

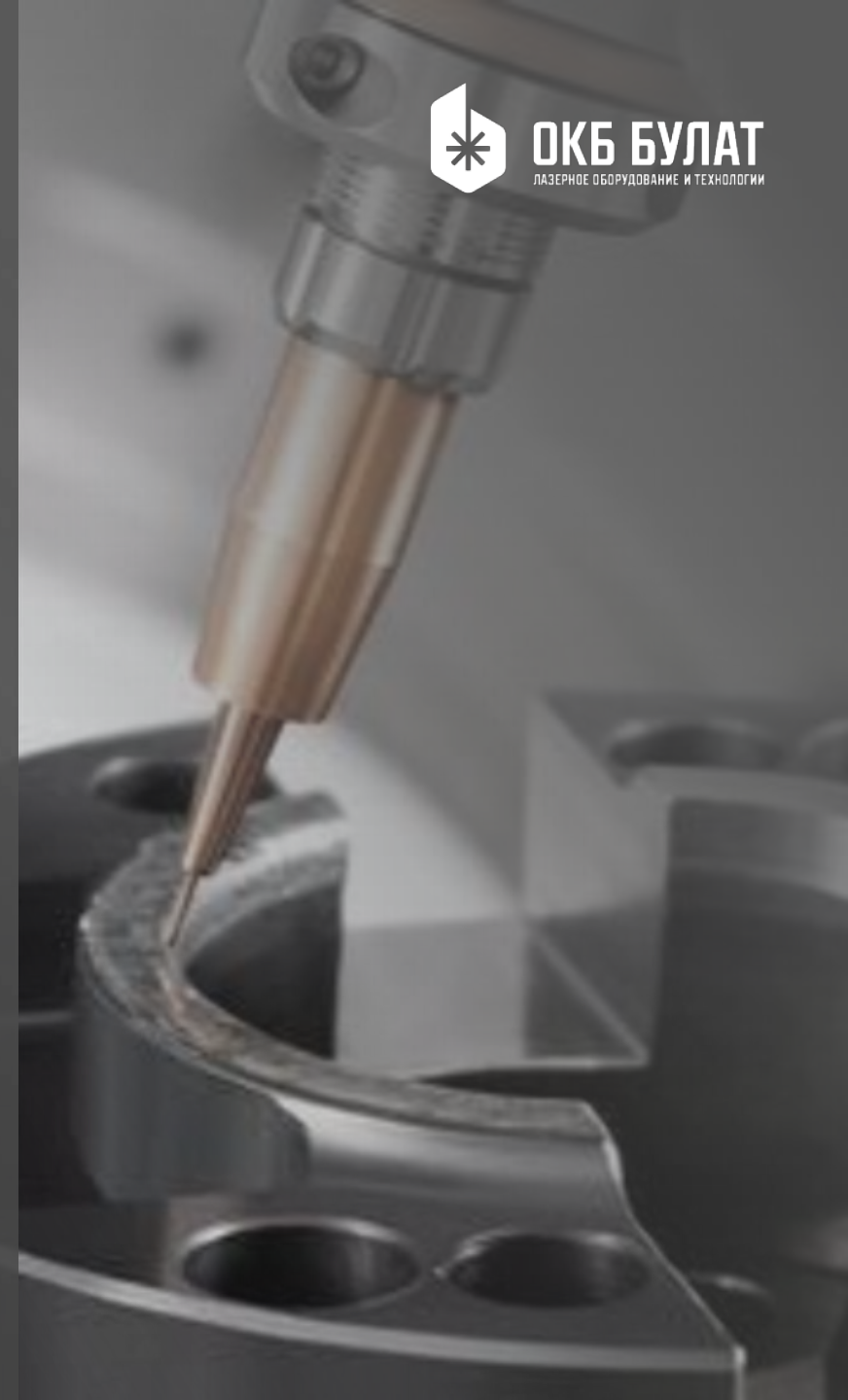


**ОКБ БУЛАТ**  
ЛАЗЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

Лазерные и аддитивные технологии в машиностроении

## **Система лазерной наплавки с коаксиальной подачей присадочной проволоки.**

Генеральный директор  
Рогальский Александр Юрьевич



# Конструкторское бюро лазерной техники

Компания «ОКБ БУЛАТ» специализируется на разработке и производстве высокотехнологичного лазерного оборудования для сварки, резки, гравировки, очистки и других технологических операций.

Собственная научно-исследовательская база, включает конструкторский и технологический отделы, а также производственную площадку и позволяет нам активно заниматься разработками в области лазерной техники и технологий.



# Компания сегодня

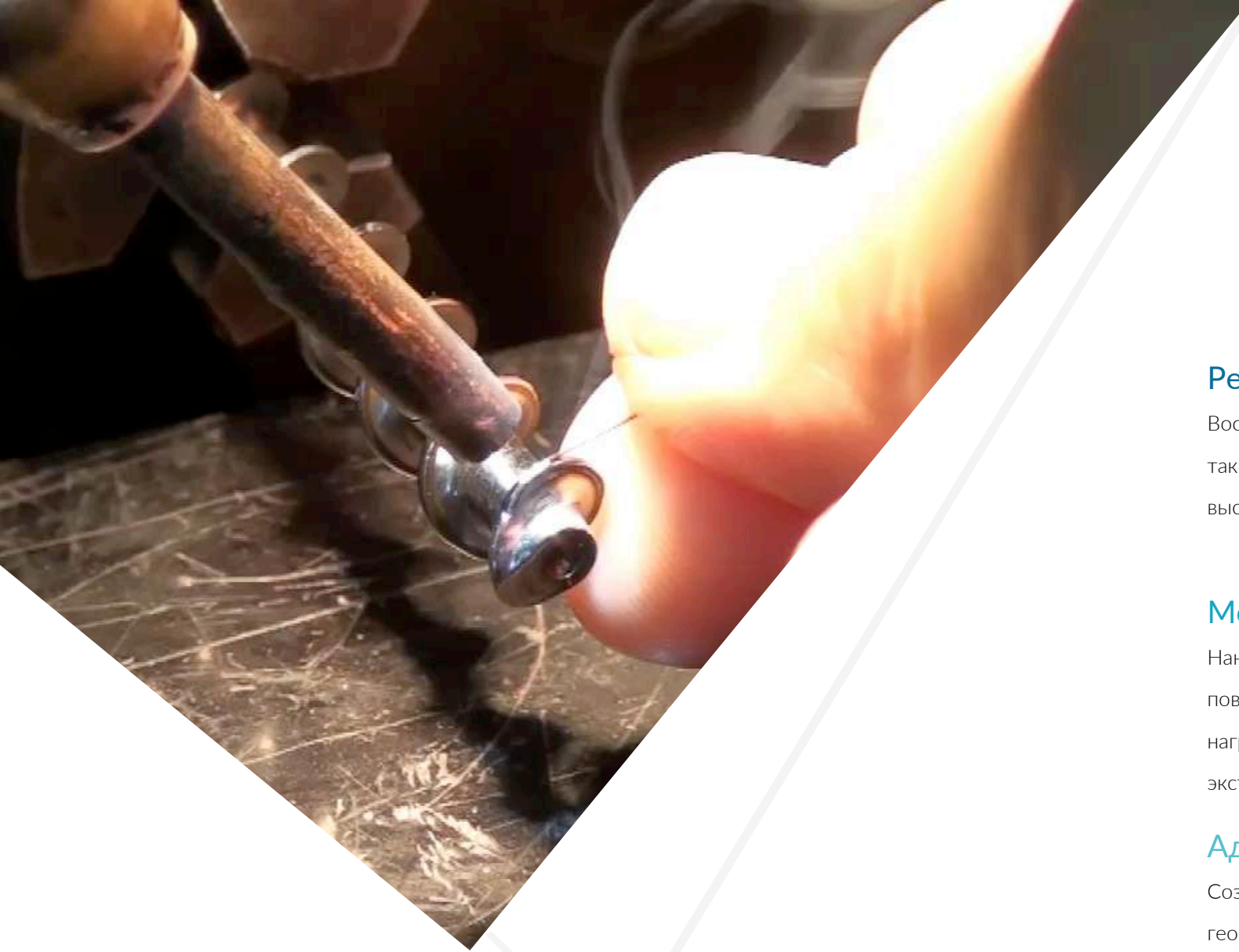
Сегодня общий объём произведённого оборудования превышает 2000 единиц, более 25 лет успешно работающих на предприятиях по всему миру.

Мы ценим доверие наших клиентов, среди которых множество ведущих предприятий атомной, аэрокосмической, автомобильной, приборостроительной, медицинской, ювелирной и других отраслей промышленности.









## Ремонт и восстановление деталей

Восстановление изношенных или повреждённых компонентов, таких как лопатки турбин, пресс-формы, штампы и другие высоконагруженные элементы.

## Модификация поверхности

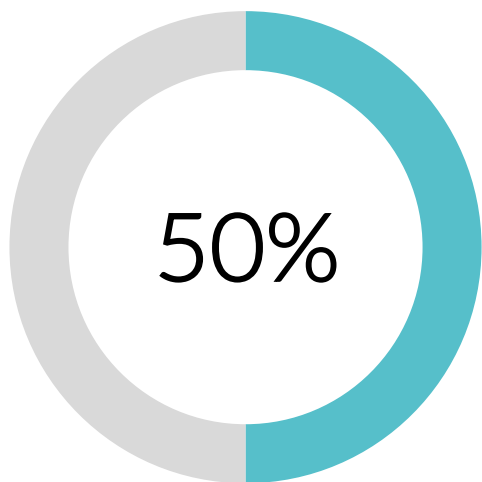
Нанесение прочных покрытий на поверхности деталей для повышения их устойчивости к износу, коррозии и термическим нагрузкам, что особенно важно для компонентов, работающих в экстремальных условиях.

## Аддитивное производство

Создание новых деталей с высокой точностью, включая сложные геометрии и внутренние структуры, недоступные для традиционных методов обработки.

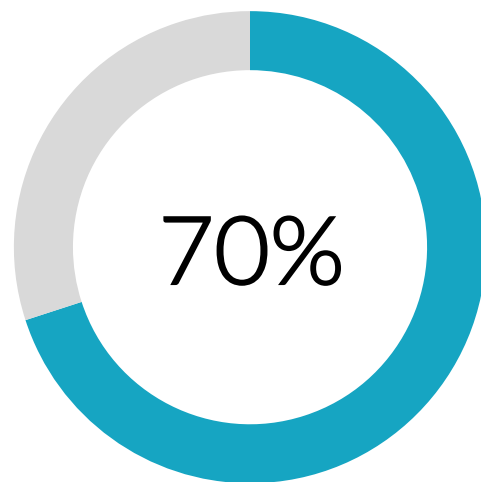
# Проблематика **решаемая LMD**

Технология прямого лазерного выращивания решает ряд ключевых проблем, с которыми сталкиваются отрасли промышленности:



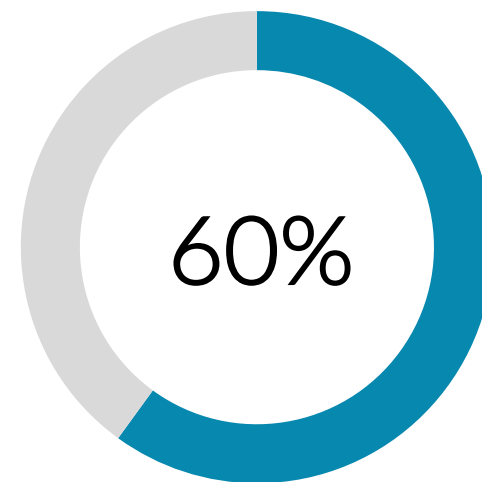
## Потери материала

В традиционных методах, как фрезерование, токарная обработка или литье, теряется до 30-50% материала. LMD позволяет снизить отходы на 20-30%, используя только нужное количество материала.



## Срок службы деталей

Ремонт или замена деталей в авиации, энергетике и нефтегазе, таких как турбинные лопатки и поршни, обычно дорог и требует много времени. LMD позволяет восстанавливать их, продлевать срок службы на 50-70%.



## Временные затраты

Традиционные методы требуют оснастку и сложные инструменты, увеличивая время и стоимость. LMD быстро создаёт детали сложной формы без дополнительных инструментов, сокращая время производства до 60%.

# Сравнение методов прямого выращивания

Обзор основных особенностей методов лазерной наплавки и селективного лазерного выращивания

	Лазерная наплавка с боковой подачей проволоки	Лазерная наплавка с коаксиальной подачей проволоки	Порошковая лазерная наплавка LMD	Селективное лазерное выращивание SLM
Применение	Ремонт, восстановление деталей. Модификация поверхности.	Ремонт, восстановление деталей. Аддитивное производство. Модификация поверхности.	Ремонт, восстановление деталей. Аддитивное производство. Модификация поверхности.	Аддитивное производство.
Точность	± 0,5 – 1 мм	± 0,3 – 0,5 мм	± 0,3 – 0,5 мм	± 0,05 – 0,1 мм
Производительность	0,5 – 1,5 кг/час	0,7 – 2,0 кг/час	0,5 – 1,5 кг/час	0,1 – 0,5 кг/час
Коэффициент использования материала	90 – 100%	98 – 100%	70 – 80%	70 – 85%
Доступность материалов и сложность хранения	Доступна для широкого спектра металлов. Простое хранение, устойчива к внешним воздействиям.	Доступна для широкого спектра металлов. Простое хранение, устойчива к внешним воздействиям.	Сложны в производстве и хранении, чувствительны к влаге и окислению, требуют специальных условий.	Порошки для SLM требуют высокого качества, чувствительны к влаге и окислению, сложное хранение.
Стоимость материалов	50 – 100 €/кг	50 – 100 €/кг	200 – 400 €/кг	200 – 400 €/кг
Размер детали	без ограничений	без ограничений	без ограничений	ограничен





# Особенности прототипа



## Система формирования кольцевого излучения

Кольцевой лазерный луч обеспечивает равномерный нагрев проволоки в зоне обработки, что повышает качество, обеспечивает однородность обработки.



## Устройство подачи присадочной проволоки

Один из важнейших элементов системы, обеспечивающий подачу присадочного материала в зону обработки.



## Видеонаблюдение

Интегрированная камера позволяет точно выполнять позиционирование перед работой.

# Особенности прототипа

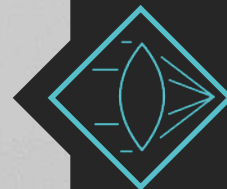




# 01 Система формирования излучения

Были изготовлены макеты многолучевых систем, а так же макет системы формирующий кольцевое излучение. По результатам макетирование выявлено значительное преимущество излучения в форме кольца. Рассматривается два варианта оптических схем для его получения:

- В транспортировочном волокне
- При помощи системы линз в рабочей головке



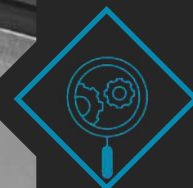
## Оптическая схема

Выявить наиболее надежную и отказоустойчивую систему, рассмотреть дополнительные возможности применения.



## Лазерный источник

Выявить оптимальный лазерный источник для решения задачи в рамках НИОКР.



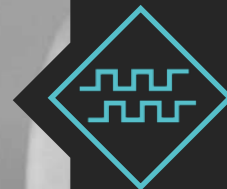
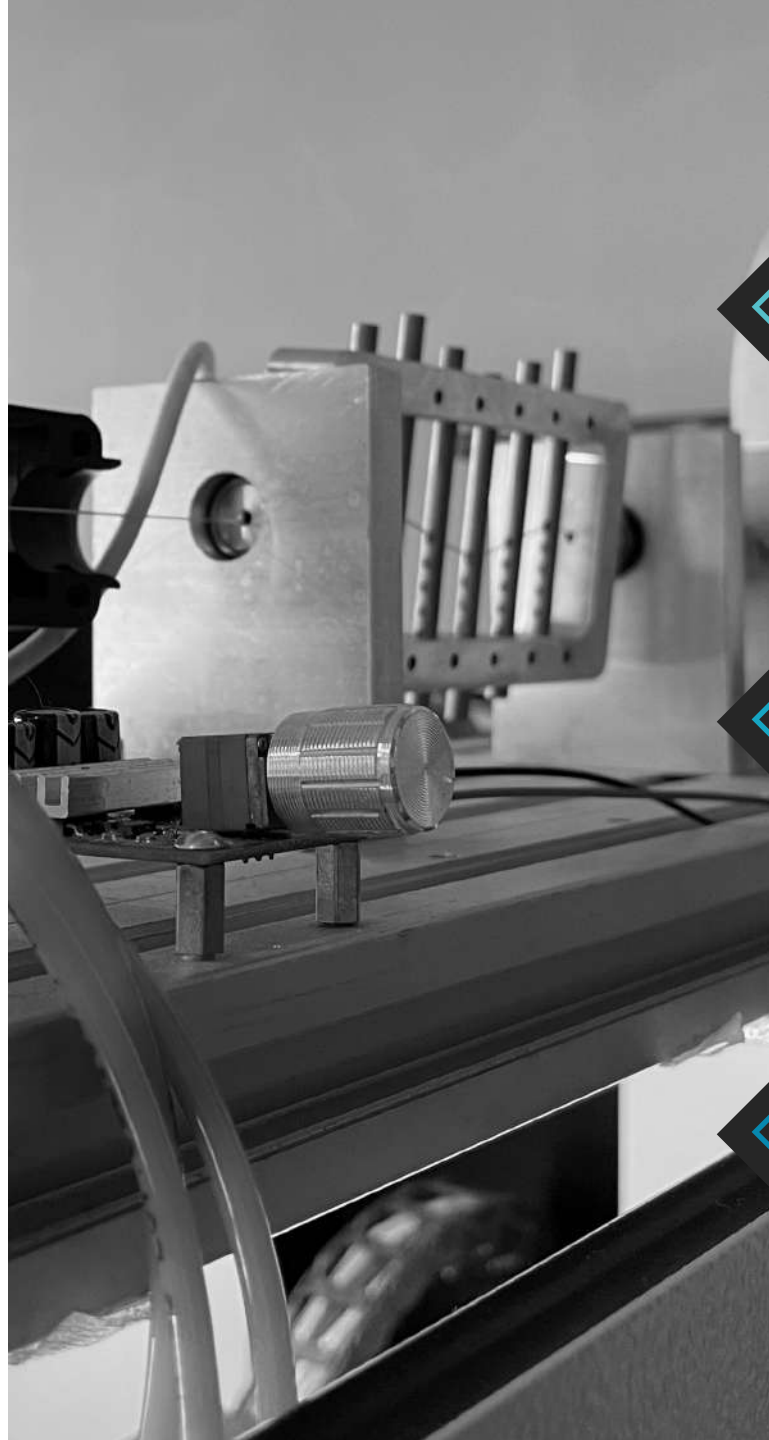
## Оптимизация

Унифицировать систему для работы с различными типами источников, для расширения потенциальных областей применений.

# 02

## Подача присадочной проволоки

Один из важнейших элементов системы, обеспечивающий подачу присадочного материала в зону обработки. ОКБ БУЛАТ уже имеет собственную систему подачи присадочной проволоки, интегрированную с собственным программным обеспечением. Однако предварительные работы с макетами системы коаксиальной подачи выявили необходимость ее модернизации.



### Контроль подачи

Поиск решения и разработка механизма точного контроля объема подаваемого материала в рабочую зону.



### Устранение дефектов

Поиск оптимального решения по исправлению геометрии подаваемой проволоки, его внедрение в систему подачи.



### Интеграция с ПО

Провести интеграцию разработанных систем с программным обеспечением для автоматизации процессов.



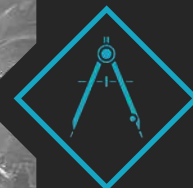
# 03 Лазерная головка

Ключевой компонент, объединяющий разрозненные системы подачи проволоки и формирования излучения в рабочий инструмент. Разработаны и изготовлены макеты лазерной головки для работы с многолучевой системой, изготовлен рабочий макет головки, совместимый со схемой формирования излучения в транспортном волокне. Выполнен сравнительный анализ подтвердивший преимущества применения излучения в форме кольца. Сформировано представление о требованиях к конструкции прототипа.



## Контроль

Разработка технологического решения для систем визуального и технологического контроля процесса.



## Оптимизация

Работа над конструкцией для оптимизации настройки, работы и дальнейшей интеграции.



## Доработка с ПО

Доработка программного обеспечения для управления параметрами оптической головки.



## 04 Опытный образец оборудования

Наша компания разработала, изготавливает и успешно реализует на рынке целый ряд лазерных систем.

Наиболее оптимальными для первоначального внедрения разработанной головки выбраны LRS PRO и MOBILE.



**БЛАГОДАРЮ ВАС**  
**ЗА ВНИМАНИЕ**



**ВОПРОСЫ**  
**ОТВЕТЫ**