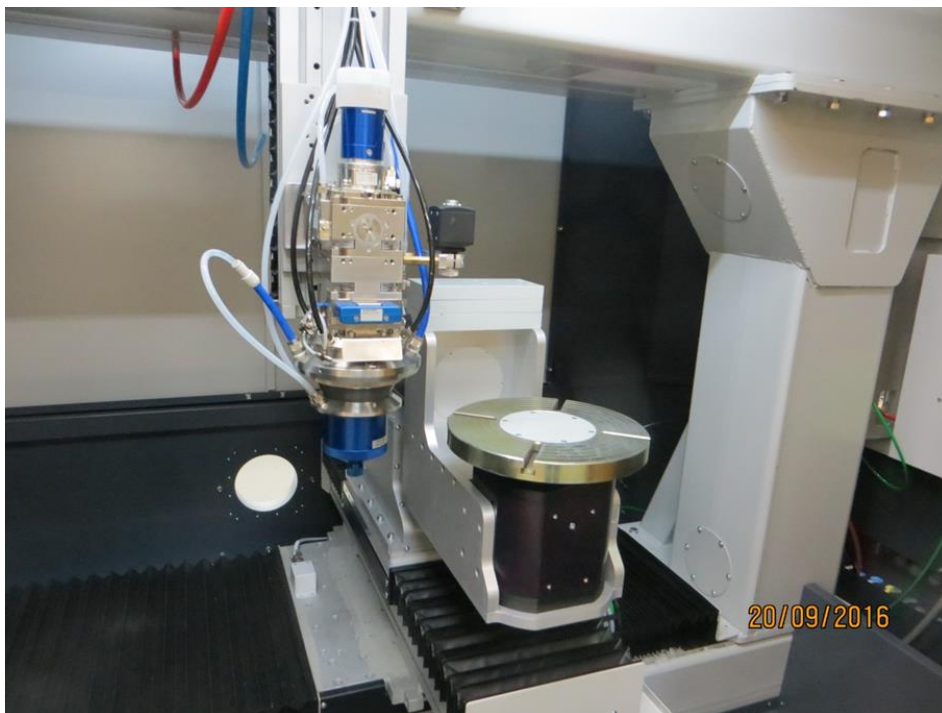
В качестве расходных материалов могут использоваться металлы и сплавы в порошковой форме: хромо-никелевые сплавы, кобальт-хромовые сплавы, нержавеющая сталь, и прочие материалы отечественного и зарубежного производства (порошок гранулированный).



Иттербиевый
волоконный лазер
ЛС-15

20/09/2016

МЛ7- основные технические решения и применяемые модули и узлы



группа компаний

ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА

Международный технологический форум «Инновации. Технологии. Производство» 16-18 апреля



Участок лазерной наплавки с МЛ7



Приточно-вытяжная вентиляция

Газообеспечение (Аргон)

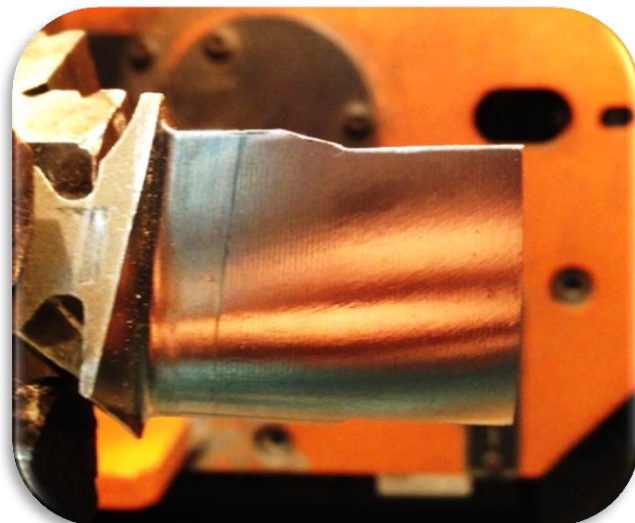
Стабилизированное напряжение

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ЛОПАТОК КВД ЛАЗЕРНЫМ МЕТОДОМ

Перед проведением наплавки производится фрезеровка участка с дефектом для получения стандартной формы поверхности и упрощения процесса восстановления.

РЕЖИМЫ НАПЛАВКИ

№	Количество слоев	Мощность, Вт	Скорость, мм/сек	Расход порошка, г/мин	Зазор, мм
1	14 + 6	250	8,4	0,9	4
2	20	250	8,4	0,9	4
3	10	150–350	8,4	0,9	4–6



Закрепленная в оснастке лопатка КВД перед наплавкой



Отфрезерованная лопатка



Наплавленная лопатка



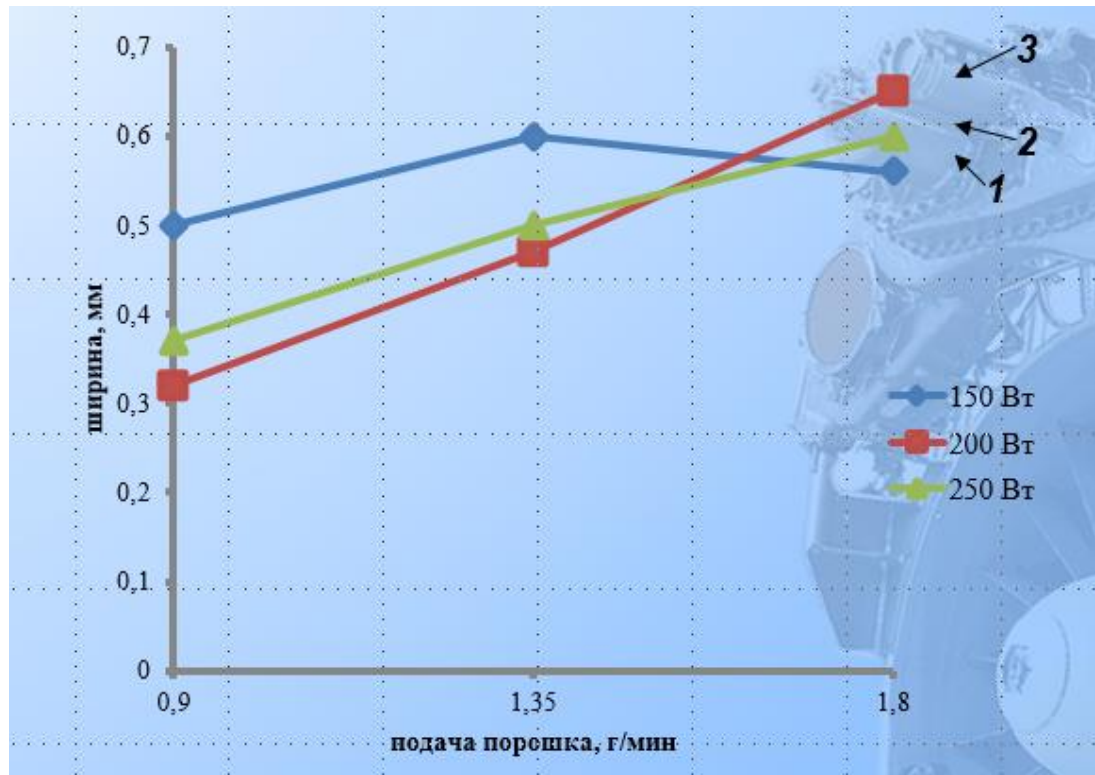
Наплавленная лопатка

Лопатка 4 ступени КВД для наплавки (материал ЭП718-ИД)

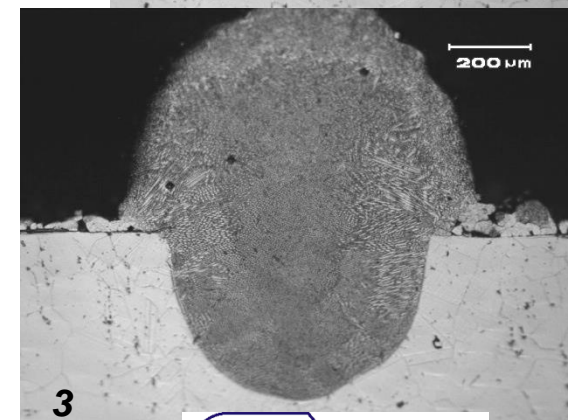
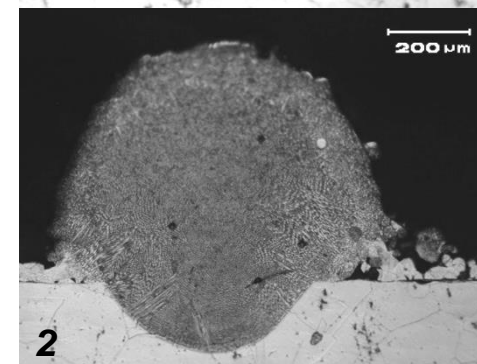
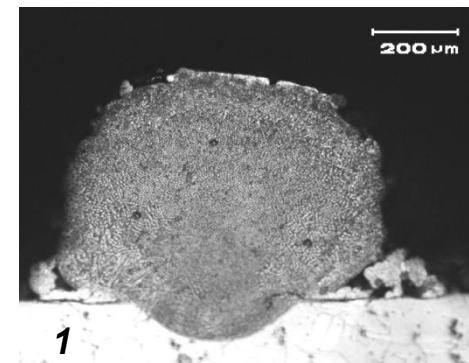
ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ. ХАРАКТЕР ФОРМИРОВАНИЯ НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА РАБОТЫ

В экспериментах используется:

- массовый поток порошка от 0,9 до 1,8 г/мин;
- давление аргона – 2 атм., поток аргона – 3 л/мин;
- порошок ЭП718, фракция 40-80 мкм.

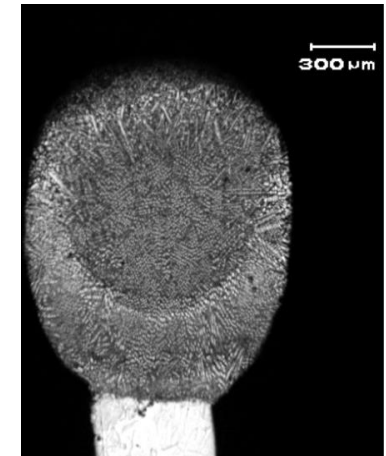
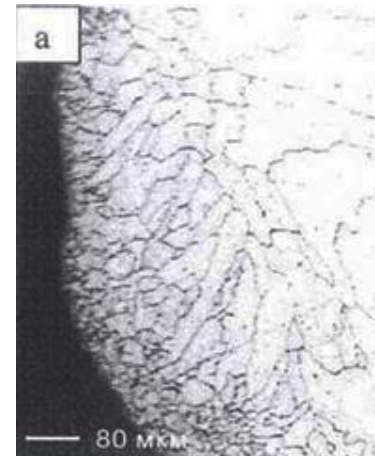


Зависимость ширины наплавленного валика от мощности и подачи порошка в наплавке при скорости 6,3 мм/с.

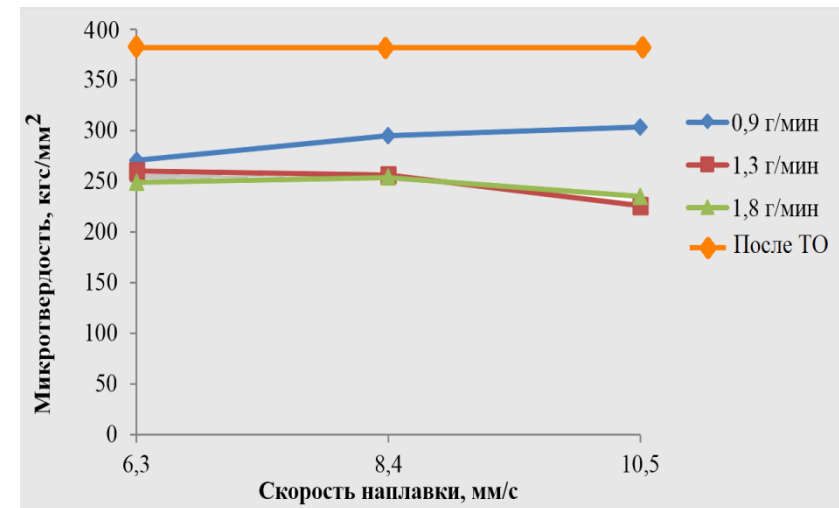


ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ МАШИНЫ МЛ7: РЕМОНТ ЛОПАТОК КВД

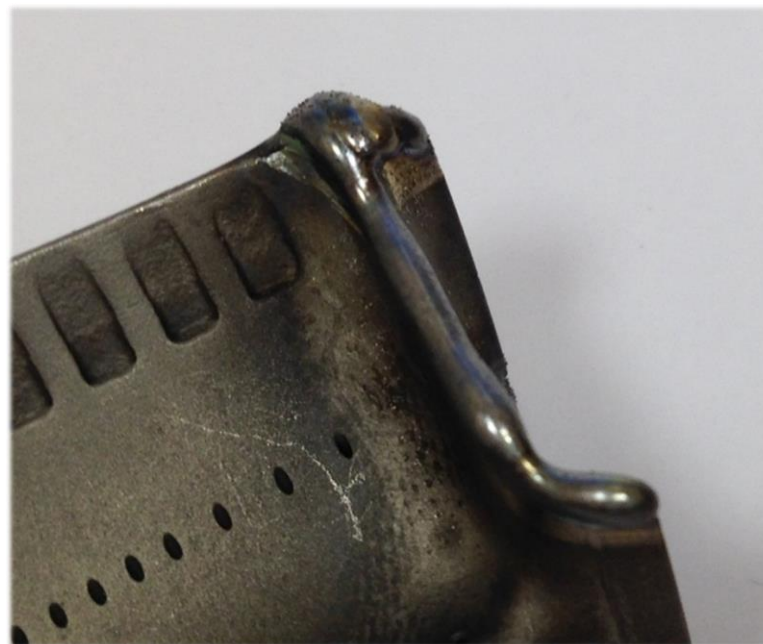
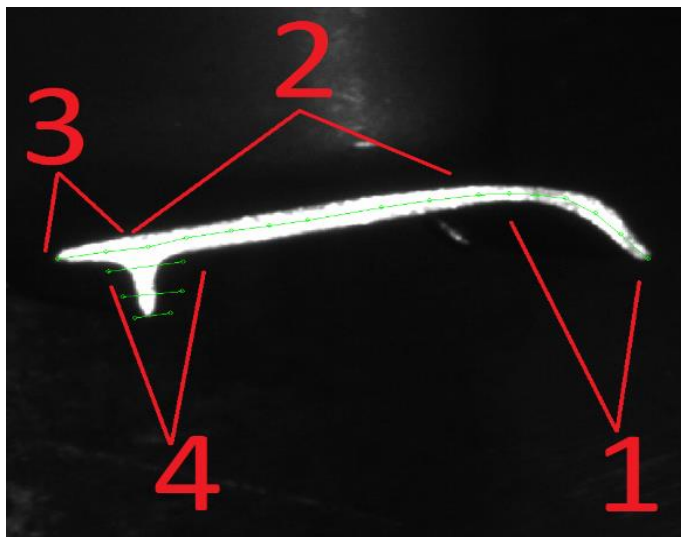
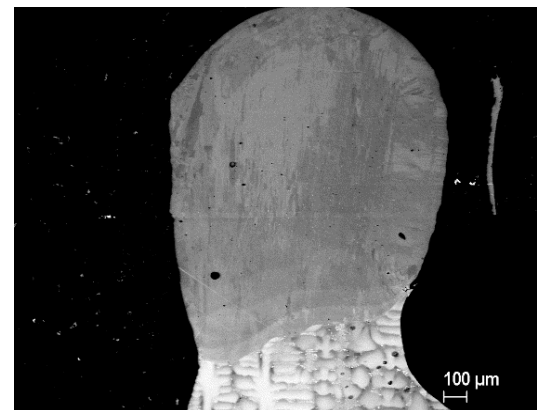
Для определения результатов наплавки были проведены металлографические исследования и рентгенографический контроль. Дефектов типа пор, трещин не обнаружено. ЗТВ по микрошлифу не отмечается. Микротвердость HV100 в сердцевине наплавки составляет ~395 кгс/мм² и соответствует основному материалу.



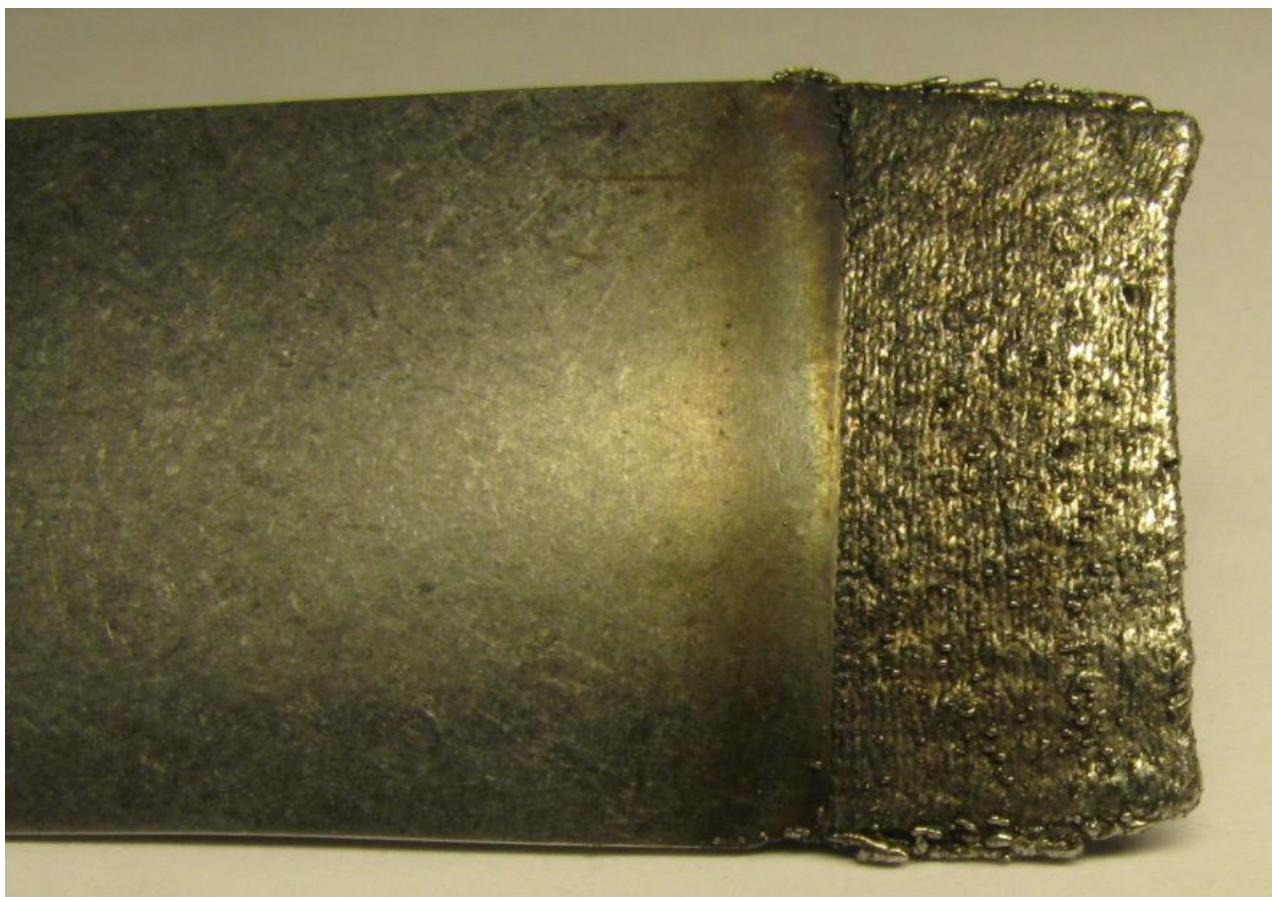
Микроструктура материала в зоне наплавки



Лазерная наплавка турбинной охлаждаемой лопатки

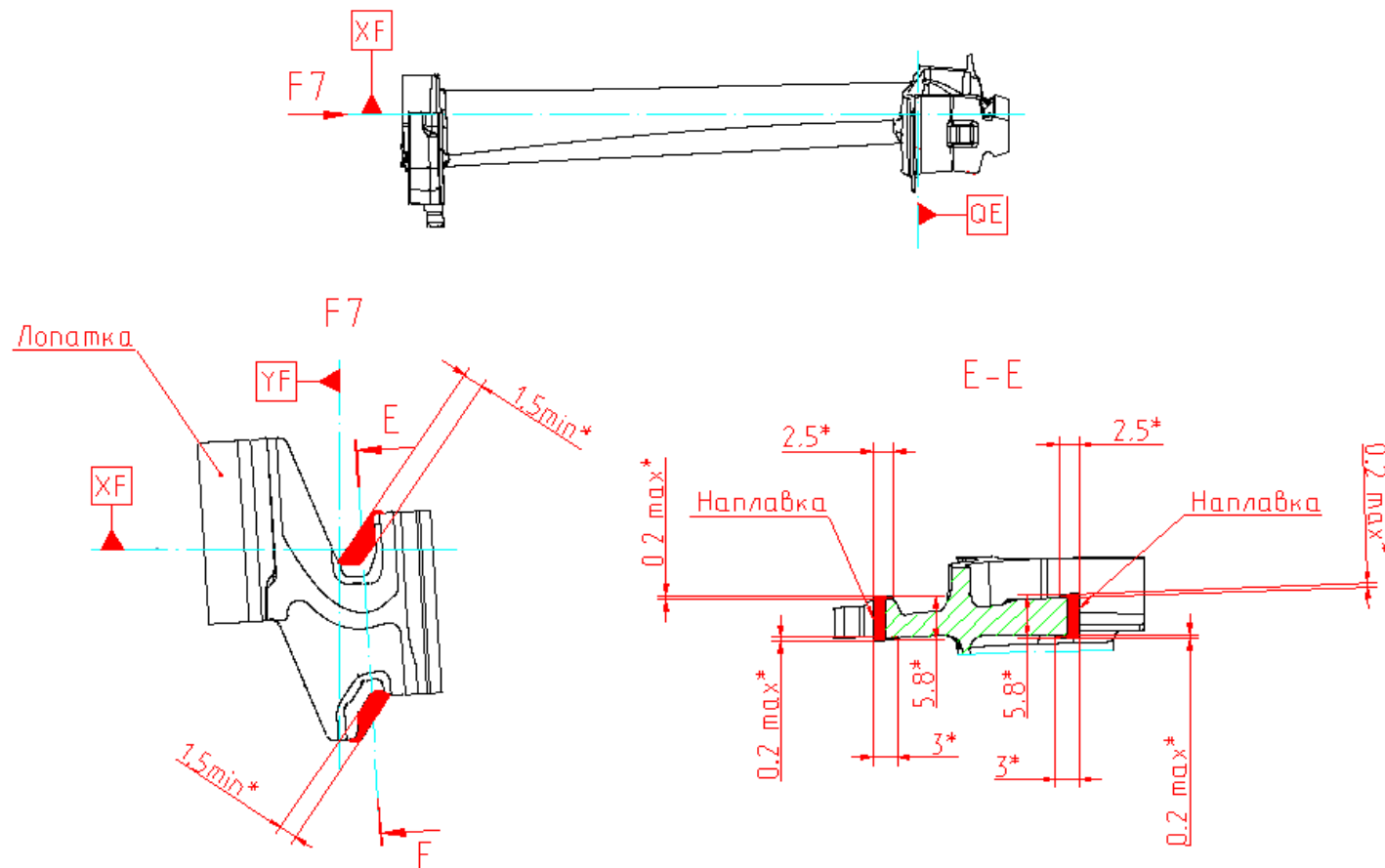


ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОСА ЛОПАТОК КВД НАПЛАВКОЙ ИМПУЛЬСНЫМИ И НЕПРЕРЫВНЫМИ ЛАЗЕРАМИ



ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ НАПЛАВКИ С МИНИМАЛЬНЫМИ
ПРИПУСКАМИ НА ОКОНЧАТЕЛЬНУЮ ШЛИФОВКУ И ДОВОДКУ

Разработка технологии и оборудования лазерной порошковой наплавки бандажных полок рабочих лопаток турбины 2 и 3 ст. LEAP-1B



* - Размеры для справок

Материал – NW12KCA + Hf. Структура – направленная кристаллизация.

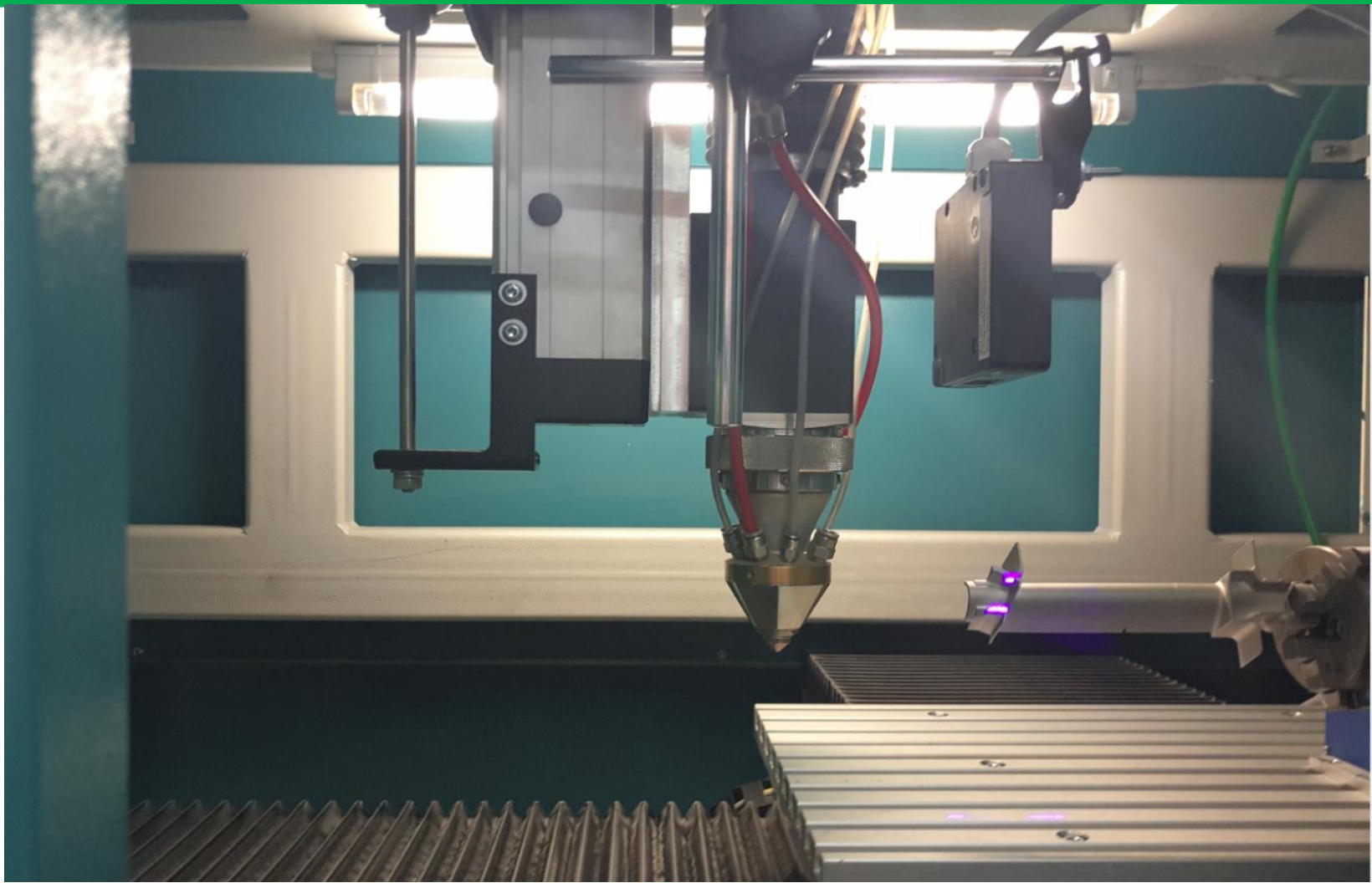
Наплав. материал: KC28WN (Stellite 694 W) с грануляцией 180-53 мкм или 45-25 мкм

Лазерный станок для экспериментальной отработки технологии ЛПН



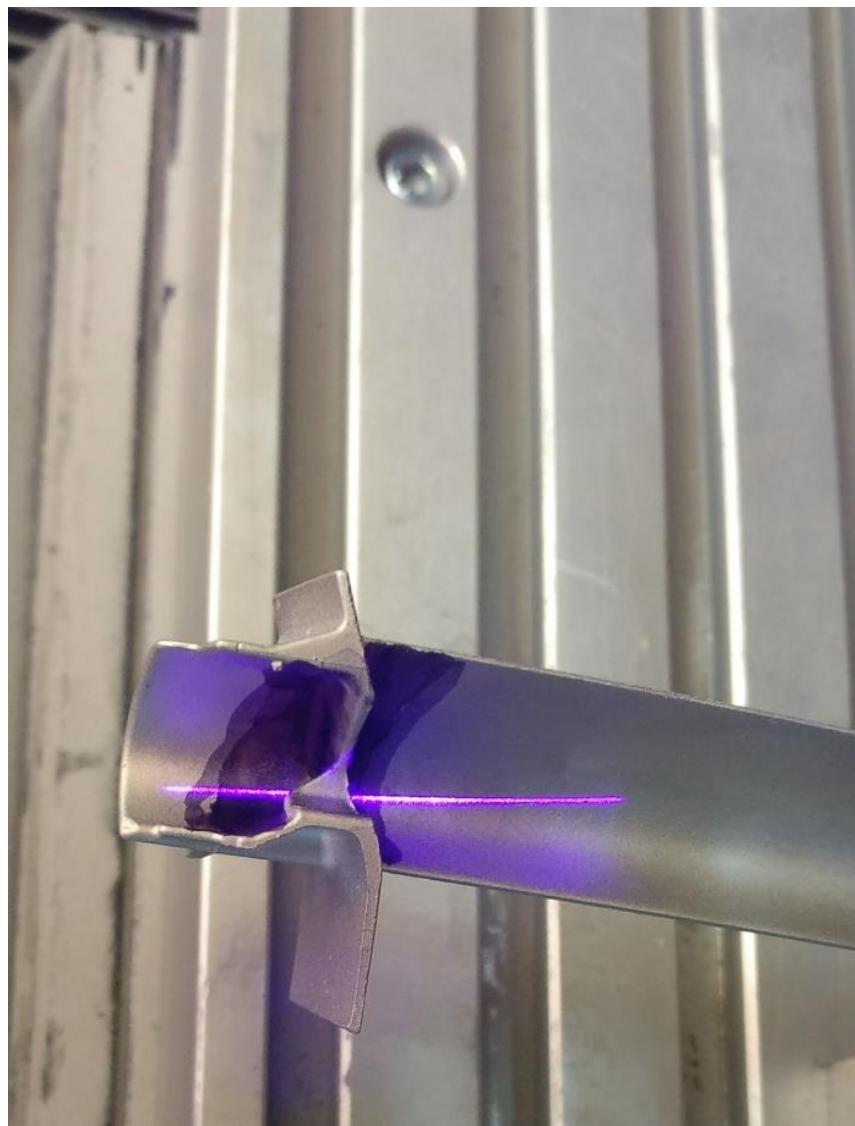
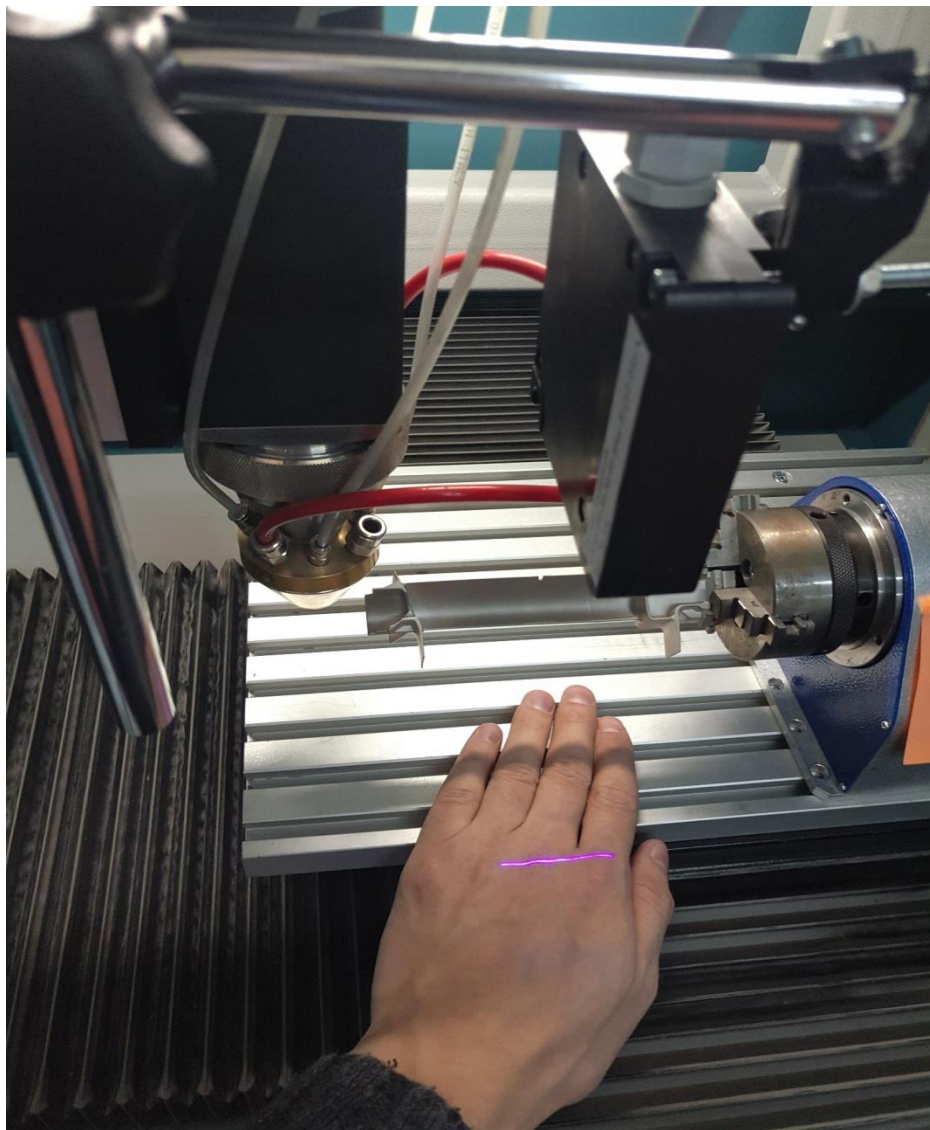
Рабочий ход (наибольшее перемещение) по осям "X-Y-Z", мм 400x300x250
Максимальная контурная скорость движения, мм/сек: 300-800 (линейные приводы)
Волоконные лазеры, мощность 1 кВт и 0,3 кВт

Лазерный стенд для экспериментальной отработки технологии ЛПН

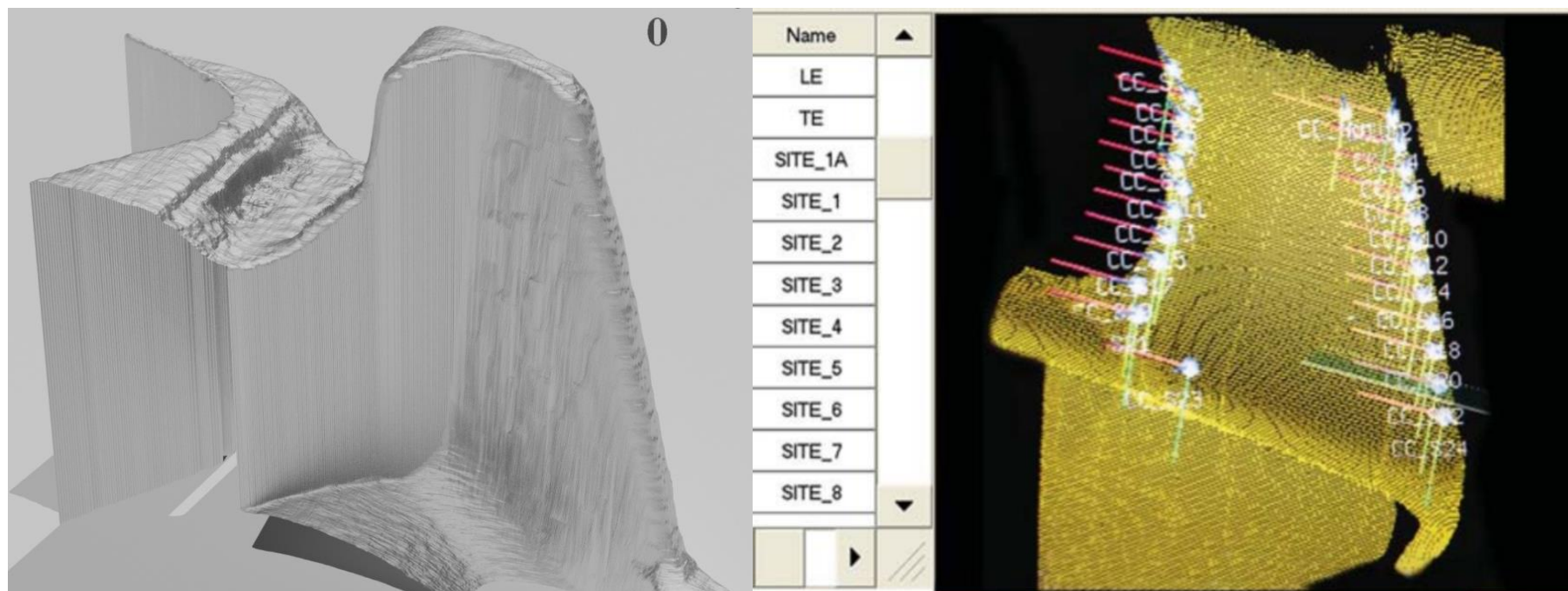


Продольной размещение в камере наплавочной головки, профилометра и поворотного устройства

Установка отечественного сканирующего профилометра LS2D-150/50 с излучением в УФ-диапазоне

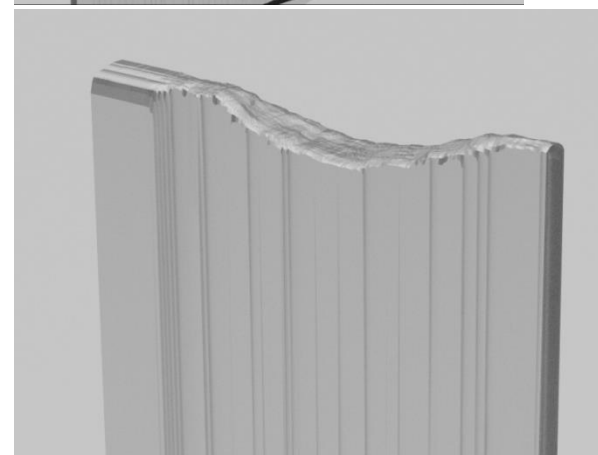
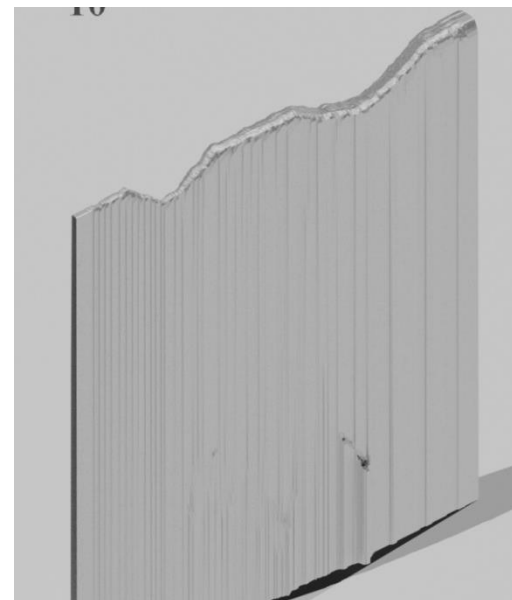


Профиль полки после цифровой фильтрации и медианного сглаживания



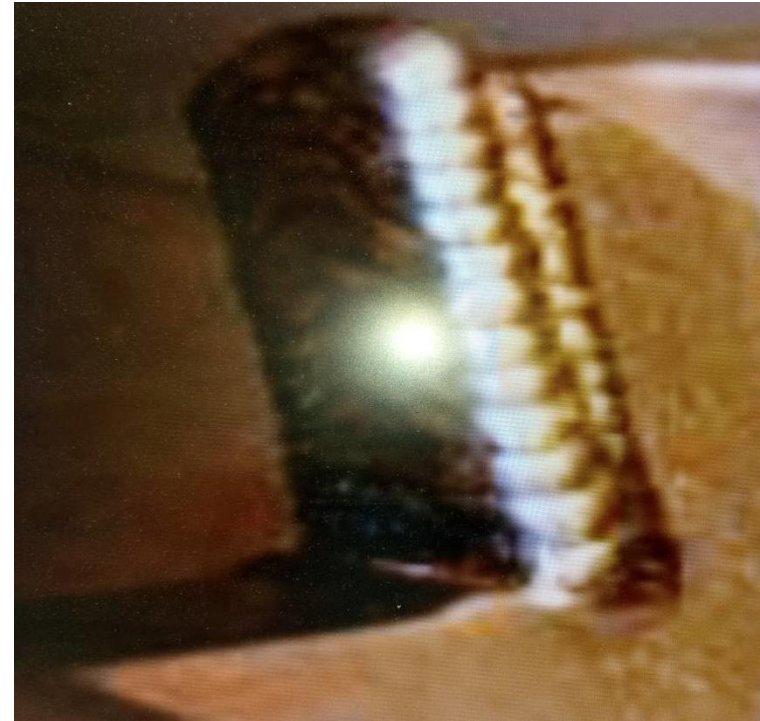
Полученные и отфильтрованные данные 3D-сканирования, представленные в координатах станка, позволяют построить опорные сечения, распознать характерные точки и вычислить профиль и ширину полки для сравнения с CAD-моделью и разработки стратегии наплавки. Задание допусков на размеры позволяет сразу же дефектовать детали с недопустимым браком.

Профилометрия ремонтируемой лопатки компрессора перед лазерным восстановлением методом ЛПН



Быстрый замер 3D-профиля и размеров забоин на ребре и пере компрессорной лопатки после цифровой фильтрации и сглаживания

Отработка и калибровка технологических приемов ЛПН на пластины-имитаторы



Материал пластин: 12X18H10T.

Наплав. материал: сталь 316L

07X18H12M2 и КХ30Н6ВС (Полема) с
грануляцией 180-53 мкм или 45-25 мкм

Спасибо за внимание!

Москва, Зеленоград, Георгиевский проспект д. 4, стр. 1
Тел./факс +7 499 731 20 19
www.laserapr.ru
sales@laserapr.ru

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: МЛ6



ООО НПЦ «Лазеры и Аппаратура ТМ» с 2013 г. ведут разработку базовой машины лазерного сплавления металлопорошков МЛ6-1. Опытный образец впервые представлен в мае 2016 г. на выставке «Металлообработка-2016».

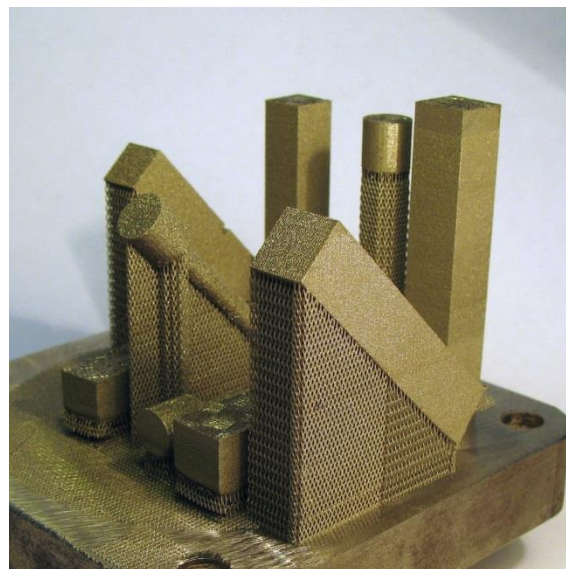
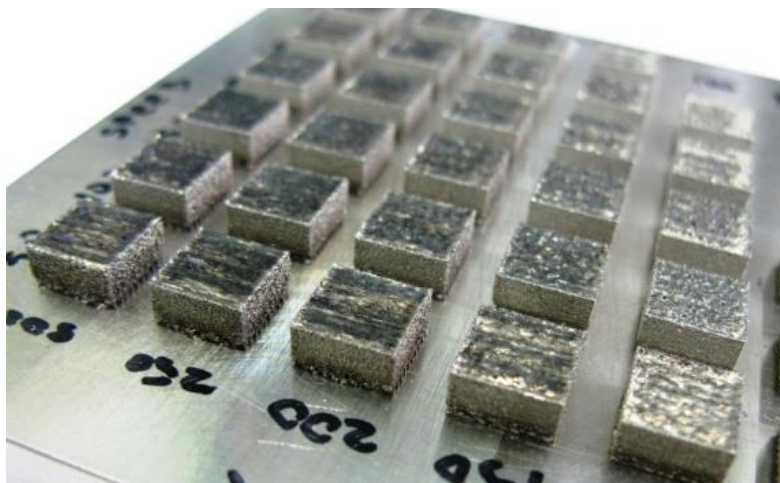
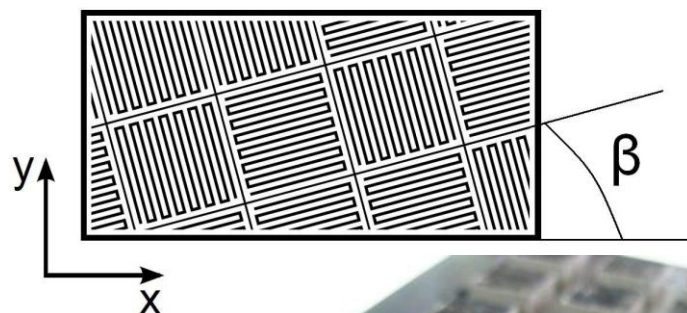
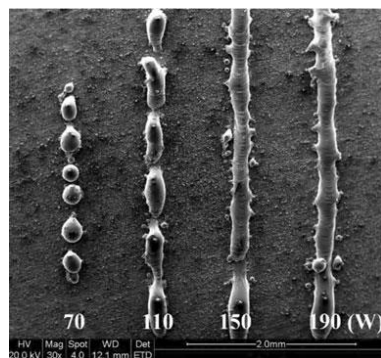
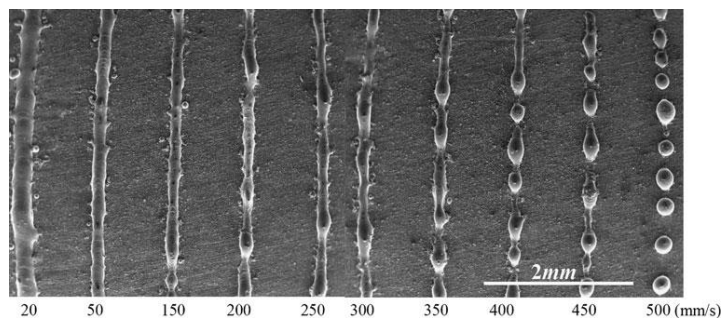
Технические характеристики комплекса могут варьироваться под нужды заказчика:

Эффективный объем построения – 100x100x200 мм; 60x60x200 мм; 210x210x200 мм.

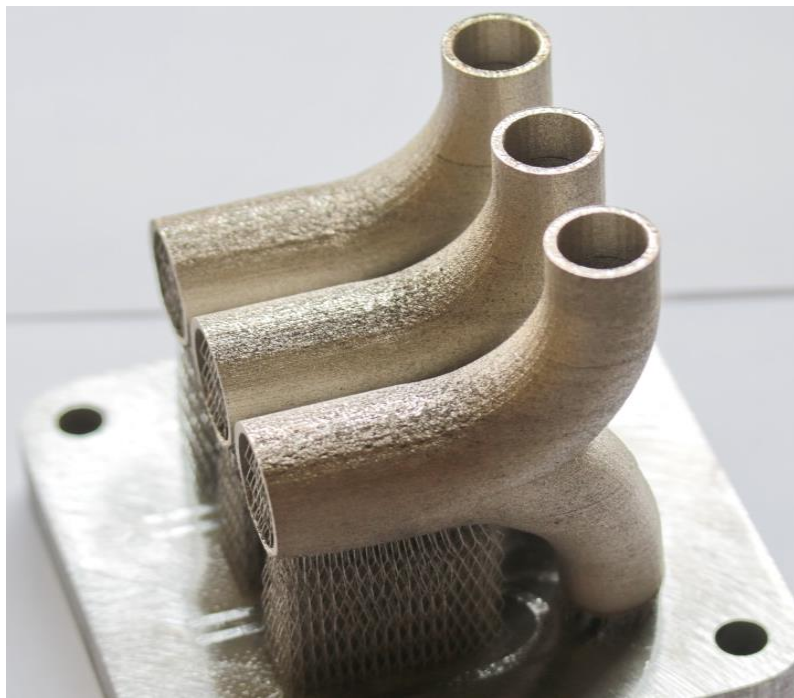
Скорость построения (зависит от материала и требований к параметрам изделия) - 0,5 — 3 см³/ час

Машина оснащена российским программным обеспечением и «открытыми» технологическими параметрами.

МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО МАТЕРИАЛА



ОБРАЗЦЫ ПРОБНЫХ ПАРТИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ



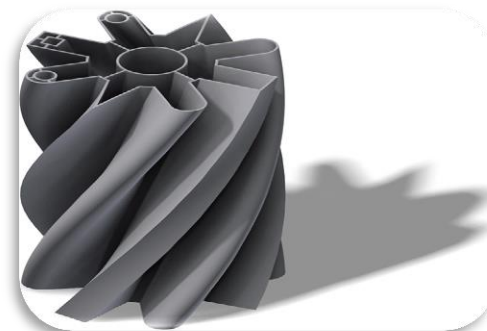
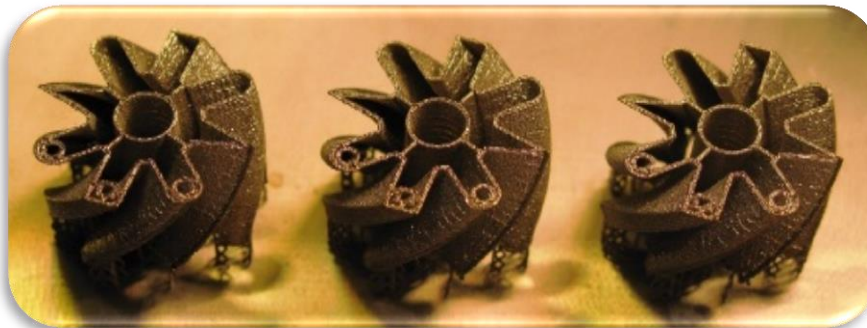
группа компаний

ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА

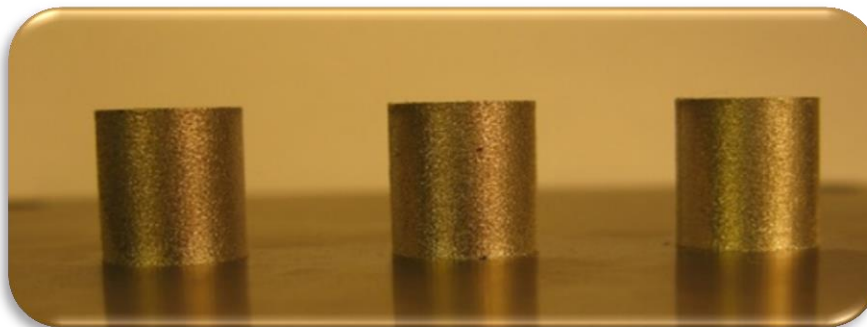
V Международный технологический форум «Инновации. Технологии. Производство» 16-18 апреля 2018.

ВЫБОР СТРАТЕГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ДЛЯ РАЗНЫХ ИЗДЕЛИЙ

ПОСЛОЙНОЕ
СПЕКАНИЕ
нержавеющая сталь



ТОНКОСТЕННЫЕ
ИЗДЕЛИЯ
нержавеющая сталь



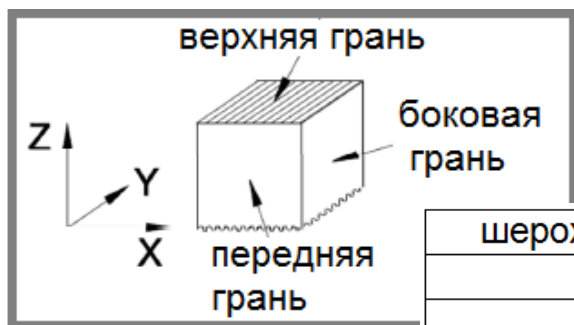
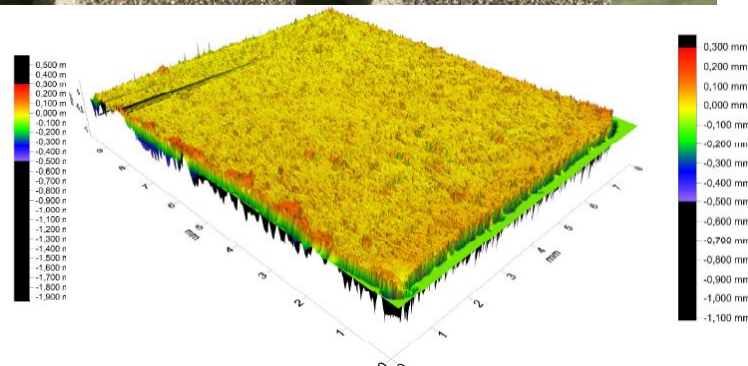
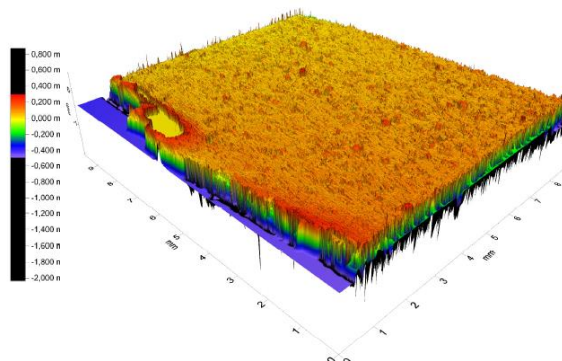
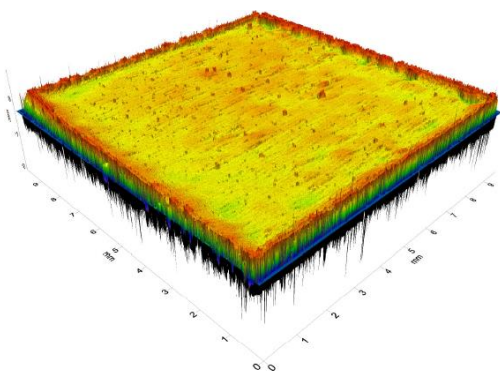
ЗАВИХРИТЕЛЬ
нержавеющая
сталь



МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БАЗОВЫХ ПАРАМЕТРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ ПОРОШКА

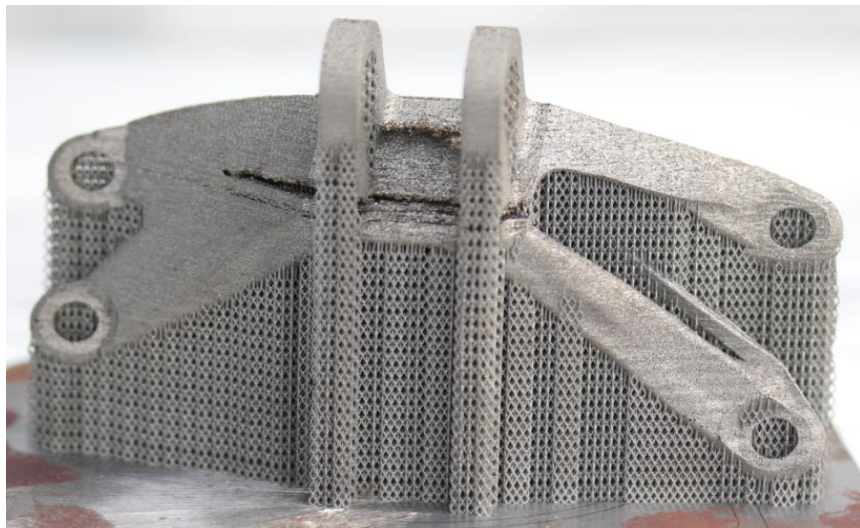
нержавеющая сталь 316L

- мощность лазера: 200 Вт
- скорость сканирования: 350 мм/сек
- расстояние между штрихами: 150 мкм
- толщина слоя: 30 мкм
- диаметр излучения лазера: 70 мкм

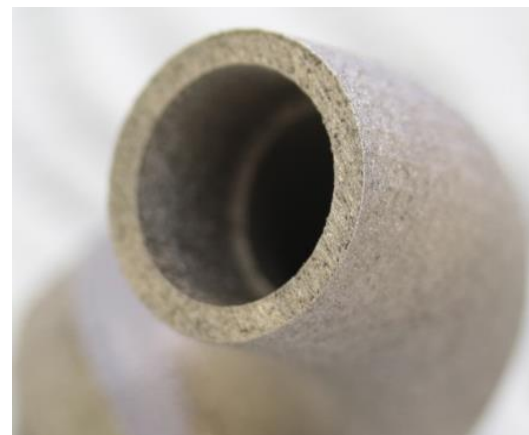
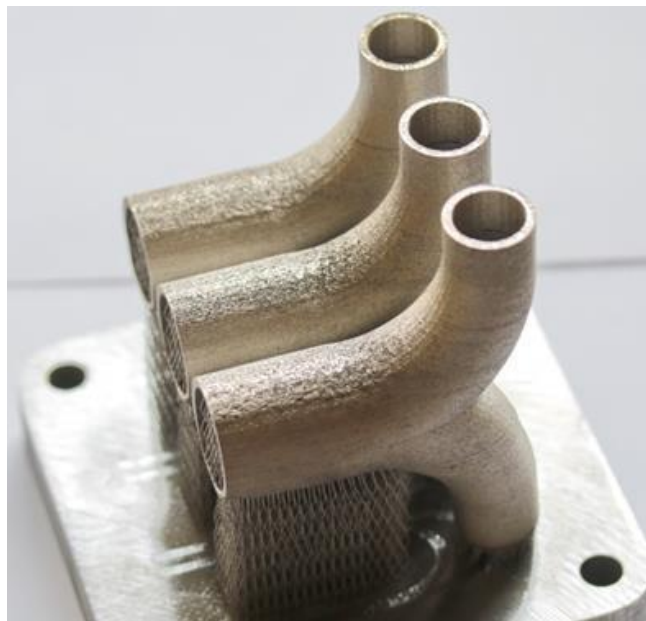


шероховатость	верхняя грань	боковая грань	передняя грань
Ra	0,00821 mm	0,01195 mm	0,01053 mm
Rz	0,06036 mm	0,10945 mm	0,09484 mm
Rmax	0,09432 mm	0,17980 mm	0,15413 mm
Sa	0,02455 mm	0,06255 mm	0,01623 mm

ДЕФЕКТЫ ИЗДЕЛИЙ ПРИ НЕПРАВИЛЬНОМ ПОДБОРЕ ТЕХНОЛОГИИ



ОБРАЗЦЫ «ПРАВИЛЬНЫХ» ИЗДЕЛИЙ





В сотрудничестве с ННГУ им. Лобачевского и по заказу ФПИ ведётся проект по изготовлению полиметаллических изделий



Результаты проекта:

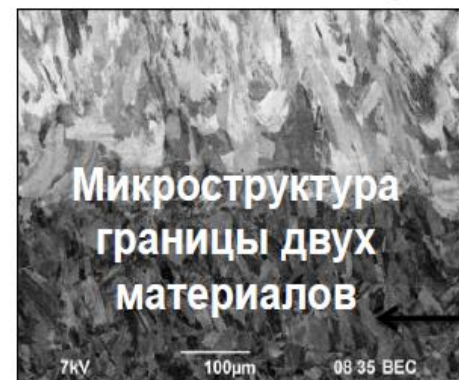
- создана технология аддитивного изготовления полиметаллических изделий сложной формы на основе 3D-CAD модели;
- получены математические модели свойств полиметаллических изделий, получаемых из композиций порошков различного состава лазерным сплавлением;
- создано специальное программное обеспечение для аддитивного изготовления полиметаллических изделий;
- разработан опытный образец установки МЛБ-3 для аддитивного изготовления сложных полиметаллических изделий.



«Шайба» из трех
чередующихся
материалов



Сплав Inc.718



ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЫНКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АДДИТИВНЫХ МАШИН СЕРИЙ МЛ6 и МЛ7

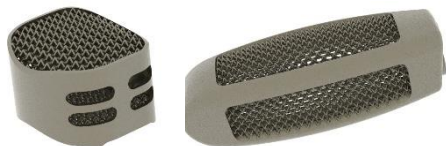
Двигателестроение



Авиа- и ракетостроение



Медтехника:
Импланты, эндопротезы



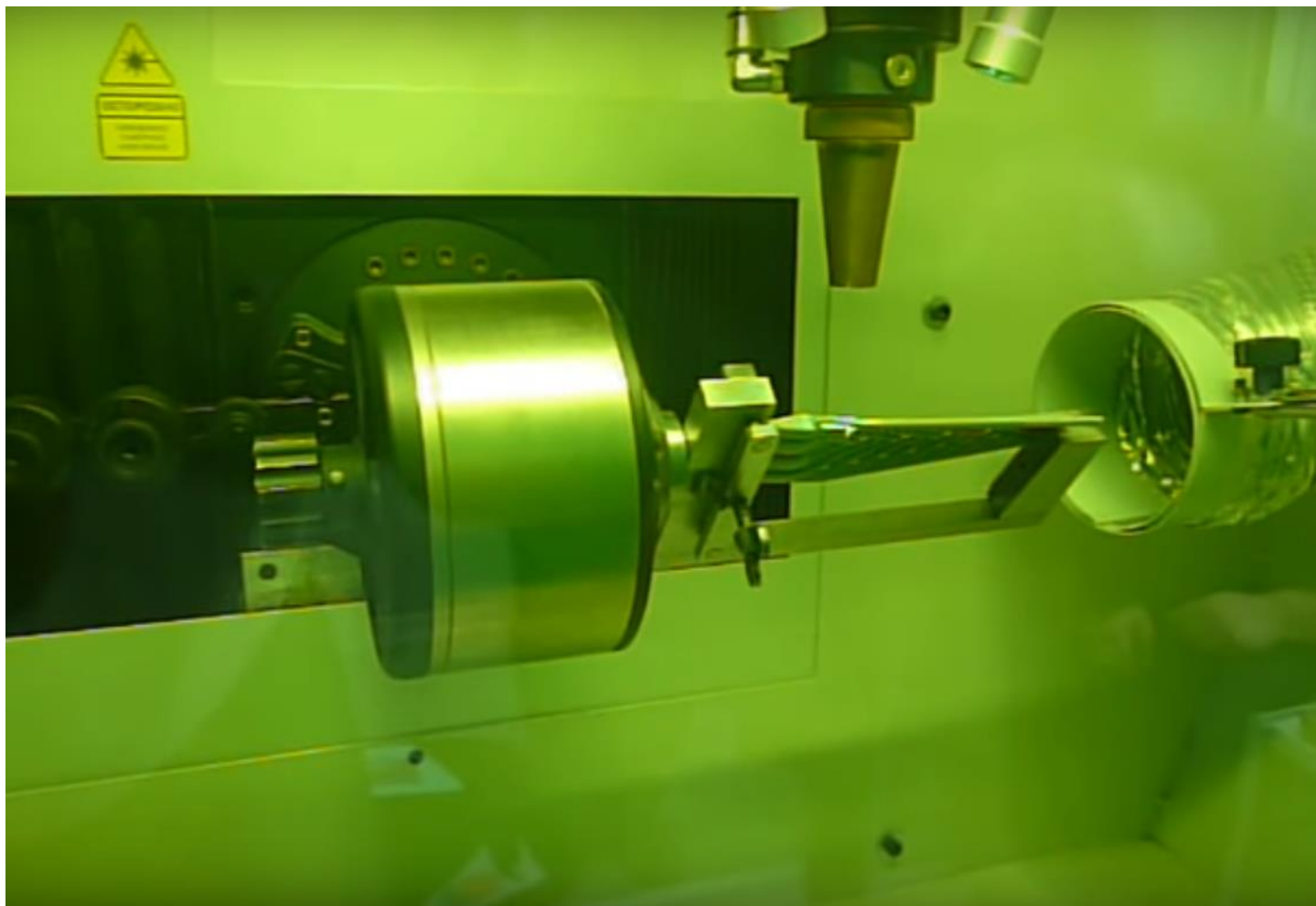
Приборостроение
и электроника



Ювелирное дело и дизайн



Приложение: машина СЛ5-150 для обработки керамических стержней



<https://www.youtube.com/watch?v=At2uxJVxTmg>

СЛ5-150

Спасибо за внимание!

Москва, Зеленоград, Георгиевский проспект д. 4, стр. 1
Тел./факс +7 499 731 20 19
www.laserapr.ru
sales@laserapr.ru

Приложение:
