

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 технологии внедрено

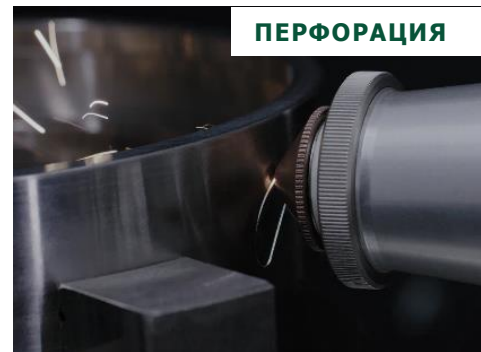
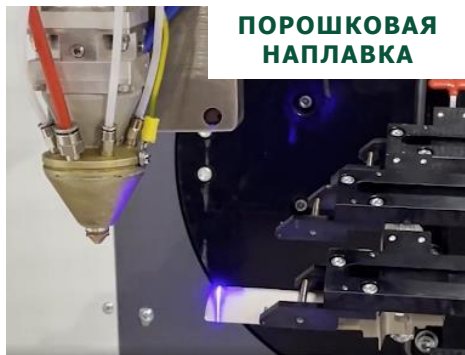
Более
80%

локализации оборудования
и компонентов

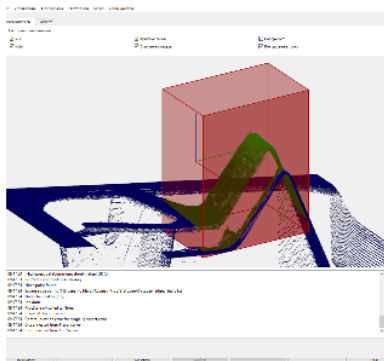
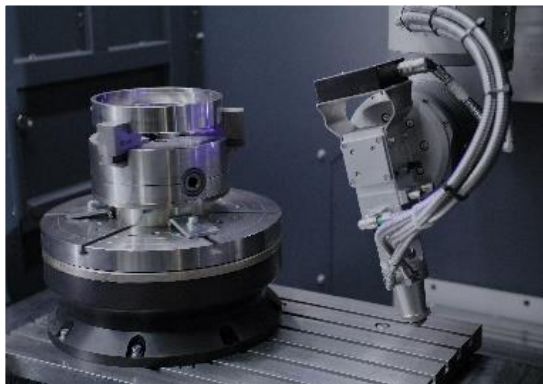


1998

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
✓	✓	✓				
	✓	✓	✓			
			✓	✓		
				✓	✓	✓



МЛ17



МЛК4-С



СЛ580



СЛП520



СЛП530

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

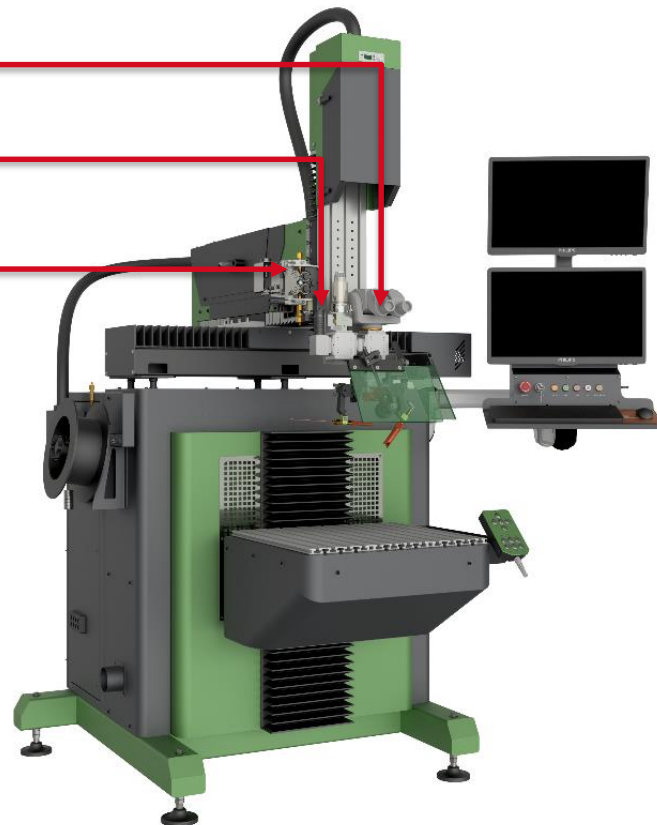
МЛК4-С

Назначение: сварка,правка проволокой

Эргономичная
бинокулярная насадка

Соосный видео канал

Автоматизированный
податчик проволоки

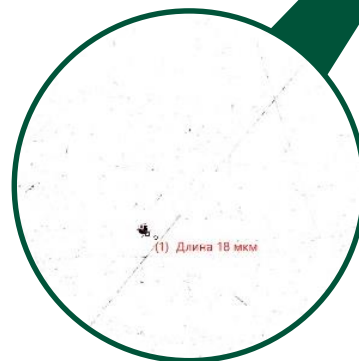
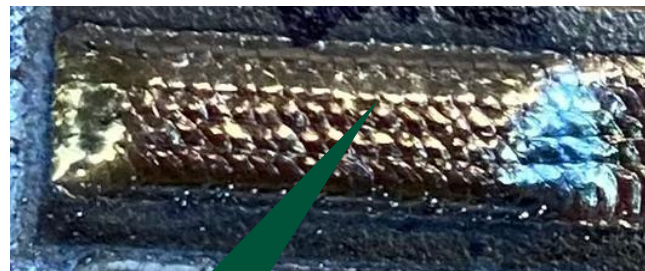
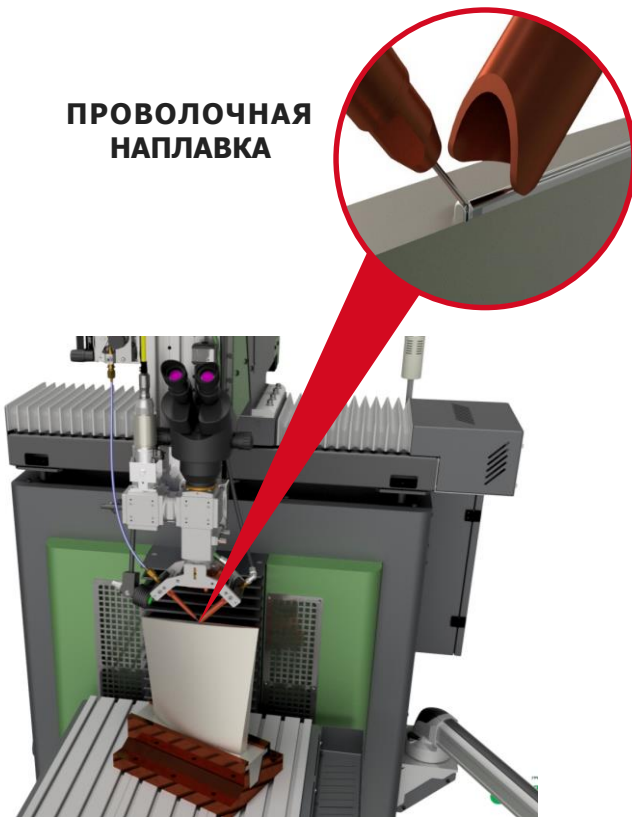


Параметр	Значение
Тип генератора	Лазер QCW до 600 Вт
Габариты обрабатываемой детали	600x500x700 мм или Ø300x300 мм
Интерполяция	3+1
Число осей	5
Машинное зрение	Профилометр, видеоканал

МЛК4-С

Назначение: сварка, направка проволокой

**ПРОВОЛОЧНАЯ
НАПЛАВКА**



**ПОПЕРЕЧНОЕ
СЕЧЕНИЕ НАПЛАВКИ**

**18
МКМ**

Максимальный
размер пор

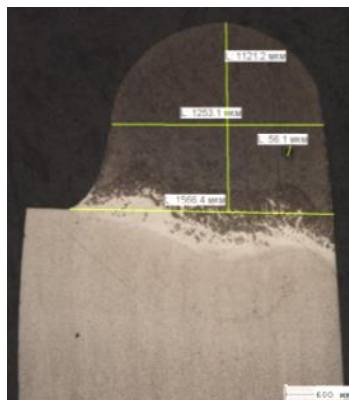
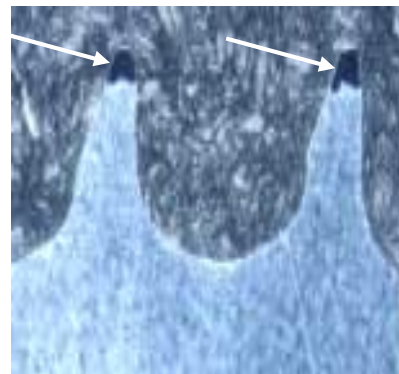
ВТ-1

Материал

**0,5
ММ**

Толщина проволоки

- › Лазерная наплавка на торцах пера лопаток в автоматическом режиме присадочной проволокой ВТ1-00 ($\varnothing 0,5$ 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



МЛ71

Назначение: наплавка порошком, сварка

Особенности:

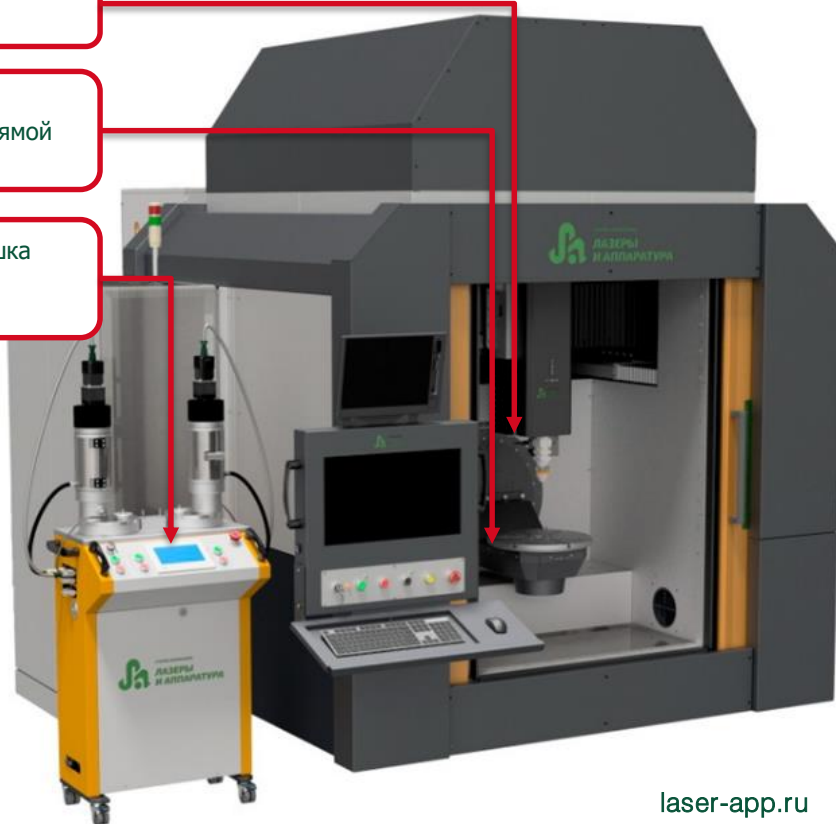
- › Кинематическая система на линейных двигателях
- › **Функция восстановления 3D геометрии**
- › Автоматизация расчета стратегии наплавки с возможностью корректировки процесса оператором
- › 4х канальный распределитель порошка

Система логирования процесса

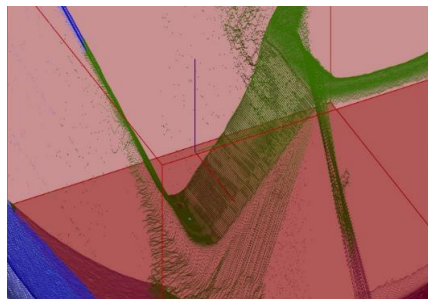
Глобусный стол динамичный прямой привод

Питатель порошка собственного производства

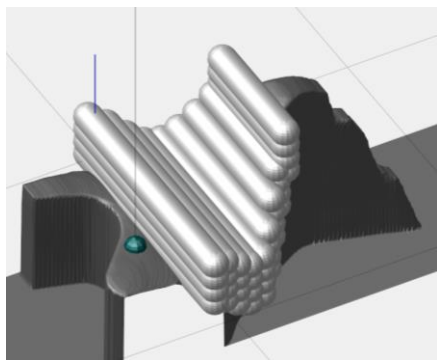
Параметр	Значение
Тип генератора	Лазер CW
Габариты обрабатываемой детали	Ø400x400 мм
Точность/повторяемость	20/10 мкм
Одновременная интерполяция	5 координат
Число осей	5
Возможности обмера	Профилометр, видеоканал логирования процесса



**Сканирование
зоны интереса**

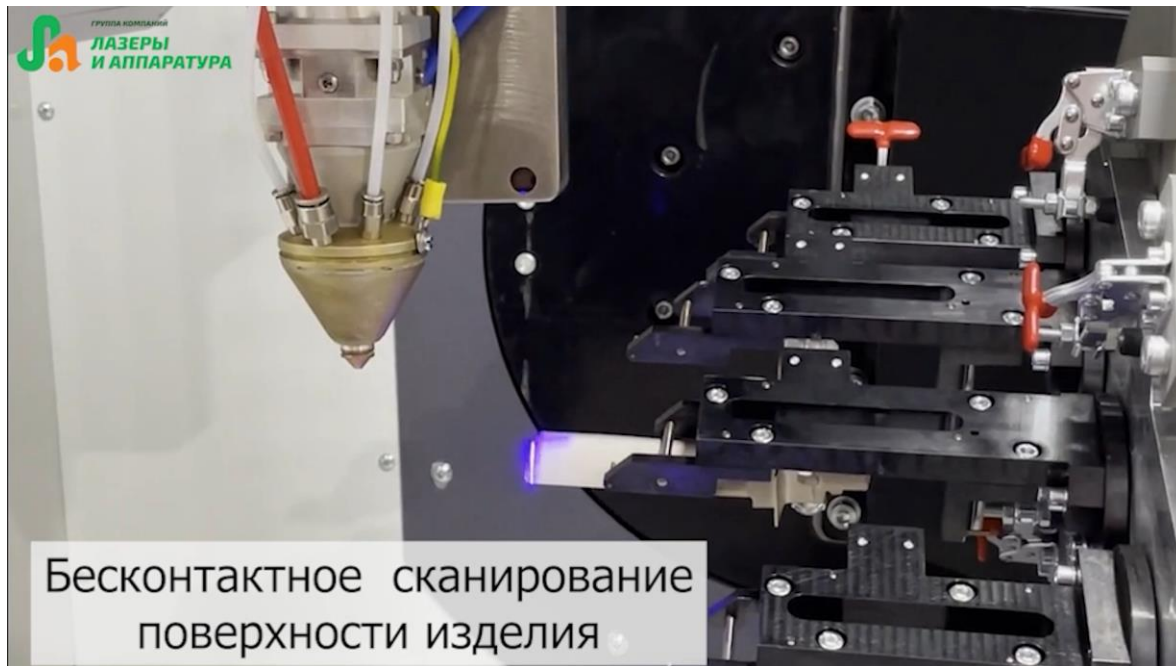


Стратегия обработки



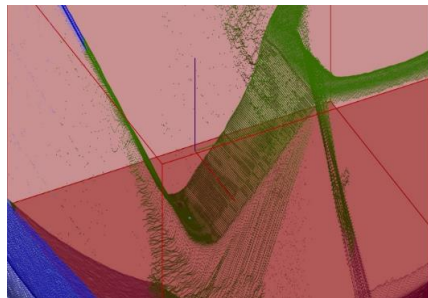
МЛ71

Назначение: направка порошком, сварка

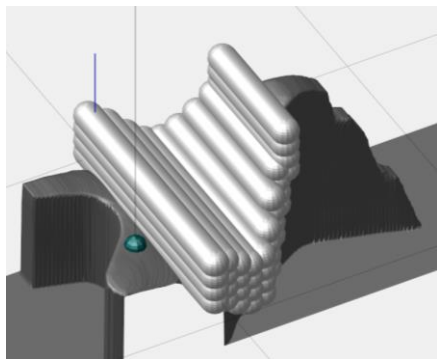


Бесконтактное сканирование
поверхности изделия

**Сканирование
зоны интереса**

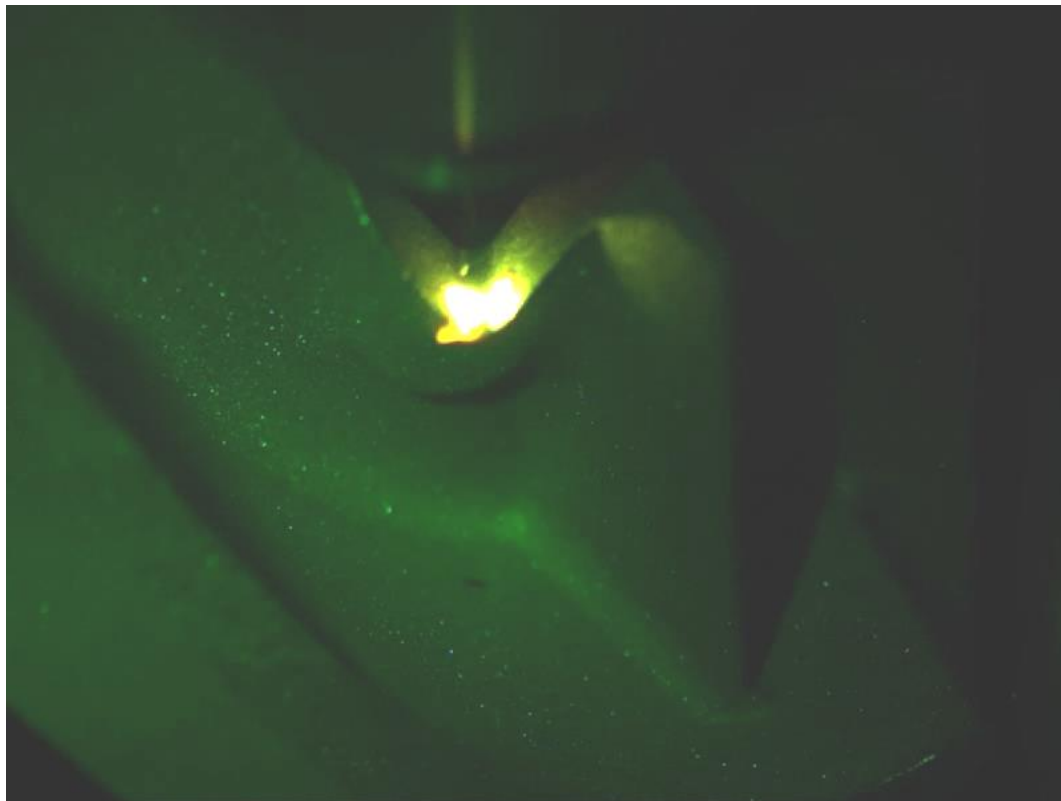


Стратегия обработки



МЛ71

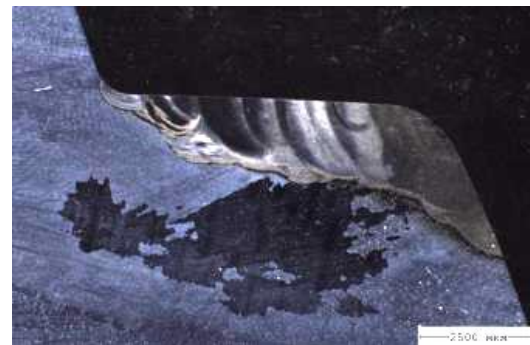
Назначение: направка порошком, сварка



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.

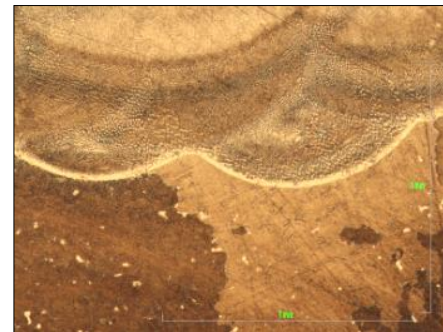
Наплавляемый
материал:
ПР-KX28B20H5Ф.



Наплавка рабочей лопатки 3 ст. ТНД

Материал детали:
NK15CaTu (IN100).

Наплавляемый
материал:
KC28WN (Stellite 694).



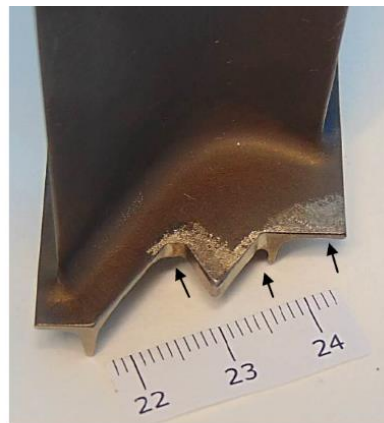
НАПЛАВКА ПОВЕРХНОСТИ БАНДАЖНОЙ ПОЛКИ ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ 4 СТ.

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

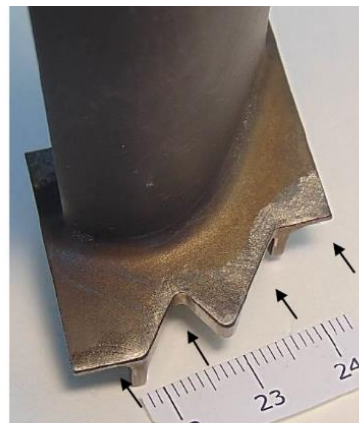


НАПЛАВКА ПОЛНОГО ЗИГА

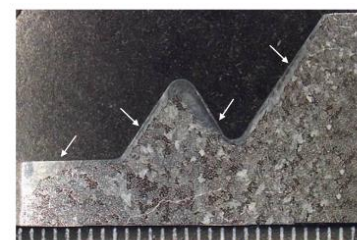
Восстановление полной
длины зигов бандажных
полок РЛ ТНД методом ЛПН.
Материал детали: NK15CaTu.
Наплавляемый материал
RC28WN (Stellite 694).



со стороны «корыта»



со стороны «спинки»



а) со стороны «корыта»



б) со стороны «спинки»

Особенности:

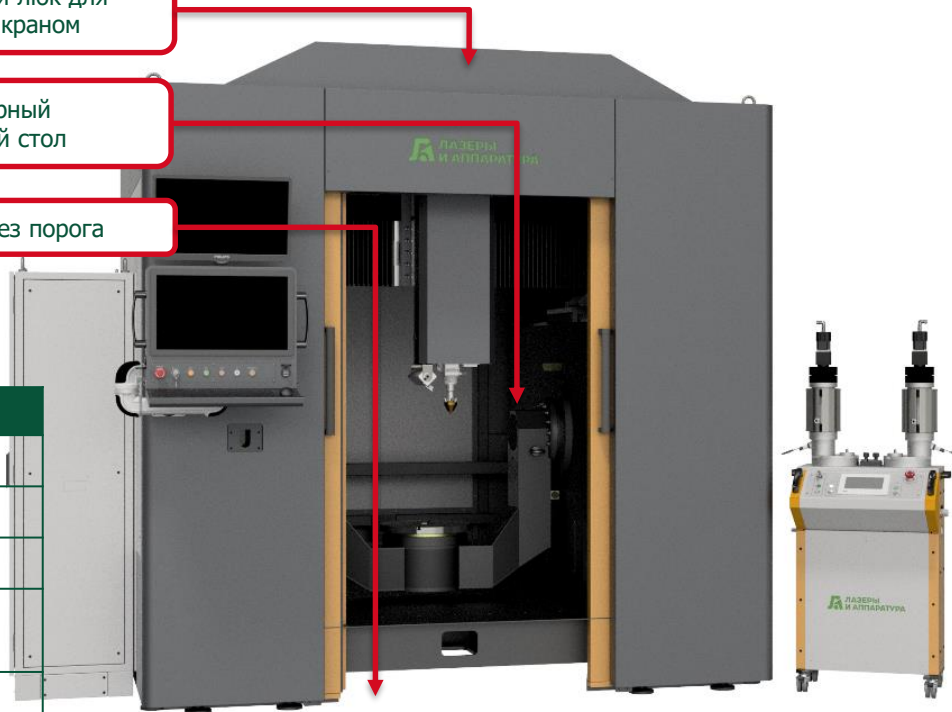
- › Кинематическая система на линейных двигателях
- › **Грузоподъёмность до 300кг**
- › Функция восстановления 3D геометрии
- › Автоматизация расчета стратегии наплавки с возможностью корректировки процесса оператором
- › 4х каналный распределитель порошка
- › 2х каналный порошковый питатель

Сдвижной люк для загрузки краном

Двух опорный глобусный стол

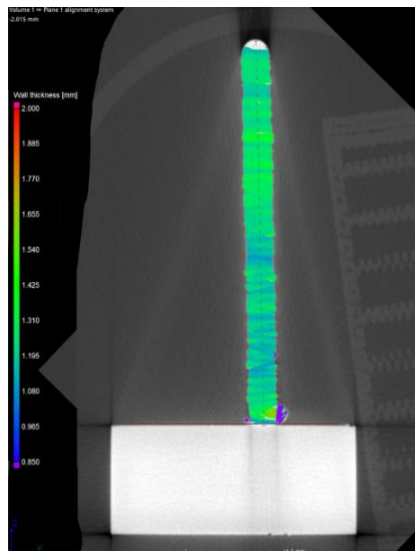
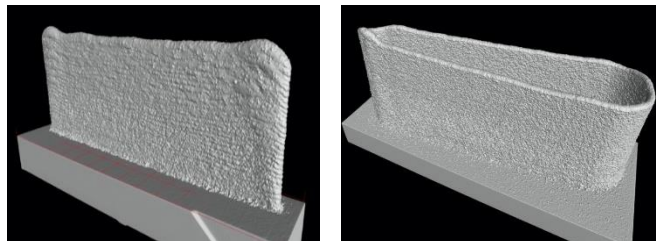
Кабина без порога

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



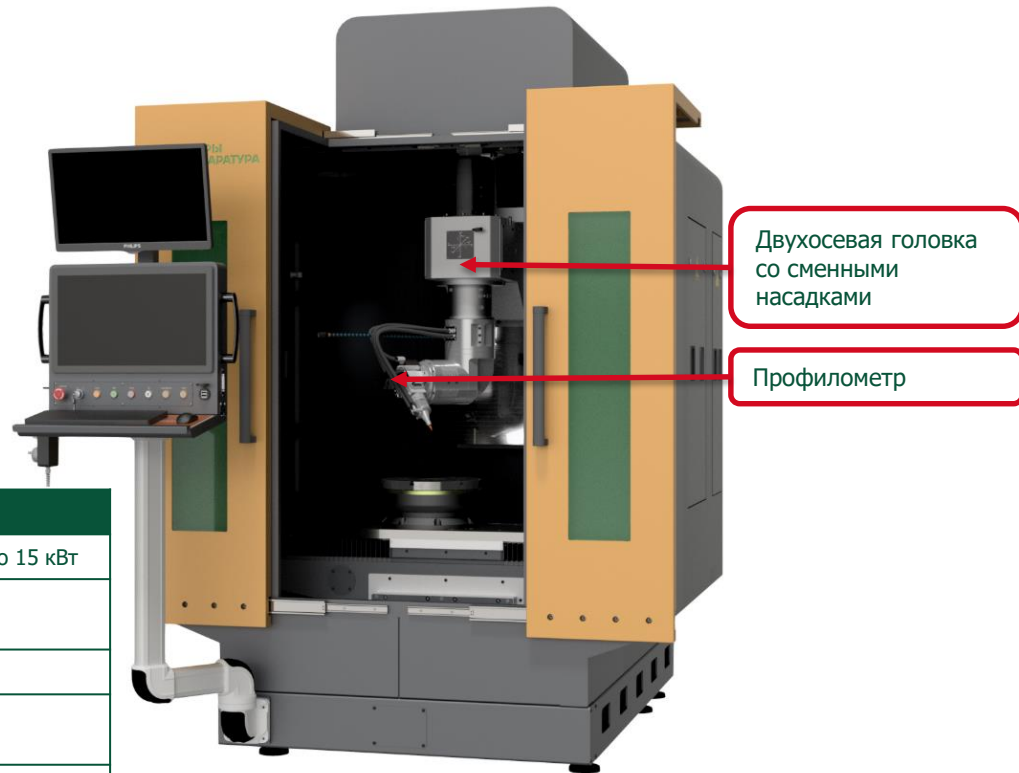
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПЕРА ЛОПАТКИ

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



Особенности:

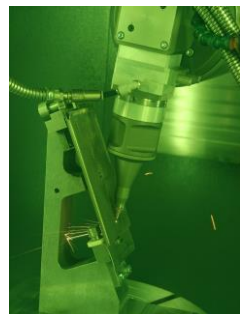
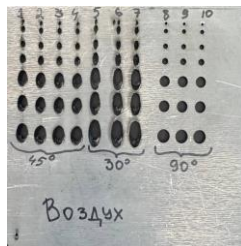
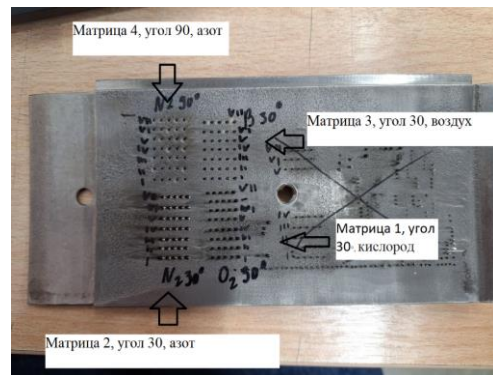
- › Одновременная пятикоординатная интерполяция
- › Заводская калибровка осей линейных перемещений интерферометром
- › Машинное зрение нулевого базирования (совмещение СК станка и изделия)
- › **Эргономичный универсальный моноблок**
- › Коррекция 3D-геометрии
- › Возможность работы со сменными рабочими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



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

СЛП520

Назначение: перфорация, резка, сварка



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

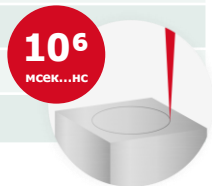
45-50 мкм

Измененный слой

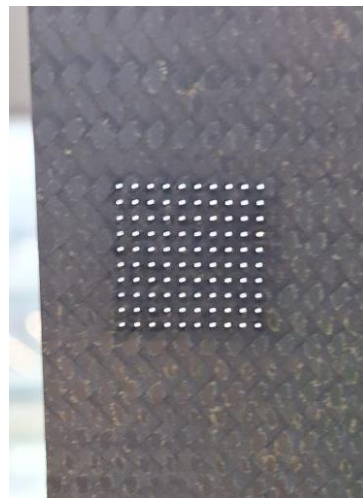
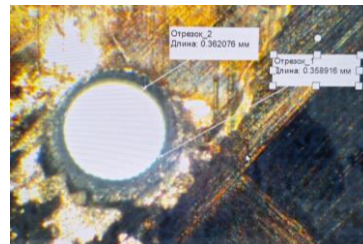
30°

Угол наклона к нормали поверхности обрабатываемого образца

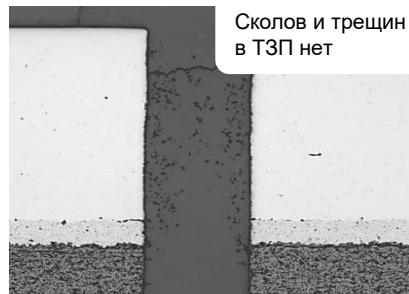
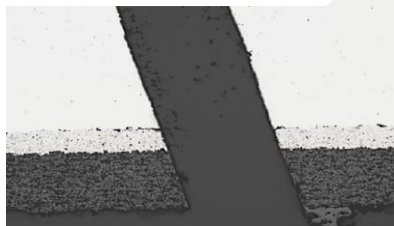
Параметр	Трепанация (вырезка)
Тип лазера	Волоконный QCW
Диаметр отверстия	0.3-10 мм
Макс. Толщина	10 мм
Аспектное отношение	
Время на 1 отверстие	1-20 с
Измененный слой	от 25 мкм



Плавнение
с испарением



Лазерная перфорация
металл+ТЗП, Ø 1 мм



Сколов и трещин
в ТЗП нет

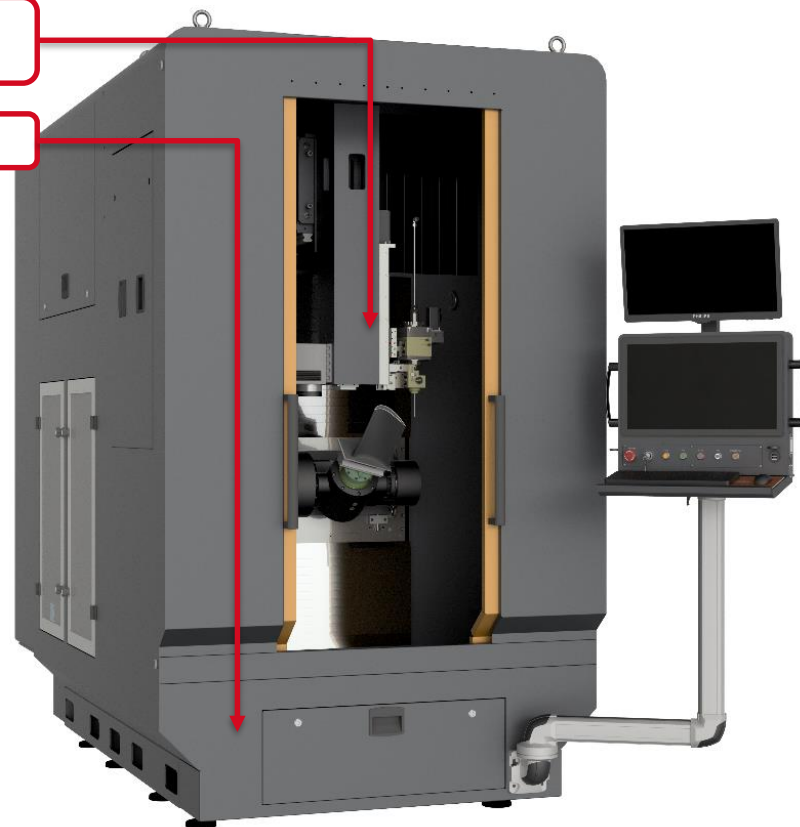
Особенности:

- › 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

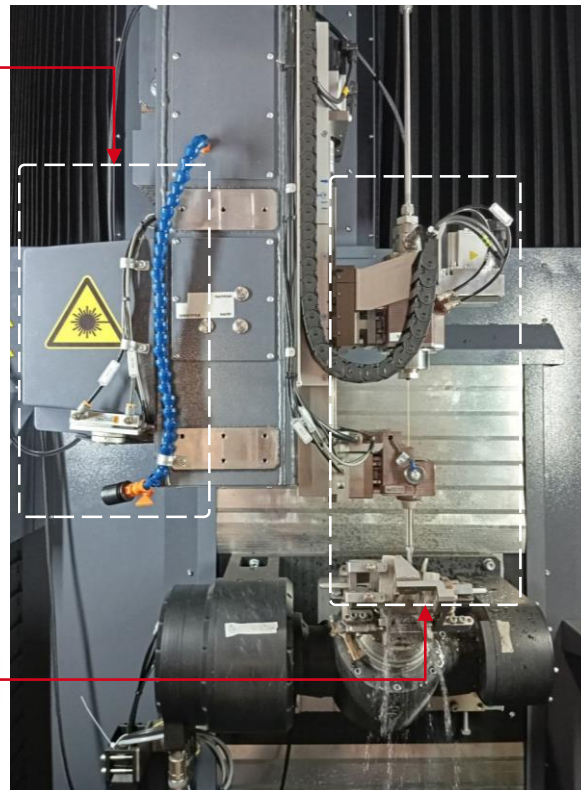


ОСОБЕННОСТИ:

- › 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

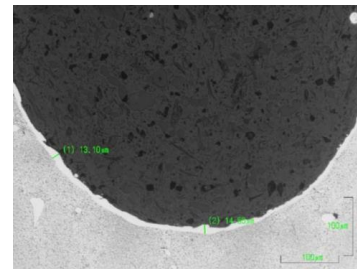
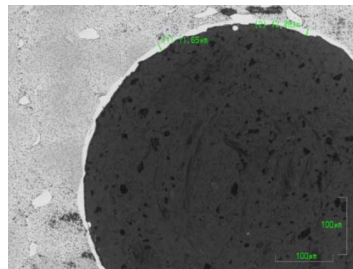
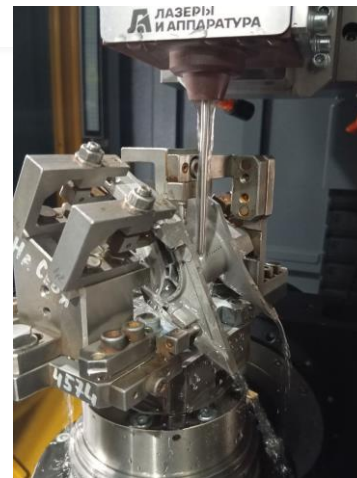
Гальваносканер
(лазер)

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: Черноволос Владимир



+7 (499) 390-90-86



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



@laserapp



@laserapp