

Лазерное оборудование для ремонта и восстановления деталей ГТД

**Черноволов Владимир
Главный конструктор**

18.04.2025 г.

Более
25 лет

опыт разработок и производства
промышленного оборудования

55

патентов
и свидетельств

Более
180

квалифицированных
сотрудников

820

млн. руб.

вложено в НИОКР в период
с 2021 по 2023 годы (компоненты,
технологии, оборудование)

Более
7000 м²

производственных
площадей в городах
Зеленоград и Рязань

Около
400

предприятий-заказчиков,
эксплуатирующих оборудование
нашего производства

Более
800

единиц оборудования для резки,
сварки, микрообработки и
аддитивных технологи внедрено

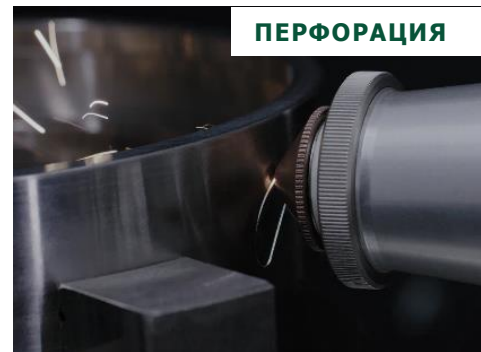
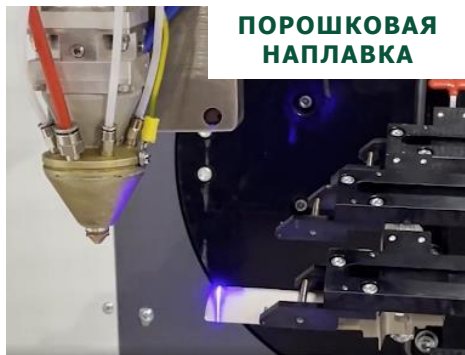
Более
80%

локализации оборудования
и компонентов

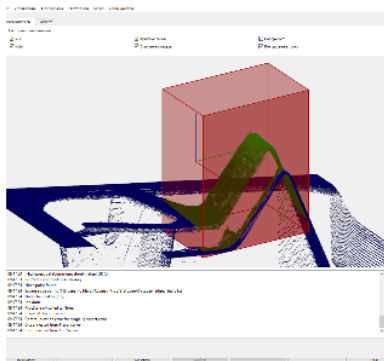
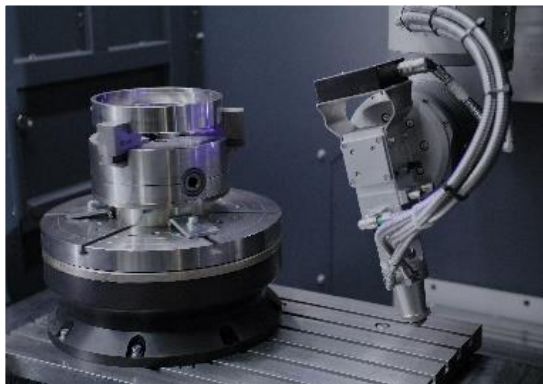


1998

2025



ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ



- › Совмещение систем координат изделия и инструмента
- › Высокая надежность оборудования
- › Машинное зрение – определение и восстановление 3D-геометрии;
- › Построение траектории для автоматической обработки без цифровой модели;
- › Автоматизация процесса (минимизация человеческого фактора, автоматическое построение стратегии обработки);
- › Большой диапазон размеров обрабатываемых изделий (от 30 мм до 1800 мм);
- › Универсальность оборудования, большое разнообразие внедряемых технологий;
- › Заготовки и изделия сложной формы, необходимость пятикоординатной обработки.

НАГРЕВ → ПЛАВЛЕНИЕ			ПЛАВЛЕНИЕ → ИСПАРЕНИЕ			
Наплавка порошковая	Наплавка проволокой	Сварка	Резка	Перфорация	Доводка стержней	Снятие керамики, формирование диффузоров
✓	✓	✓				
	✓	✓	✓			
			✓	✓		
				✓	✓	✓



МЛ7



МЛК4-С



СЛ580



СЛП520



СЛП530

МЛК4-С

Назначение: сварка,правка проволокой

Внедрено на



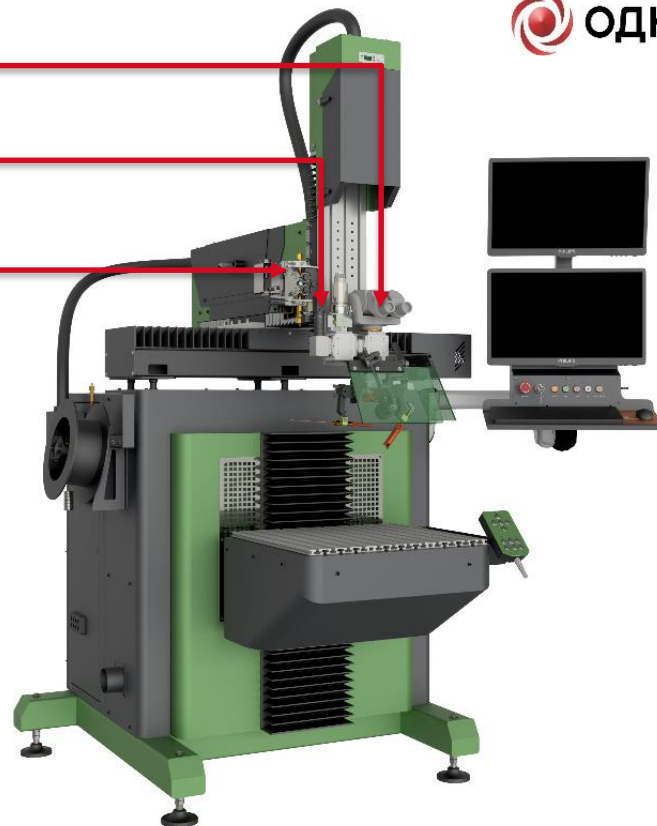
Особенности:

- › Работа в ручном и автоматическом режиме
- › Возможность вмешательства оператора при работе в автоматическом режиме
- › **Возможность работы вне рабочего стола**
- › Автоматизированный податчик проволоки (управление подачей синхронизировано с движением)
- › Возможность автоматизации обработки без цифровой модели изделия

Эргономичная
бинокулярная насадка

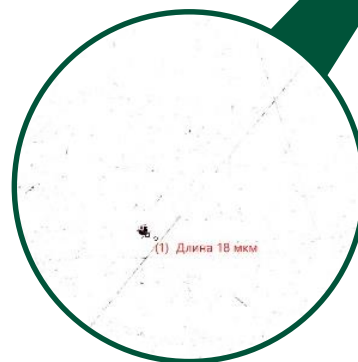
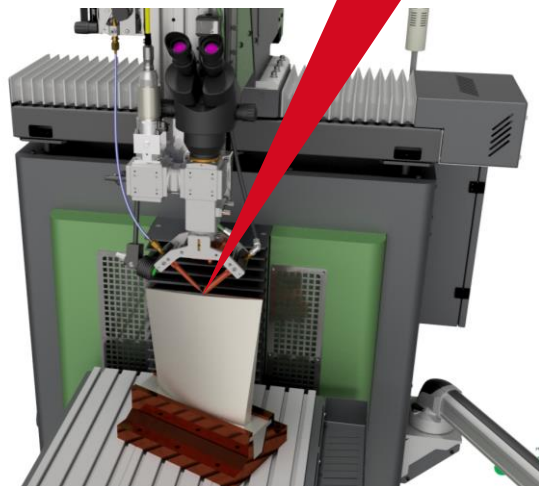
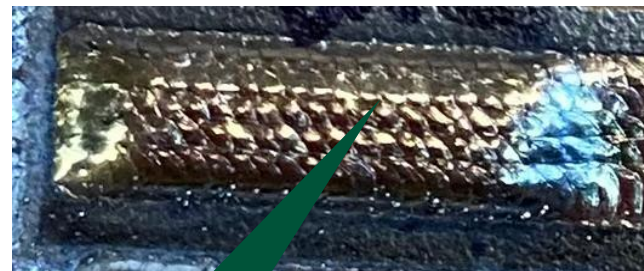
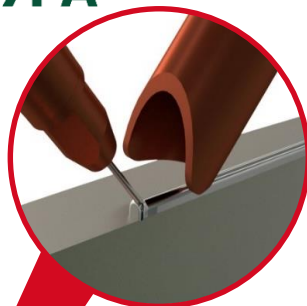
Соосный видео канал

Автоматизированный
податчик проволоки



Параметр	Значение
Тип генератора	Лазер QCW до 600 Вт
Габариты обрабатываемой детали	600x500x700 мм или Ø300x300 мм
Интерполяция	3+1
Число осей	5
Машинное зрение	Профилометр, видеоканал

**ПРОВОЛОЧНАЯ
НАПЛАВКА**



**ПОПЕРЕЧНОЕ
СЕЧЕНИЕ НАПЛАВКИ**

**18
МКМ**

Максимальный
размер пор

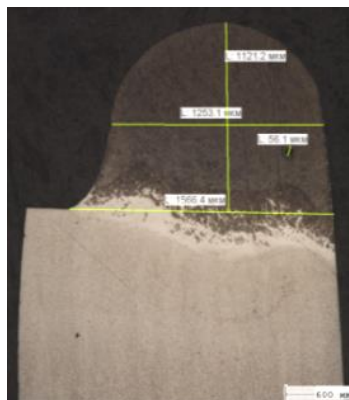
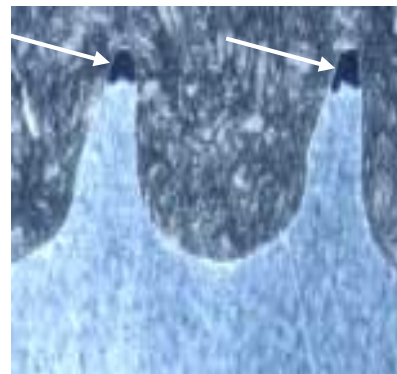
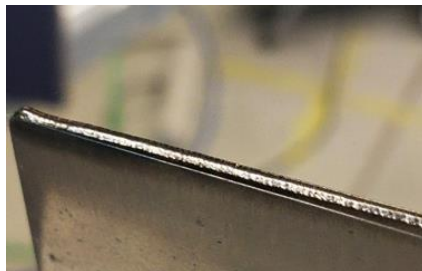
ВТ-1

Материал

**0,5
ММ**

Толщина проволоки

- Лазерная наплавка на торцах пера лопаток в автоматическом режиме присадочной проволокой ВТ1-00 (Ø 0,5 мм) ГОСТ 27265-87
- Импульсная лазерная наплавка сплавов на основе титана и кобальтовых сплавов для восстановления наружных и внутренних диаметров гребешков лабиринтов, восстановления размера замка



Особенности:

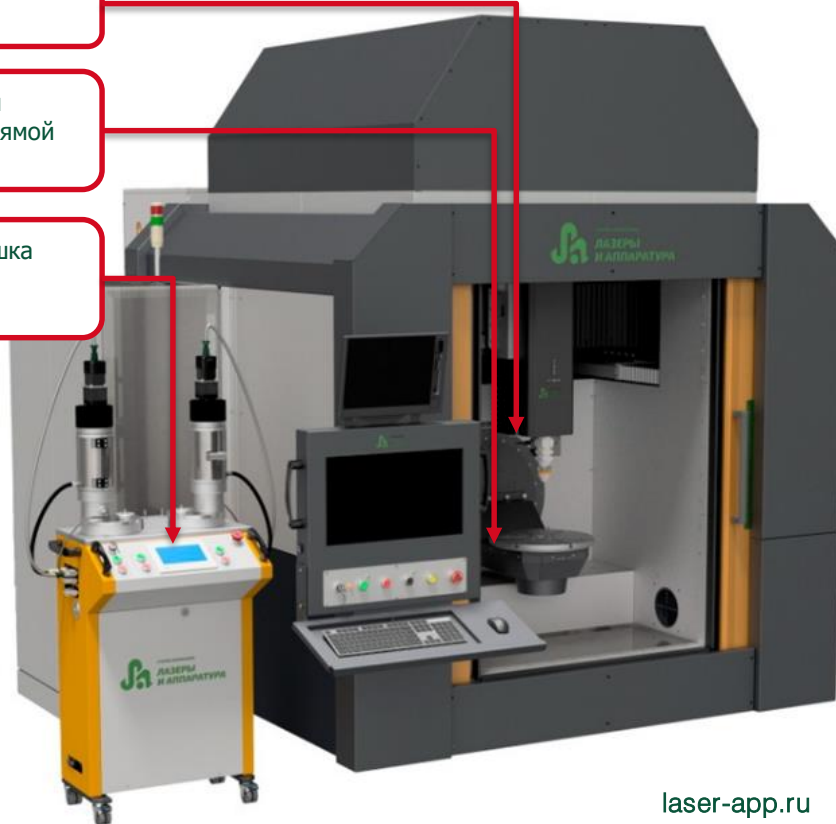
- › Кинематическая система на линейных двигателях
- › **Функция восстановления 3D геометрии**
- › Автоматизация расчета стратегии наплавки с возможностью корректировки процесса оператором
- › 4х канальный распределитель порошка

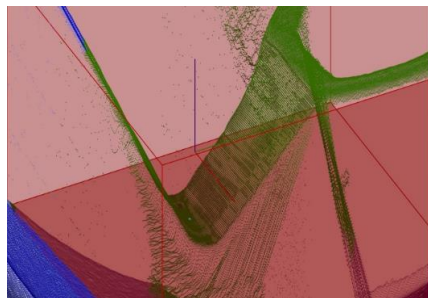
Система логирования процесса

Глобусный стол динамичный прямой привод

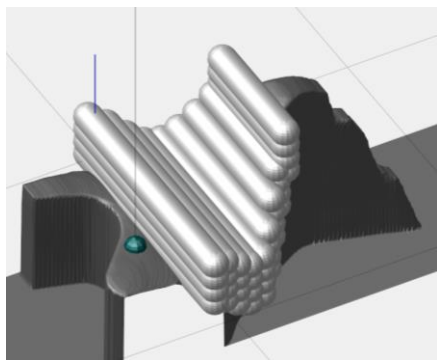
Питатель порошка собственного производства

Параметр	Значение
Тип генератора	Лазер CW
Габариты обрабатываемой детали	Ø400x400 мм
Точность/повторяемость	20/10 мкм
Одновременная интерполяция	5 координат
Число осей	5
Возможности обмера	Профилометр, видеоканал логирования процесса





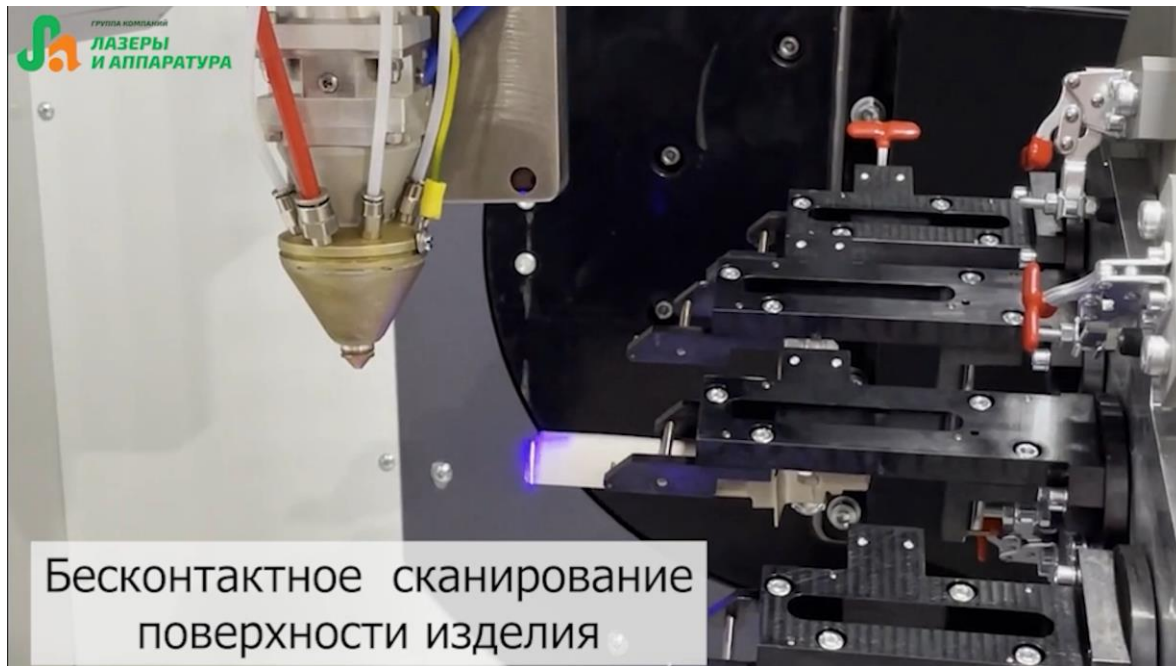
Стратегия обработки



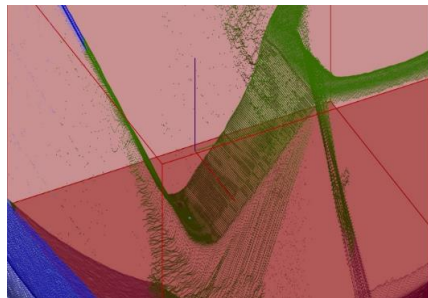
МЛ71

Назначение: направка порошком, сварка

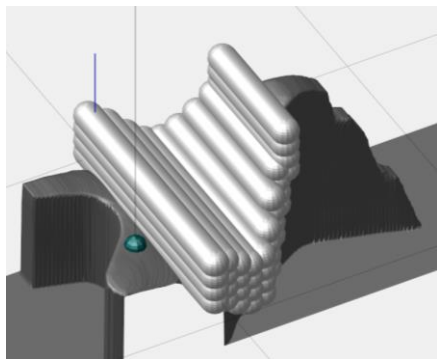
Работы
проводились
на



**Сканирование
зоны интереса**



Стратегия обработки

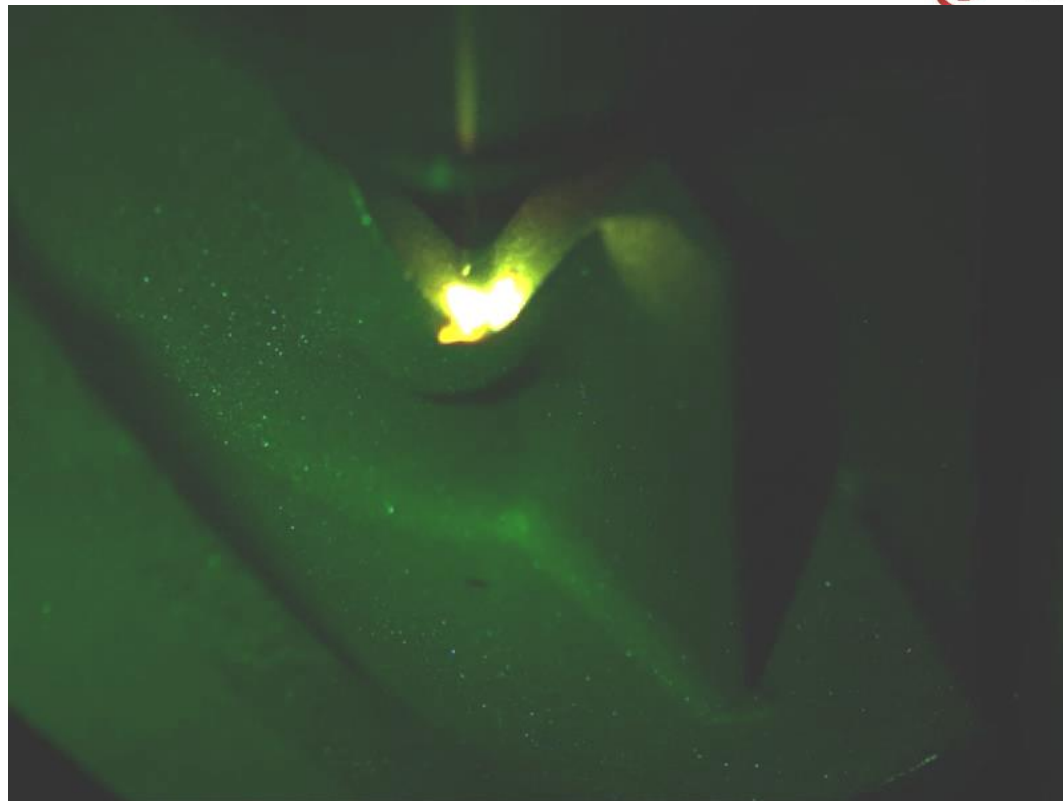


МЛ71

Назначение: направка порошком, сварка

Работы
проводились
на

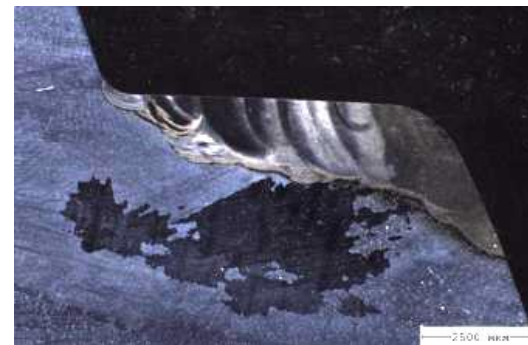
 **ОДК** | САТУРН



Порошковая наплавка сектора СА 2, 3 ступени

Материал детали:
ВЖЛ12У-ВИ.

Наплавляемый материал:
ПР-КХ28В20Н5Ф.



Наплавка по торцу пера рабочей лопатки 1 ст.

Материал детали:
ХН58КВТЮМБЛ-ВИ
(ЧС70-ВИ, СН25-ВИ)

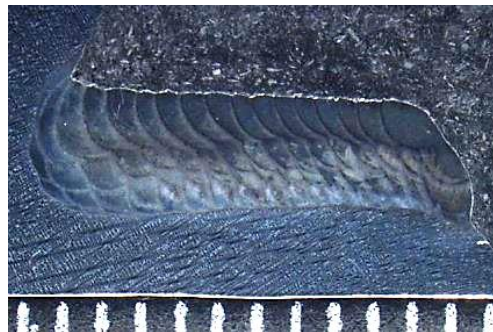
Наплавляемый материал:
ПР-КХ28В20Н5Ф



Порошковая наплавка рабочей лопатки 1 ст.

Материал детали:
ЖС32.

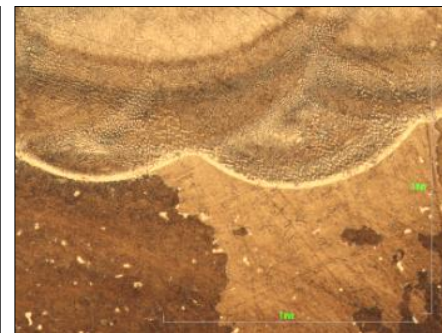
Наплавляемый
материал:
ПР-KX28B20H5Ф.



Наплавка рабочей лопатки 3 ст. ТНД

Материал детали:
NK15CaTu (IN100).

Наплавляемый
материал:
KC28WN (Stellite 694).



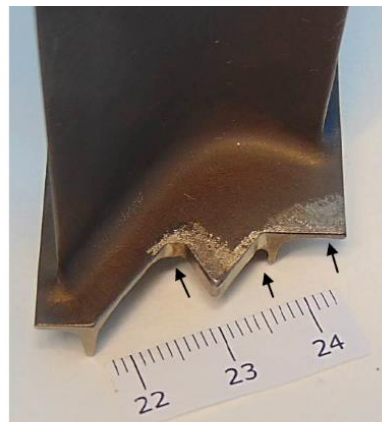
НАПЛАВКА ПОВЕРХНОСТИ БАНДАЖНОЙ ПОЛКИ ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ 4 СТ.

Материал детали:
ЖС6Ф-ВИ.
Наплавляемый
материал:
ПР-КХ28В20Н5Ф

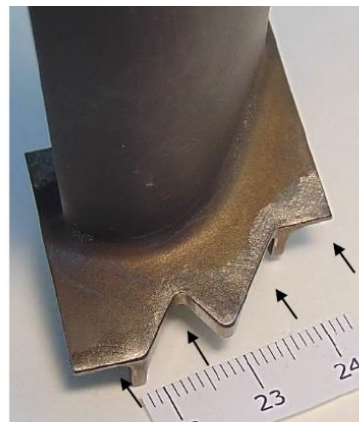


НАПЛАВКА ПОЛНОГО ЗИГА

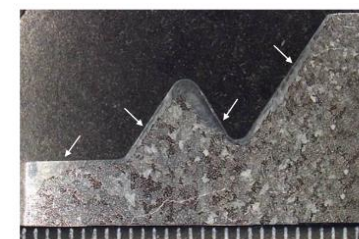
Восстановление полной
длины зигов бандажных
полок РЛ ТНД методом ЛПН.
Материал детали: NK15CaTu.
Наплавляемый материал
RC28WN (Stellite 694).



со стороны «корыта»



со стороны «спинки»



а) со стороны «корыта»



б) со стороны «спинки»

Особенности:

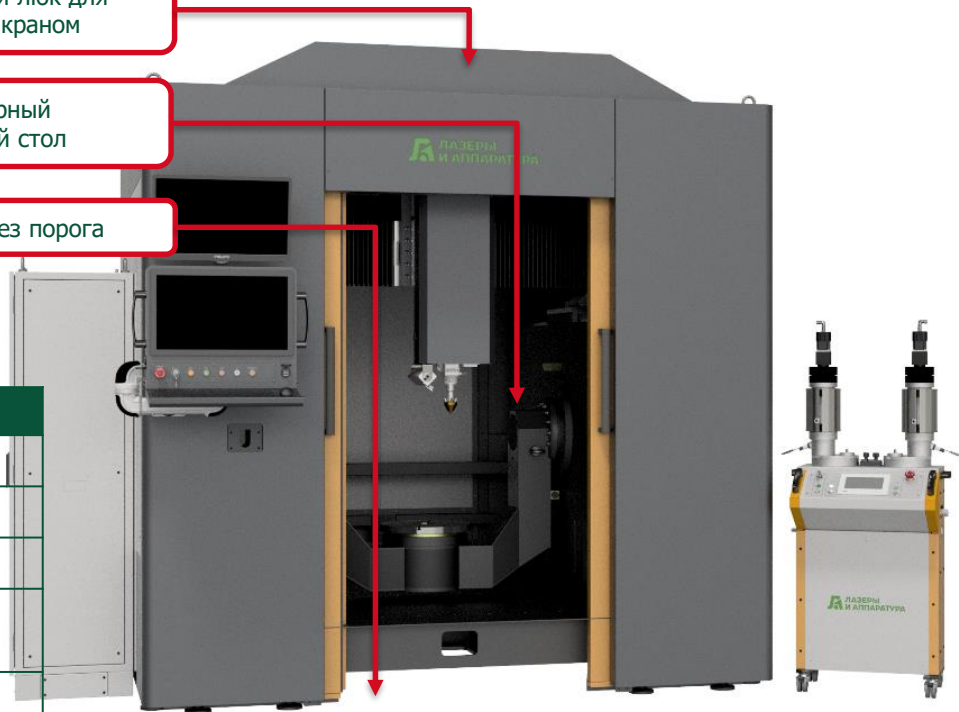
- › Кинематическая система на линейных двигателях
- › **Грузоподъёмность до 300кг**
- › Функция восстановления 3D геометрии
- › Автоматизация расчета стратегии наплавки с возможностью корректировки процесса оператором
- › 4х каналный распределитель порошка
- › 2х каналный порошковый питатель

Сдвижной люк для загрузки краном

Двух опорный глобусный стол

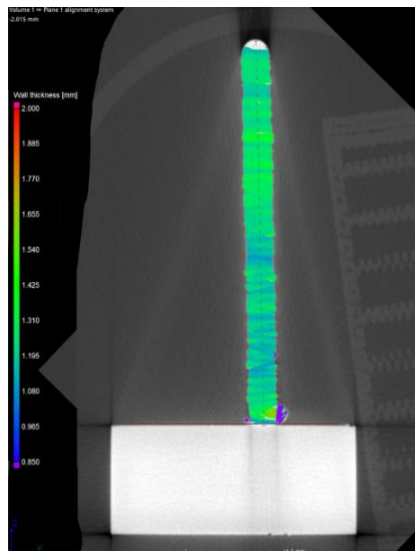
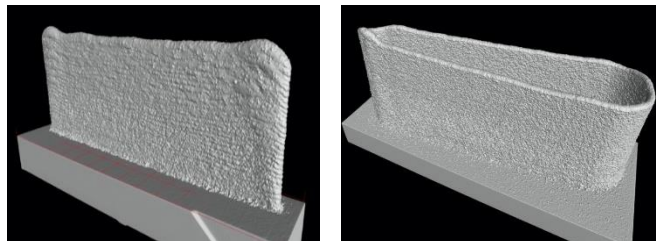
Кабина без порога

Параметр	Значение
Тип генератора	Лазер CW
Габариты обрабатываемой детали	Ø600x800 мм
Точность/повторяемость	20/10 мкм
Одновременная интерполяция	5 координат
Число осей	5
Возможности обмера	Профилометр, видеоканал логирования процесса



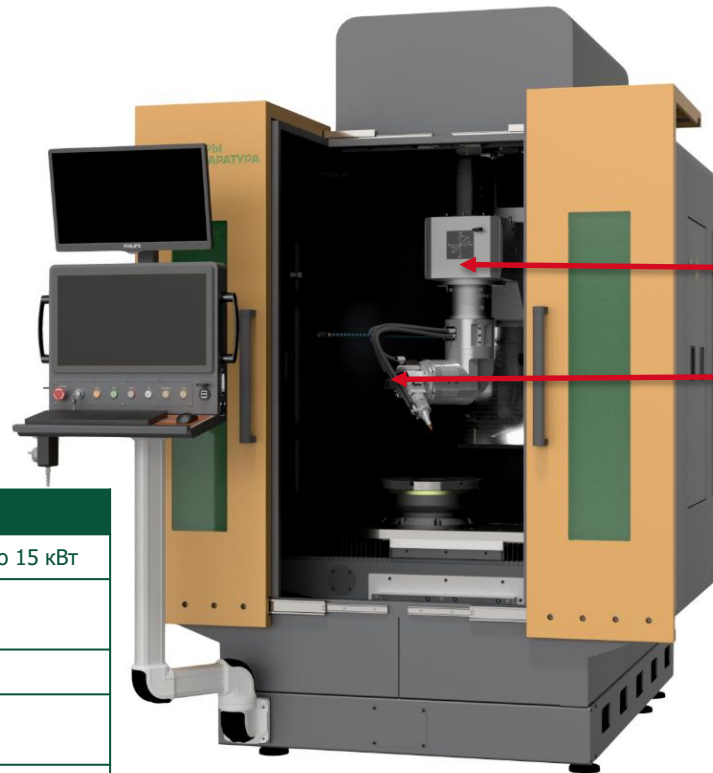
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПЕРА ЛОПАТКИ

Материал детали: PWA 1483 SC
Наплавляемый материал: IN738, IN625



Особенности:

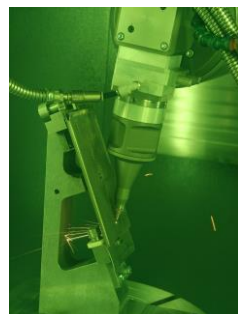
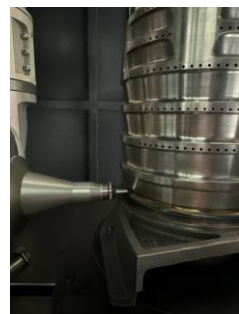
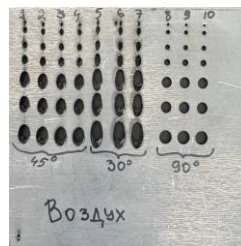
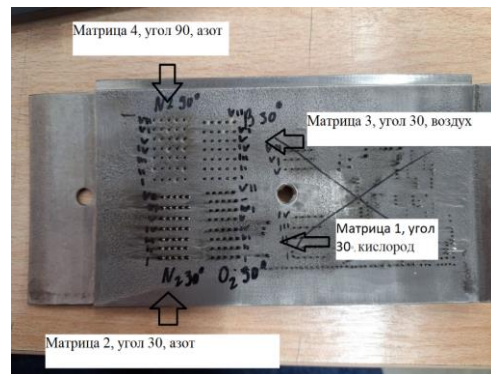
- › Одновременная пятикоординатная интерполяция
- › Заводская калибровка осей линейных перемещений интерферометром
- › Машинное зрение нулевого базирования (совмещение СК станка и изделия)
- › **Эргономичный универсальный моноблок**
- › Коррекция 3D-геометрии
- › Возможность работы со сменными рабочими головками
- › Совместимость с Siemens NX



Двухосевая головка
со сменными
насадками

Профилометр

Параметр	Значение
Тип генератора	Лазер волоконный CW, QCW до 15 кВт
Габариты обрабатываемой детали	600x400x500 мм или Ø400x500 мм
Точность / повторяемость	20/5 мкм
Интерполяция Число осей	5 координат 6
Возможность обмера	Профилометр, видеоканал



Параметр	Трепанация (вырезка)
Диаметр отверстия	0.3-10 мм
Макс. Толщина	10 мм
Аспектное отношение	
Время на 1 отверстие	1-20 с
Измененный слой	от 25 мкм

10⁶
мсек...нс



Плавление
с испарением

0.6⁺-0.06^{0.12}

Диаметр отверстий

не более
Ra12,5

Шероховатость

45-50 мкм

Измененный слой

30°

Угол наклона к нормали поверхности обрабатываемого образца



ОДК

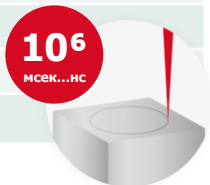
УМПО



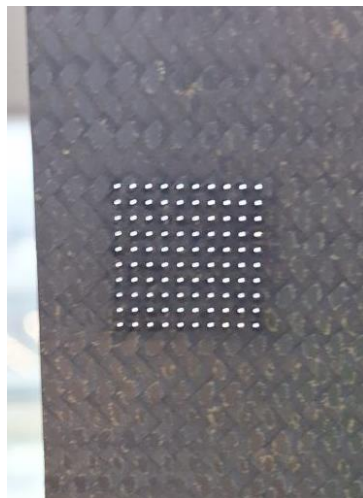
ОДК

САТУРН

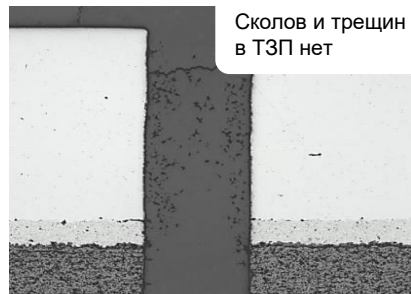
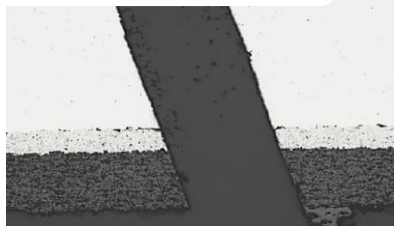
Параметр	Трепанация (вырезка)
Тип лазера	Волоконный QCSW
Диаметр отверстия	0.3-10 мм
Макс. Толщина	10 мм
Аспектное отношение	
Время на 1 отверстие	1-20 с
Измененный слой	от 25 мкм



Плавление
с испарением



Лазерная перфорация
металл+ТЗП, Ø 1 мм



Сколов и трещин
в ТЗП нет

Особенности:

- › Углы отверстий от 10° до 90°
- › **Автоматический поиск запыленных отверстий**
- › Возможность определения отверстий в ручном режиме
- › Функция фрезерования диффузоров
- › Контроль выхода в полость
- › Интеграция с дополнительными устройствами в оптическом тракте (система вращения луча, устройства формирования и изменения профиля пятна)
- › Совмещение двух инструментов на одной кинематике

Лазерный и эрозионный инструмент

Моноблок

Параметр	Значение
Тип генератора	Лазер пико- и фемтосекундный, QCW, генератор импульсов тока (электроэрозионная супердрель)
Точность/повторяемость	10/5 мкм
Габариты обрабатываемой детали	Ø200x300 мм, до 10 кг
Интерполяция Число осей	5 координат До 8
Возможность обмера	Профилометр, щуп, видеоканал

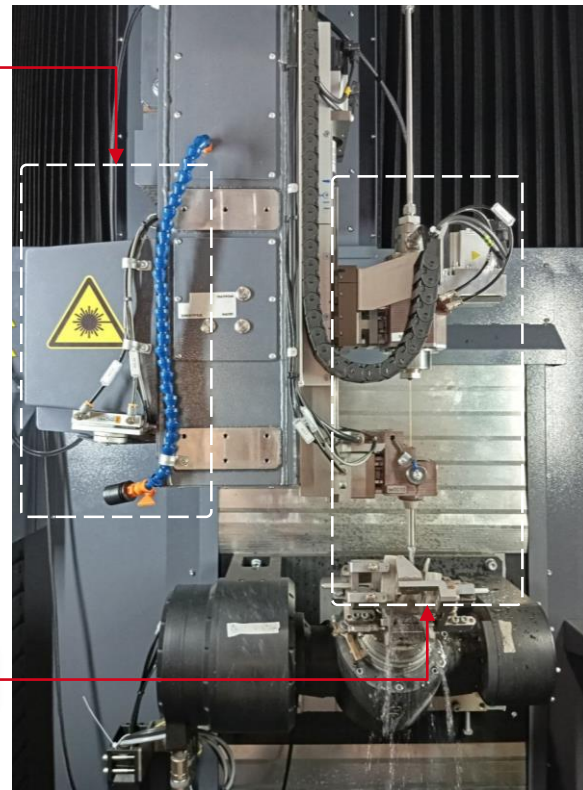


ОСОБЕННОСТИ:

- › Последовательная работа 2х инструментов на одной базе (Лазер + супердрель, Лазер + лазер)
- › Возможность работы только с 1 инструментом
- › Пятикоординатная интерполяция
- › Нулевое базирование
- › Диаметры электродов
- › Интеграция с дополнительными устройствами в оптическом тракте (система вращения луча, спектрометр, устройства формирования и изменения профиля пятна)
- › Совместимость с Siemens NX

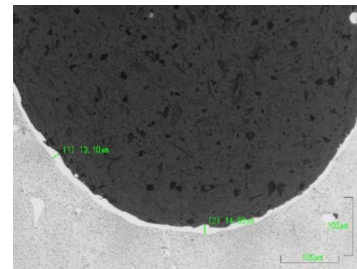
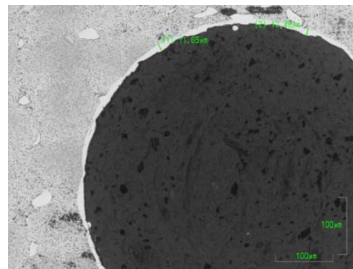
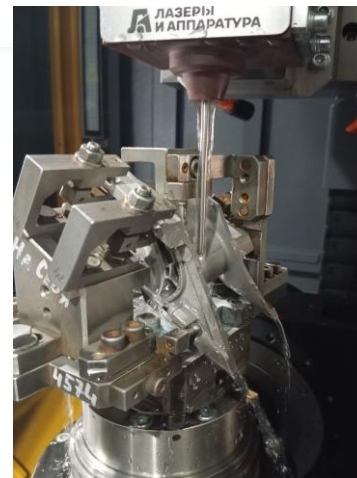
Гальваносканер
(лазер)

Супердрель (ЭЭ)



Обработка на СЛП530-С

Параметр	Электроэрозия	
	Перфорация	Формирование диффузоров
Глубина обработки	Диаметр к глубине до 1:100.	Оптимально не более 5x5x5 мм.
Металлография	Измененный слой 0.001 - 0.020 мм.	
Ra	Типичное значение Ra1.6-3.2	
Обрабатываемые материалы	Только электропроводящие	
Минимальный размер	$\varnothing \geq 0.150$ м Ограничен диаметром электрода	Форма зависит от диаметра электрода
Максимальный размер	$\varnothing \leq 7$ мм. Ограничивается мощностью генератора и размерами электродов.	Удаление больших объемов сложнее по контролю формы в виду повышенного износа электрода.
Расходники	Есть, качество влияет на результат обработки	



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ЛАЗЕРЫ
И АППАРАТУРА



ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ
«НПЦ ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА»



Спикер: Черновол Владимир



+7 (499) 390-90-86



Москва, Зеленоград, проезд 4922, д. 4, стр. 4



@laserapp



@laserapp