

**Электронно-лучевая технология
компании pro-beam
Применения в электротранспорте**



*Команда профессионалов в области комплексного
машиностроительного инжиниринга.*

*В производстве и поставке
металлообрабатывающего и специализированного
высокотехнологичного оборудования.*

Этапы изготовления и внедрения оборудования или технологии

Сопровождение всего производственного цикла специалистами компании

01

Проектирование

При проектировании учитываются требования заказчика и технологические задачи.

02

Комплектация

Используются комплектующие отечественного или импортного производства по желанию заказчика.

03

Производство

Высококвалифицированные специалисты и современное технологическое оборудование гарантирует точность и качество исполнения.

06

Сервис

Быстрое и качественное решение проблем, обеспечение бесперебойной эксплуатации, внедрение новинок, расширение возможностей.

05

Ввод в эксплуатацию

Специалисты, сдающие оборудование, обладают всесторонними знаниями, что значительно сокращает время ввода в эксплуатацию. По окончании сдачи проводится обучение персонала.

04

Монтаж

Максимально сжатые сроки благодаря качественной конструкторской проработке и слаженным действиям коллектива.

Электронно – лучевая технология – области применения



Энергетика



Авиакосмическая
промышленность



Двигателестроение



Судостроительное
производство



Железнодорожная
промышленность



Нефтехимическая
промышленность



Машиностроение и
станкостроение



Автомобилестроение

Сварка

Сварка широкого диапазона толщин 0,1- 400 мм. 100% проплавление. Сварка практически любых металлов и сплавов. Возможность сварки разнородных металлов. Получение прецизионных сварных швов без необходимости дополнительной обработки. Отсутствие брака.



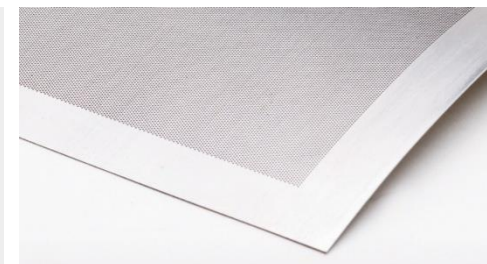
Закалка

Поверхностная обработка, например, частичная закалка поверхностей, подверженных сильным механическим нагрузкам. Точечная обработка только рабочей поверхности. Обработка трудно доступных участков изделий



Сверление и перфорация

Сверление отверстий и изготовление сложных пазов в тонких и толстых металлических материалах, в листе и профилях. Минимальное отверстие диаметром не более 6-8 мкм. Перфорации для большинства сплавов.



Покрyтия поверхности (напыление)

Покрyтие поверхности изделия методом порошкового напыления электронным лучем в вакууме. Получение готовой поверхности за один проход. Не требуется дополнительная обработка.





250
Сотрудников



5
Представительств
по всему миру



40
Лет опыта



36
Патентов



49 мил.
Оборот



Мировой
лидер



Заказчики в
42
странах

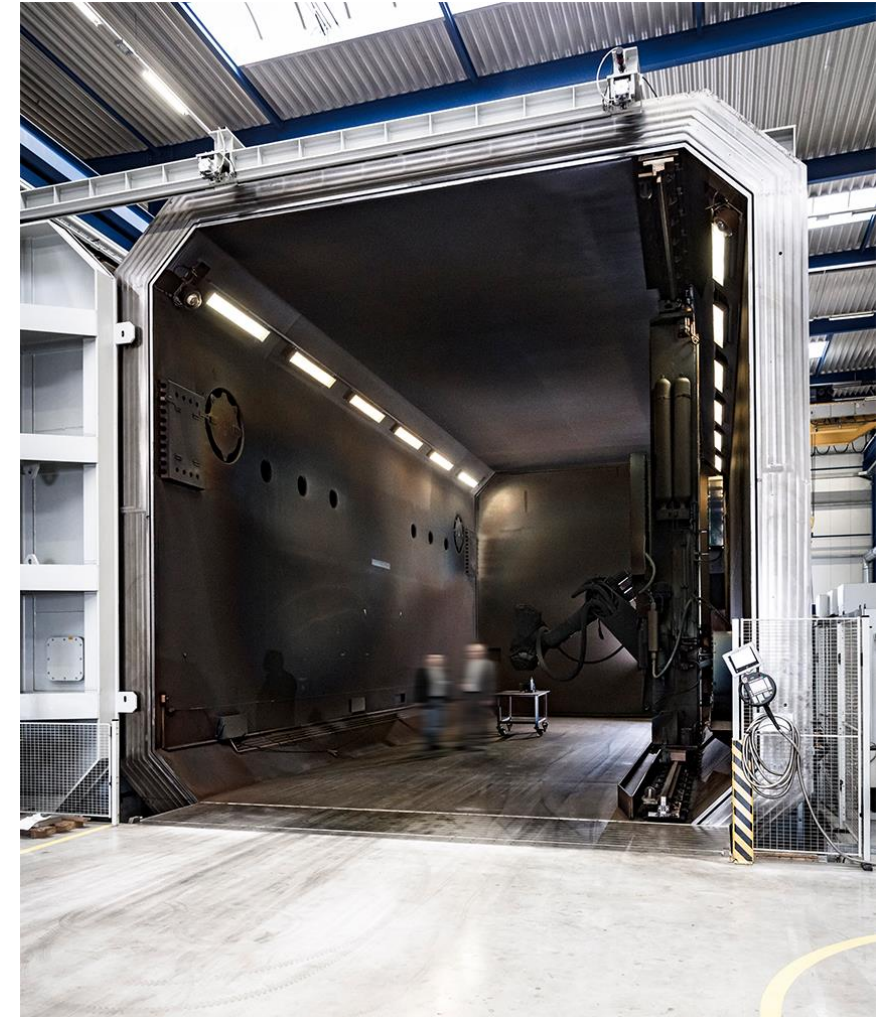


11
Сертификаты
и патенты



Детали массой
от <5 г до
50 тонн

- **Опыт более 40 лет** в Аэрокосмической, Железнодорожной, Атомной, Нефтехимической, Машиностроительной и др. сегментах применения электронно-лучевых технологий.
- **Собственное производство** всех компонентов электронно – лучевой аппаратуры.
- **Комплексное решение под ключ** - Проектирование, производство, поставка, внедрение
- **Высокая степень автоматизации** - Богатый практический опыт для серийных производств.
- **Огромный опыт в сварке изделий** - массой от 5 гр до 50 тонн.
- **Разработка технологий для сварки** специальных сплавов и материалов для высокотехнологичных и наукоемких отраслей производств.



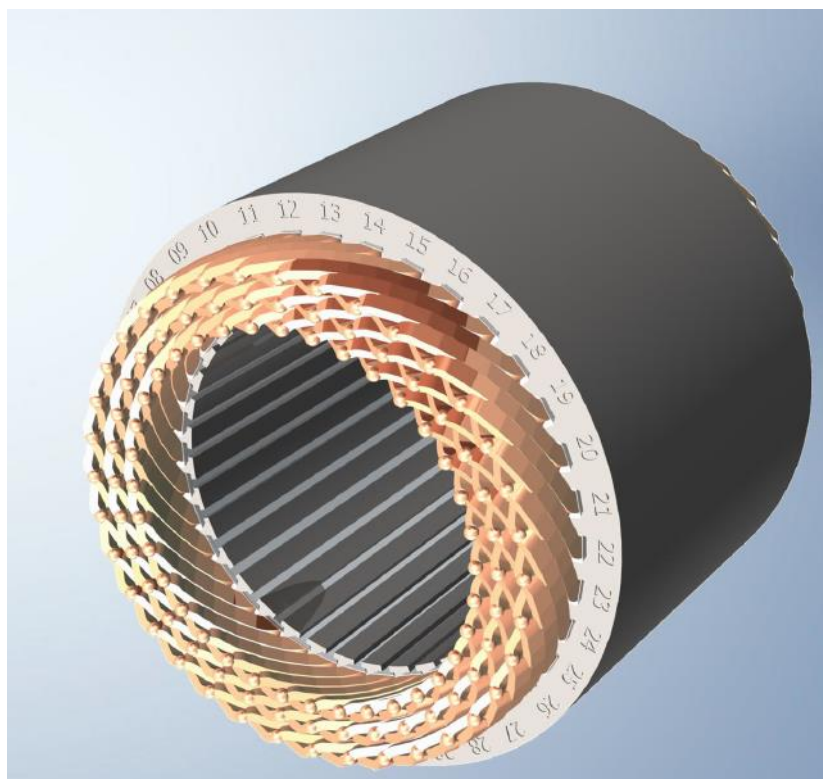
- **Будущие технологии**
и решения по автоматизации, например,
 - Технология многолучевой обработки для обеспечения максимальной производительности
 - Лазерная сварка без рассеяния излучения
 - Автоматический контроль шва в качестве основы оптимального качества сварки, максимальной воспроизводимости и производительности, независимо от оператора
- **Создание совместного** предприятия в России совместно с компанией Роботек
- **Работа с проектными институтами** для определения новых отраслей применения электронного луча.



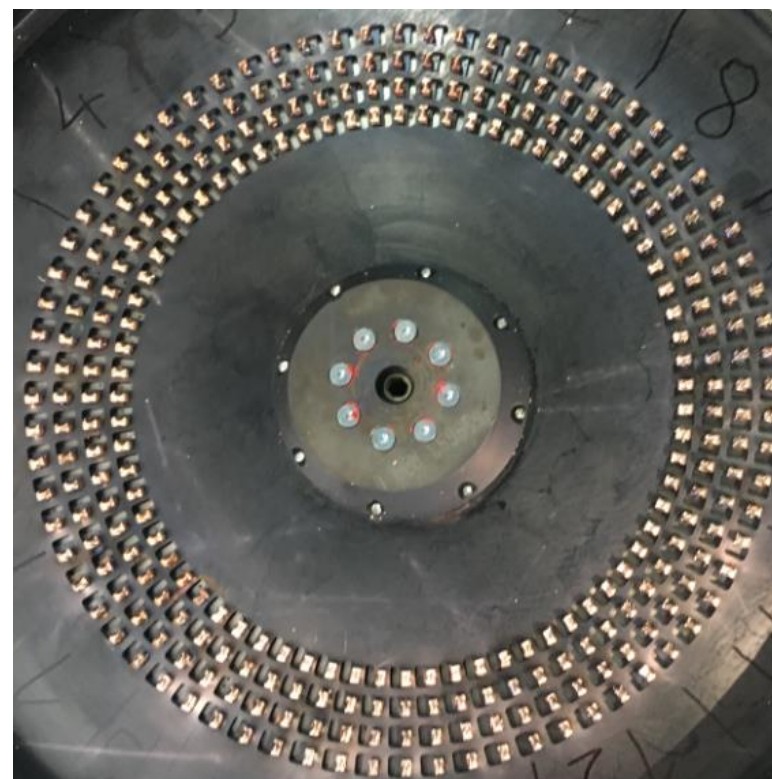
Преимущества электронно –лучевой технологии сварки

- **Сварка практически любых металлов и сплавов:** Алюминий, жаропрочная и нержавеющая сталь, титан, медь, латунь, бронза, вольфрам, необий и т.д.
- **Сварка** материалов толщиной до 400 мм.
- **Сварка разнородных металлов и сплавов:** например медь - алюминий, нержавеющая сталь – медь и т.д.
- **Прецизионная сварка**, узкий сварочный шов, минимальная зона термического влияния.
- **Чистая сварка.** Отсутствие необходимости в дополнительной мех. обработке. Нет окалины и грат. Получение готовой детали
- **Простота в настройке** на сварочный стык по технологии обработки вторичных электронов.
- **Простая подготовка** сварного соединения, нет необходимости фасок.
- **Сварка за один проход** – высокая скорость процесса.
- **Неограниченные** возможности применения.
- **100 % автоматизация процесса.** Удобное и производительное программное обеспечение для подготовки управляющей программы любой сложности. Быстрая настройка под новое изделие и сложную форму сварочного шва или обрабатываемой поверхности.
- **100 % повторяемость процесса** и возможность автоматизации производства.
- **100% контроль запрограммированного** процесса, протоколирование, возможность быстрой настройки и при необходимости внесения изменений прямо в процессе работы.
- **Применение** для единичного и массового производства.

Применение ЭЛ-технологии: сварка U-образных обмоток электродвигателей



Выдержка из презентации MIBA:
Технологические тенденции в области
компонентов автомобильных
электродвигателей



Испытательные сварные швы для
поставщика оригинального оборудования
(ПОО)

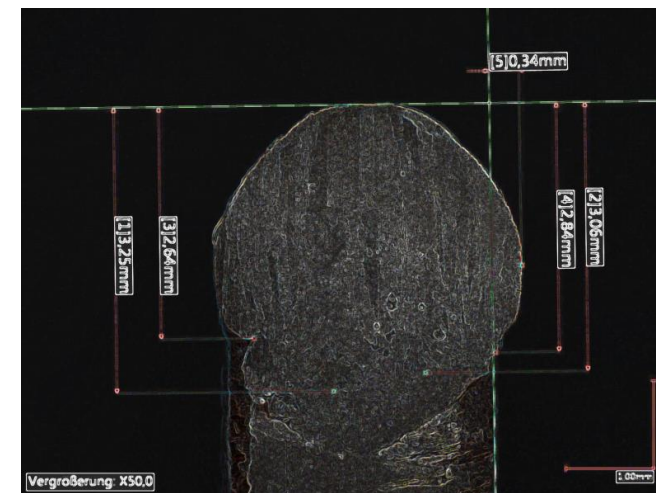
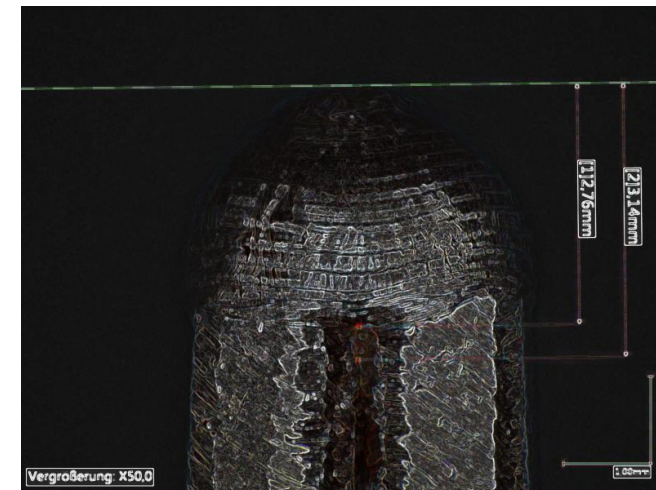
Применение ЭЛ-технологии: сварка U-образных обмоток электродвигателей

Технические характеристики:

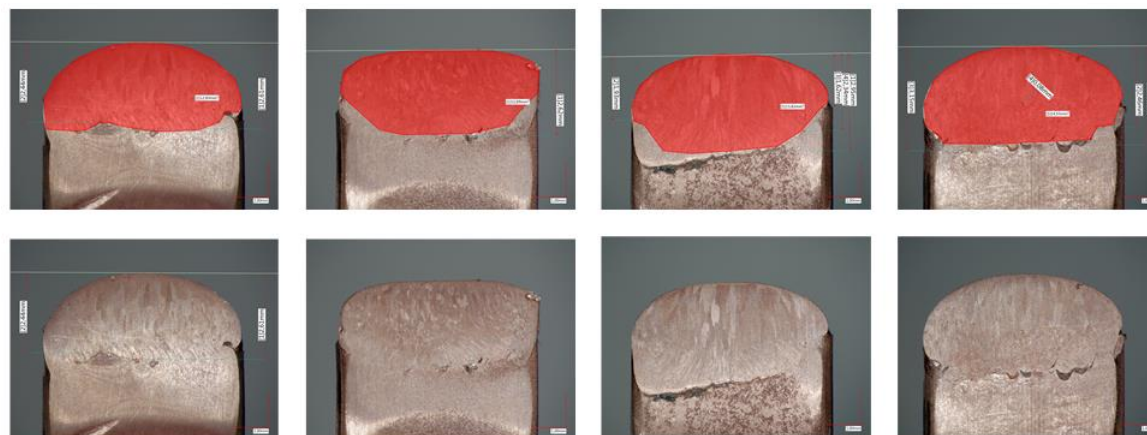
- Глубина сварки: 3,1 мм
- Площадь соединения: 8,28 мм²
- Макс. ускоряющее напряжение: 80 кВ
- Мощность луча: 15 кВт
- Время цикла: 0,4 с / 4 - 6 стержней
- Обрабатываемая деталь: U-образный виток
- Материал: Медь

Преимущества и выгода для заказчика:

- Сварка без пор
- Сварка с глубоким проплавлением
- Одновременная сварка 4-6 стержней многованным методом
- Без изменения цвета
- Большой экономический потенциал
- Автоматический поиск шва
- 100% автоматический контроль шва



Сварка с низкой пористостью

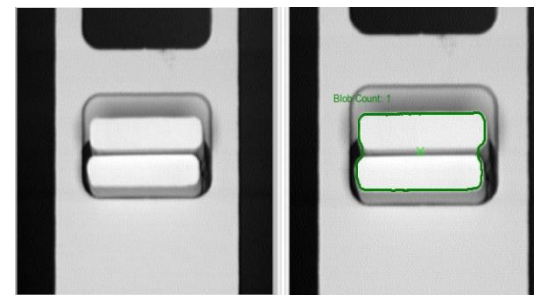


Einschweißtiefe [mm]	2,61	2,62	2,95	3,00
Anbindungsfläche [mm ²]	12,83	12,69	13,82	14,55

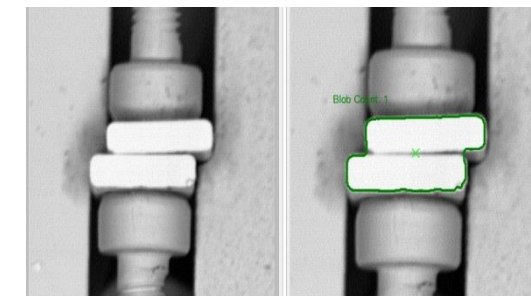
ЭЛ-сварка с различными сварочными параметрами

Контроль обрабатываемой детали

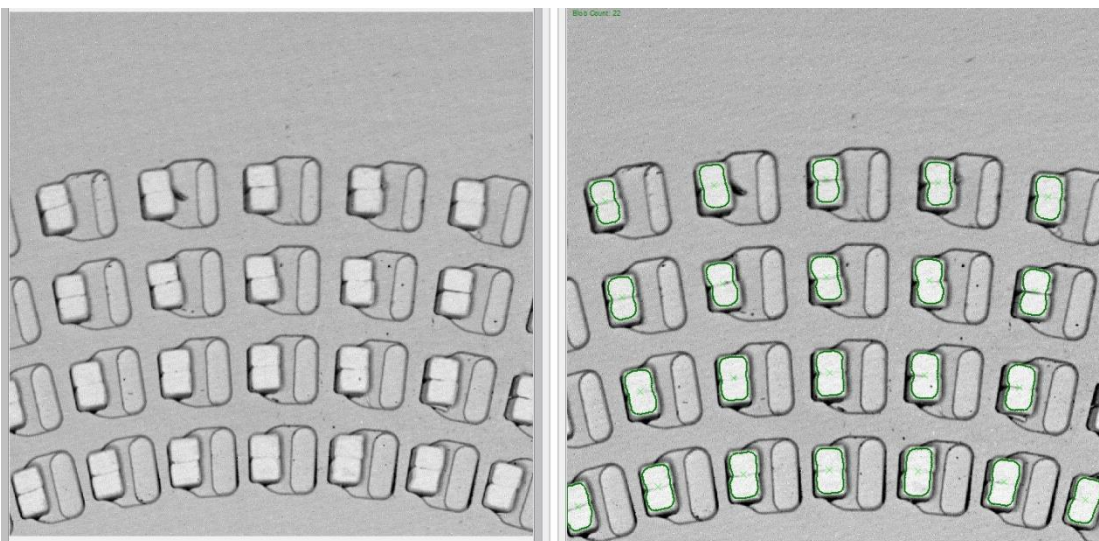
Автоматический поиск шва (целесообразно для серийного производства)



U-образная пара со сдвигом по высоте



U-образная пара с поперечным сдвигом

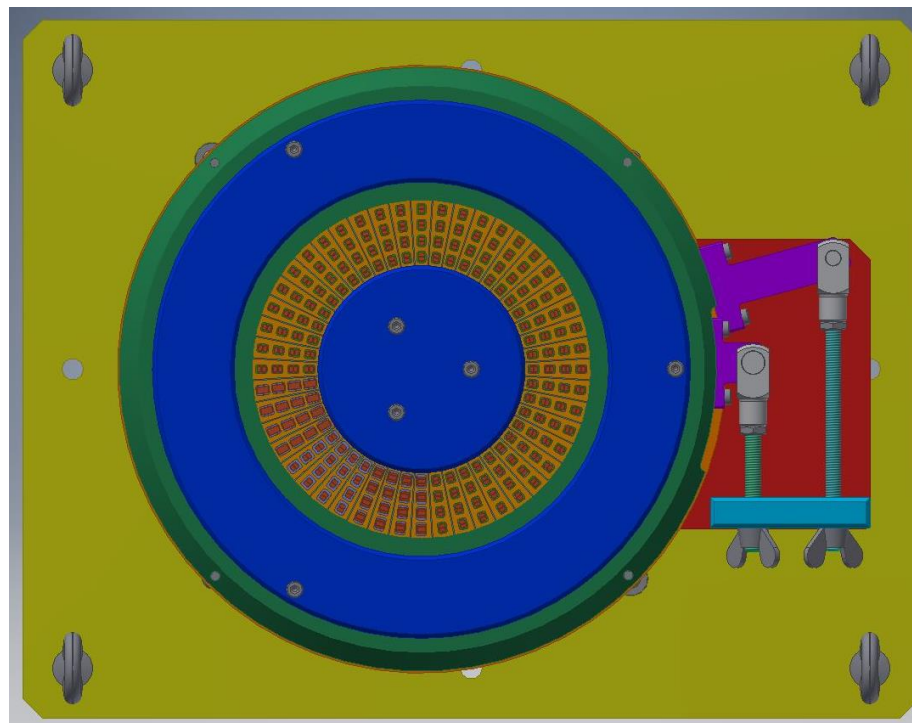
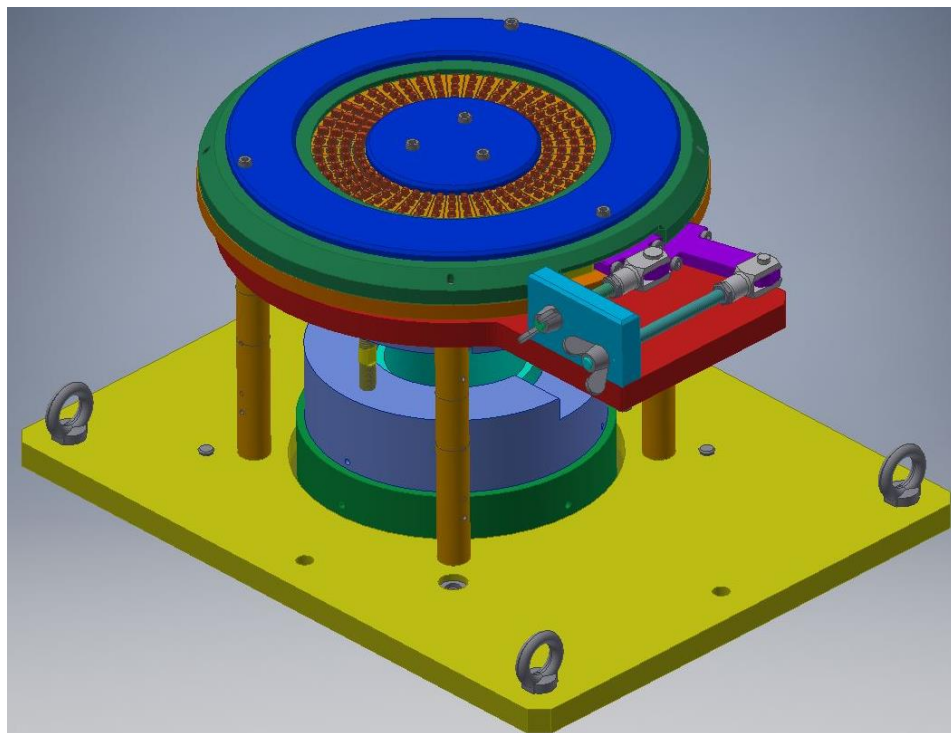


Преимущества и выгода для заказчика:

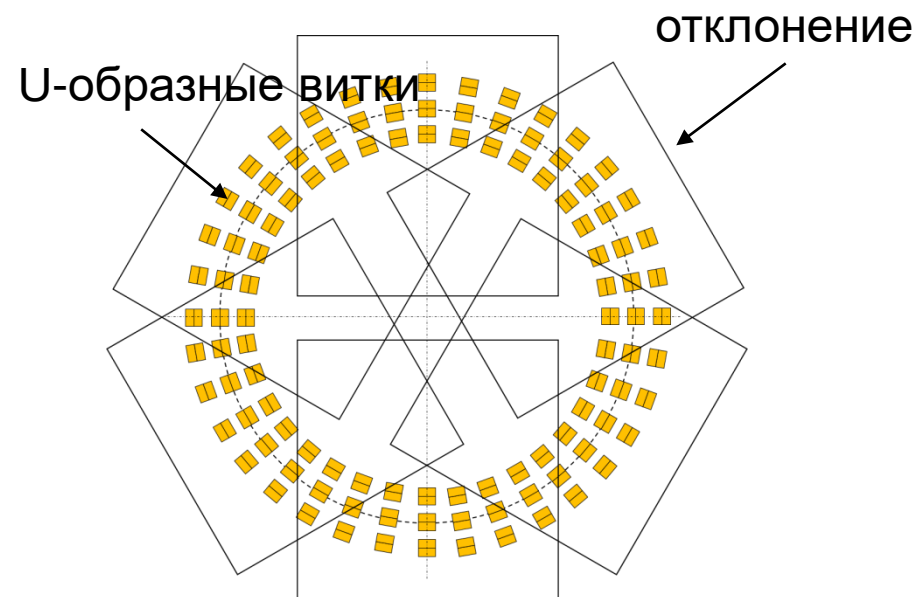
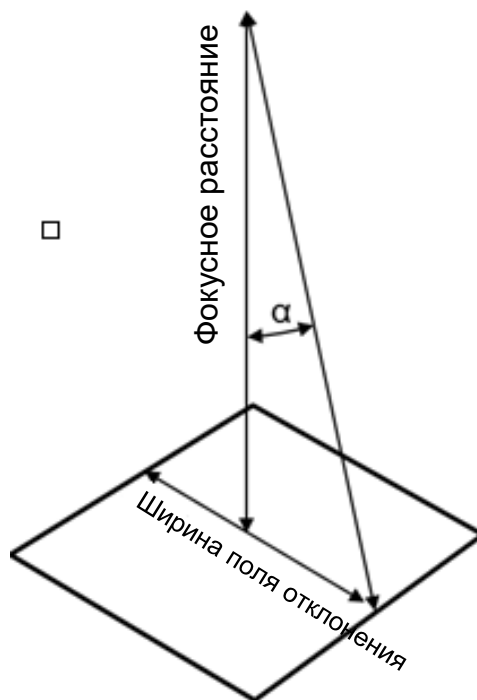
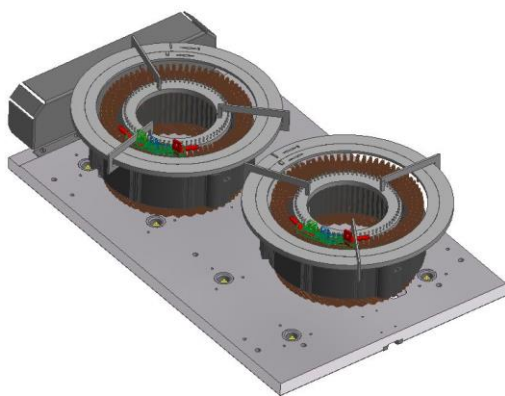
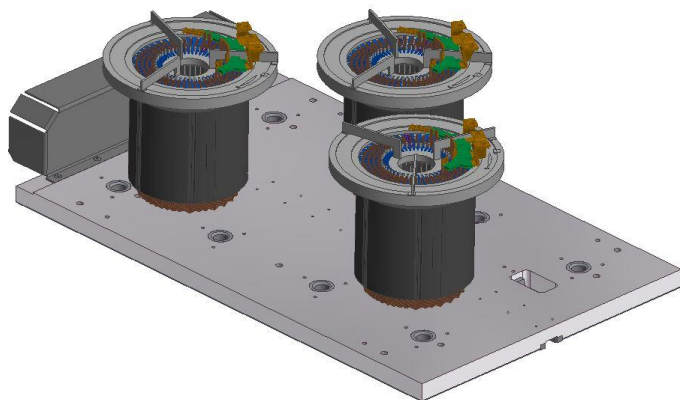
- Возможность 100 % поиска шва
- Оценка погрешностей положения
- 100 % контроль шва после сварки
- Оценка погрешности в соответствии с моделями распределения ошибок
- Отслеживание компонентов для повторной сварки дефектов

Электронно-лучевой процесс

Устройство для зажима U-образных витков компании pro-beam

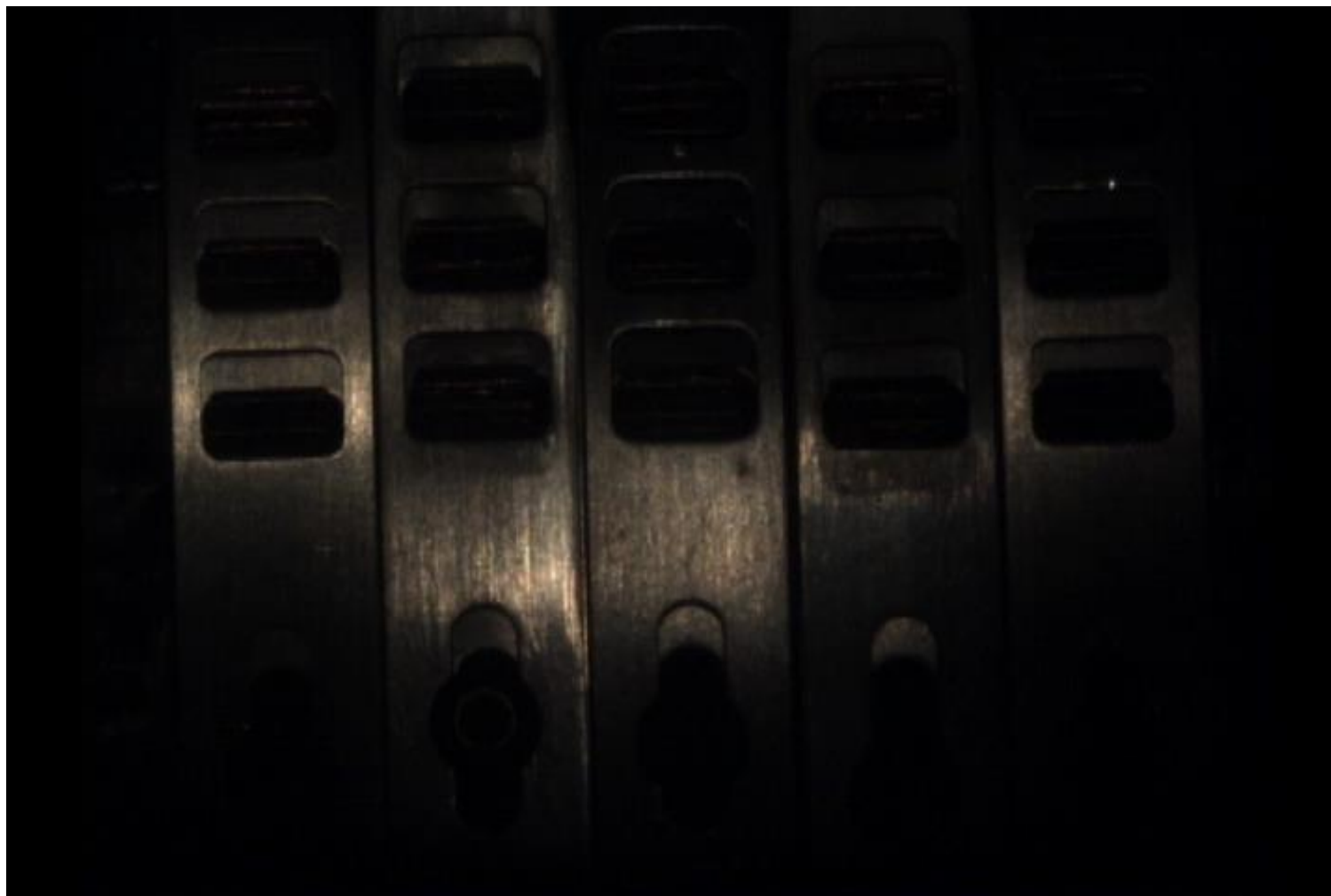


- Прецизионное выставление U-образных пар
- Защита статора – отсутствие загрязнения
- Возможность полной автоматизации

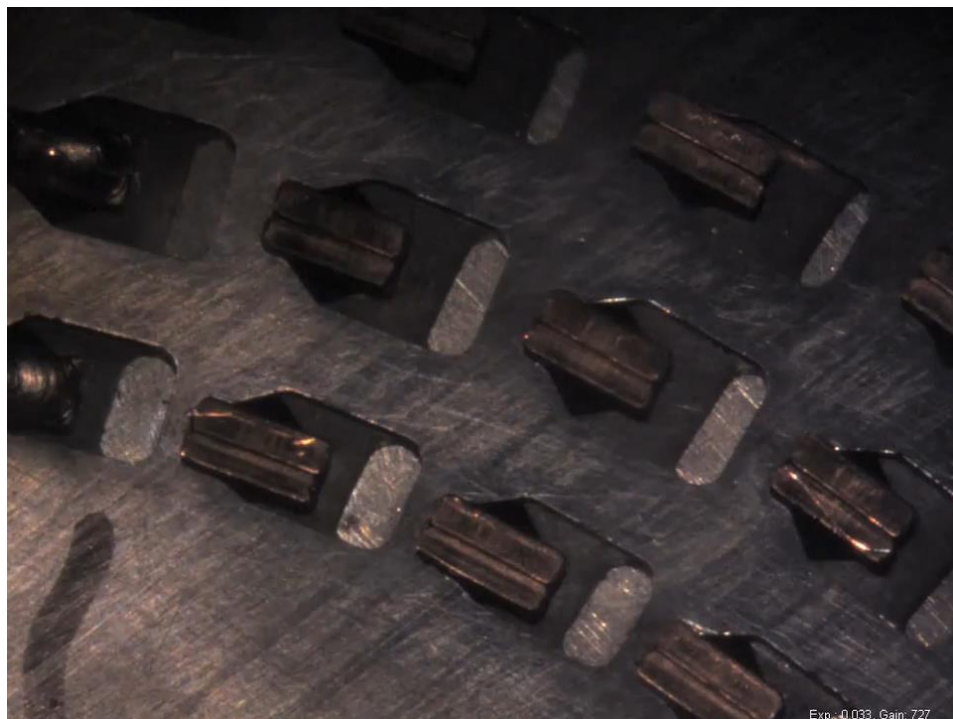


- Диаметр статора различается в зависимости от типа.
- Ширина поля отклонения в зависимости от фокусного расстояния и угла отклонения.
- Принцип: деление статора на сварочные сегменты.

ЭЛ сварка статора: Сварка U-образных витков



ЭЛ сварка – Многованная технология



Многованная технология с 3 ваннами и отклонением. Нет перемещающихся масс.



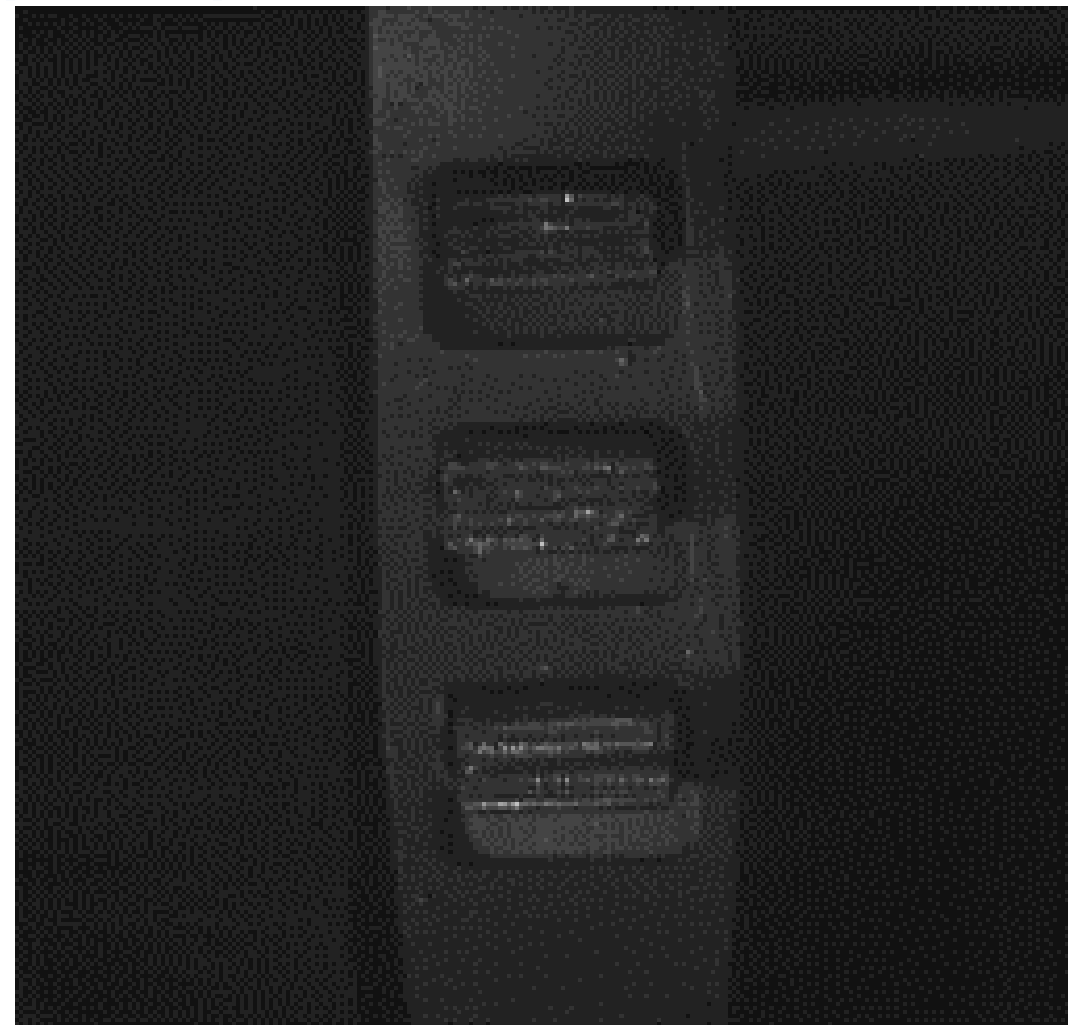
Многованная технология с 6 ваннами в 2 ряда.

Многочувствительная сварка повышает качество за счет обеспечения сбалансированных симметричных условий и скорости производства благодаря использованию доступной высокой мощности.

Система запатентована компанией «Про-бим»

ЭЛ сварка статора: Высокоскоростная регистрация U-образных витков

Общее время обработки = 0,7 с.



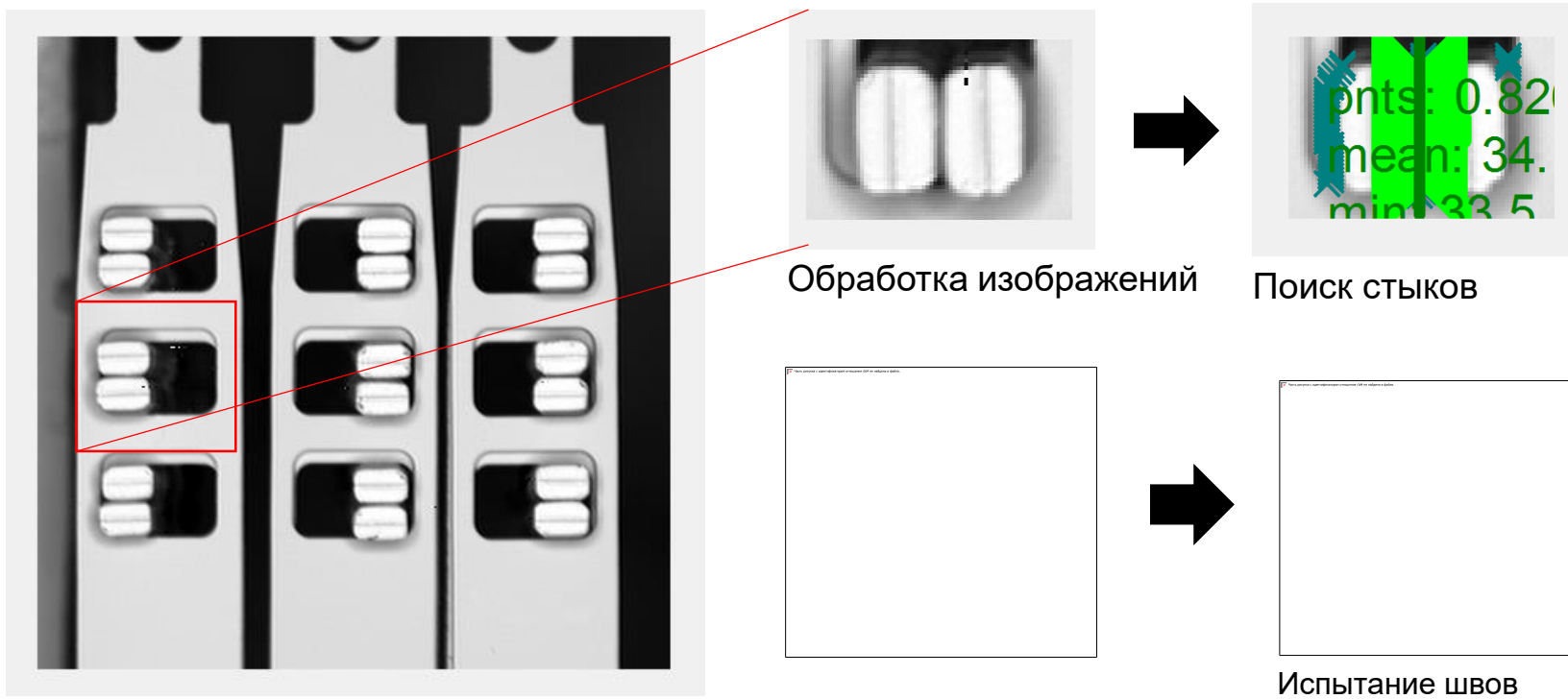
Электронно-лучевая сварка – Многованная сварка



Сборка сажевых фильтров путем сварки прихваточными швами – можно выполнять до 60 сварных швов одновременно.

Контроль качества на месте

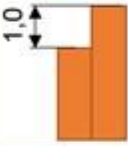
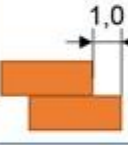
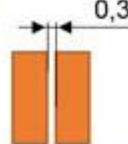
Автоматический поиск стыков и контроль швов



Преимущества и выгода для заказчика:

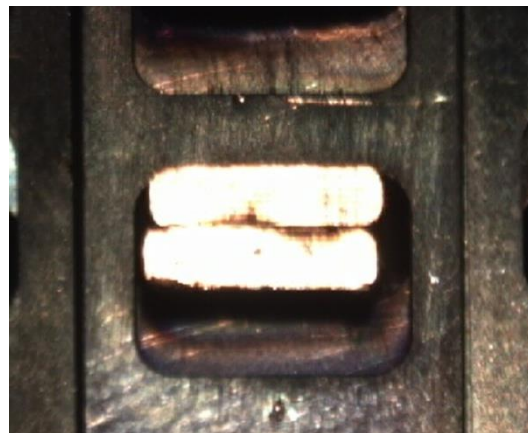
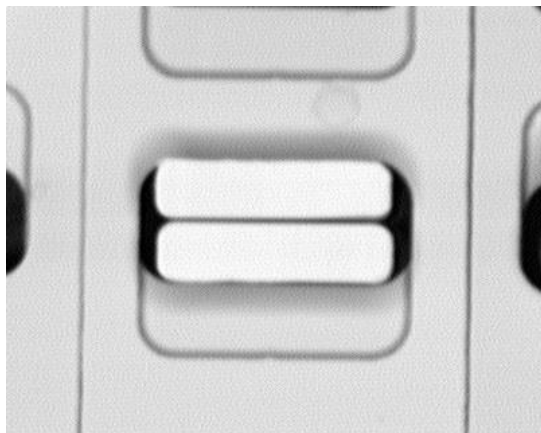
- Возможность 100 % поиска шва
- Оценка погрешностей положения
- 100 % контроль шва после сварки
- Оценка погрешностей по моделям распределения ошибок
- Отслеживание компонентов для повторной сварки дефектов

Технологическое преимущество в электронно-лучевой сварке

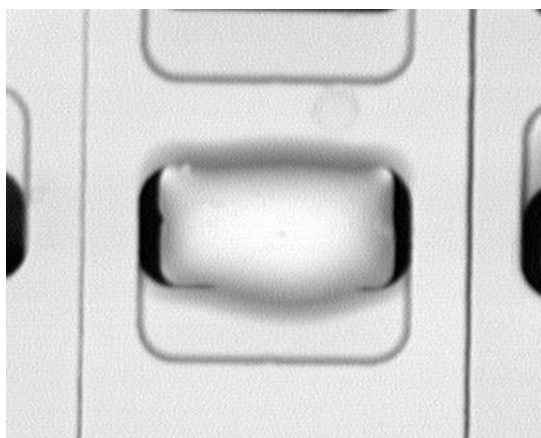
	Эскиз	ELO изображение перед сваркой	ELO изображение после сварки	Съемка		Продольный разрез
Справка						
Смещение по высоте						
Боковое Смещение 1,0 мм						
Обрезная кромка						
Зазор						
Сочетание параметров						

- **Возможность сварки со сдвигом по высоте 1 -1,5 мм**
обрезка U-образных витков не требуется
- **Возможность сварки с поперечным сдвигом**
- **Выполнение шва даже с большим полем отклонения**
Невозможно при использовании лазера
- **Опыт сварки также с**
нависанием, сдвигом по высоте, зазором
- **Возможность контроля шва**
благодаря каталогу сохраненных ошибок
- **Контроль шва**
с помощью каталога сохраненных ошибок

ЭЛ мониторинг (поиск стыков и контроль швов)



- Основа для поиска стыков
- Основа для оценки шва (нависание, сдвиг по высоте, зазор)
- Основа для контроля швов



Электронный оптический мониторинг (ЭЛ)

Световой оптический мониторинг

The diagram illustrates the control system architecture. It features three hydraulic cylinders at the top left, connected via bidirectional arrows to a central PLC (Programmable Logic Controller) unit. The PLC is connected to an HMI (Human Machine Interface) unit, which is in turn connected to a PC (Personal Computer) icon. The PC is connected to a power supply unit (PSU) at the bottom right. The PSU is connected to the PLC and the HMI. The PSU is also connected to a power supply unit (PSU) at the bottom right, which is connected to the PLC and the HMI. The PSU is also connected to a power supply unit (PSU) at the bottom right, which is connected to the PLC and the HMI.

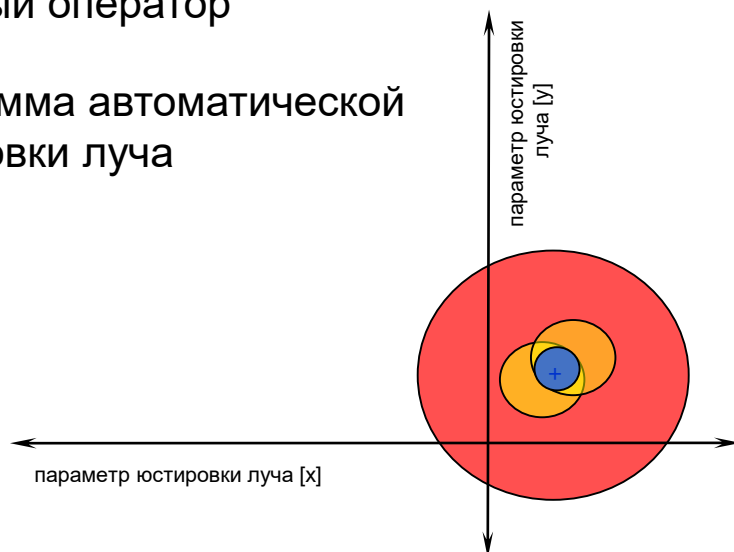
-

Характеристики электронного луча

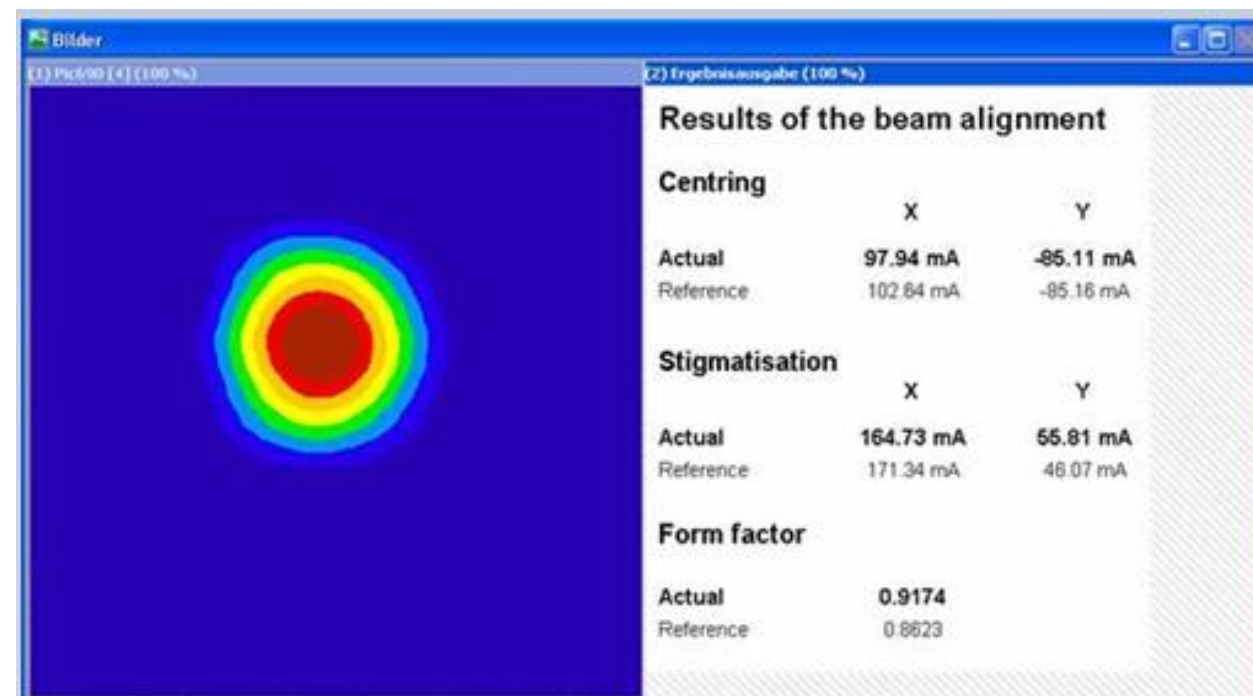
Автоматическая юстировка луча

Диск распределения ошибок для юстировки луча:

- среднестатистический оператор
- опытный оператор
- программа автоматической юстировки луча



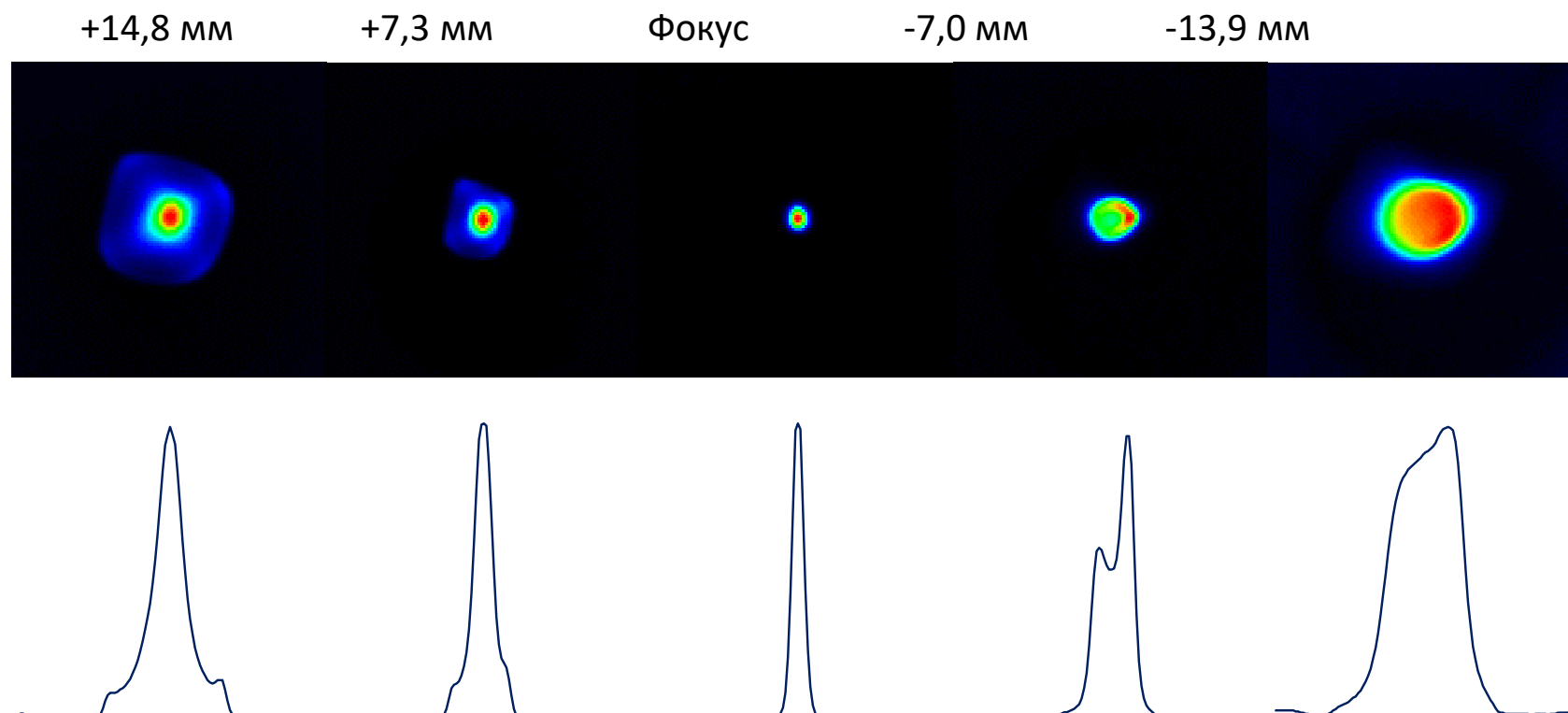
+ идеальный параметр юстировки луча



снимок экрана программы автоматической юстировки луча

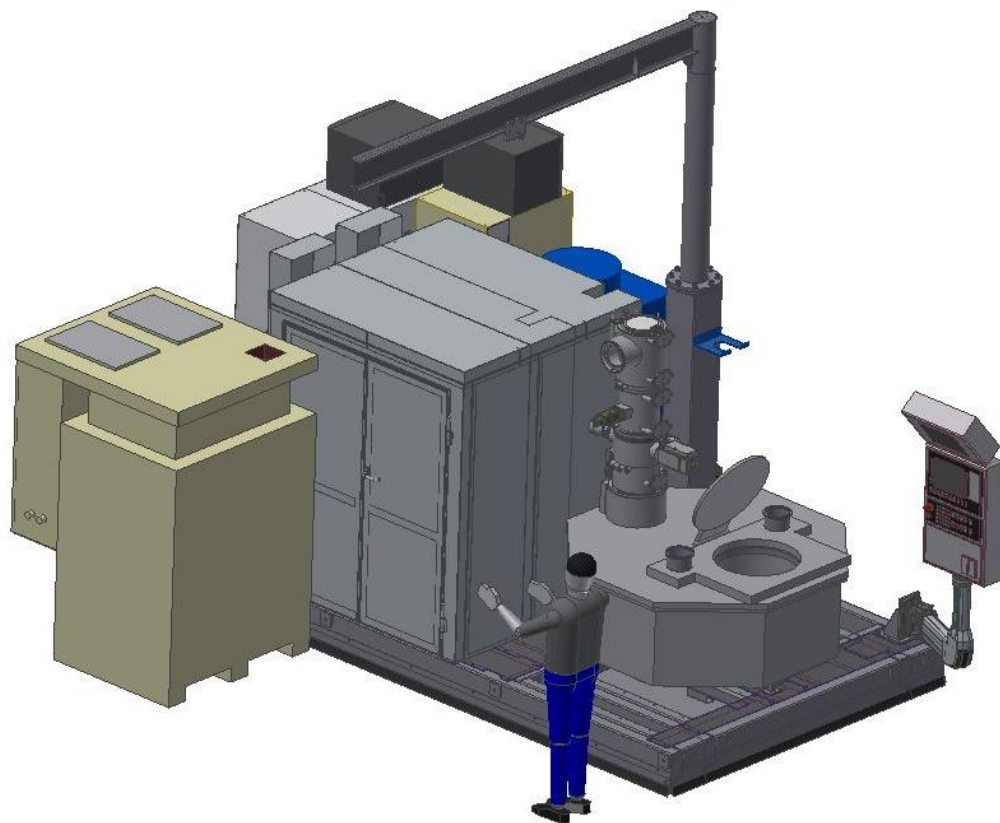
Система запатентована

Измерение луча

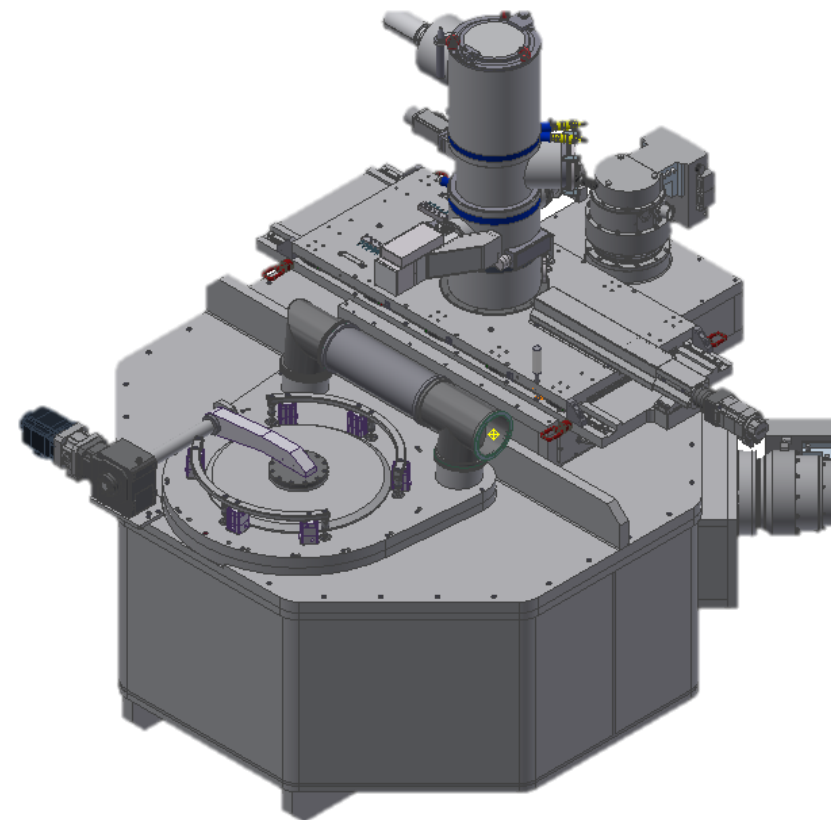


Принципы системы сварки U-образных ВИТКОВ

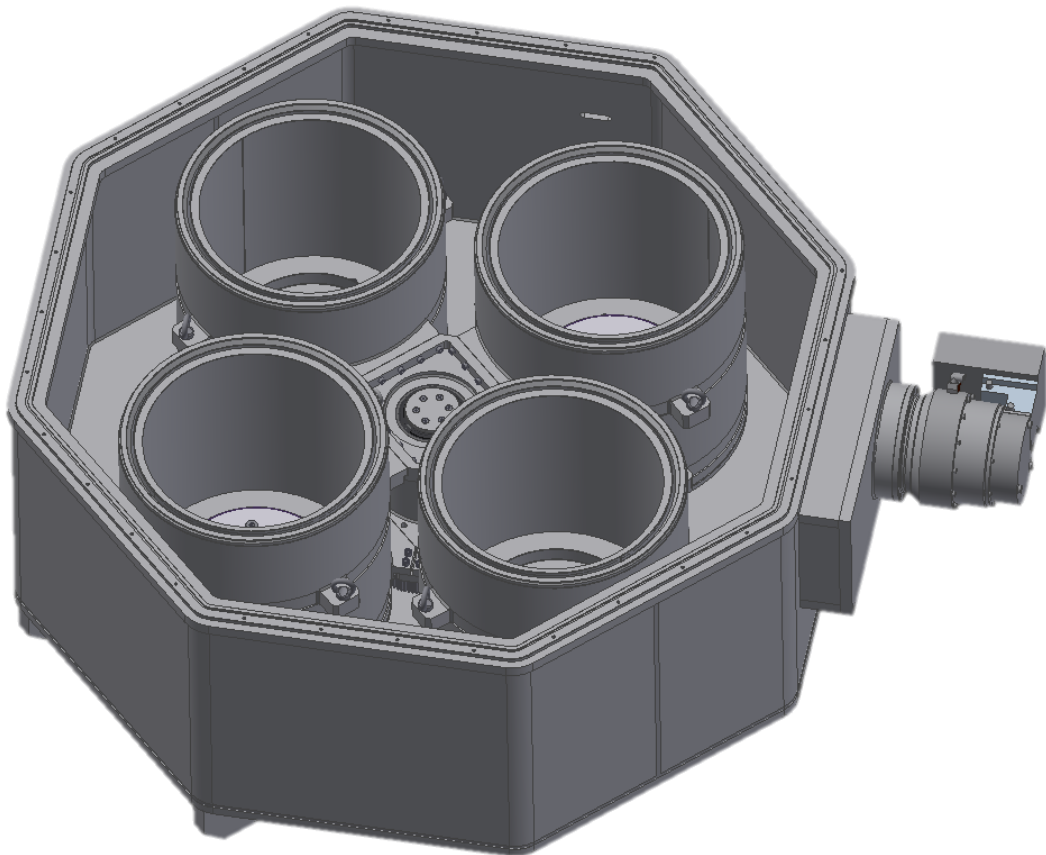
ЭЛ сварка в электротранспорте – серия – система



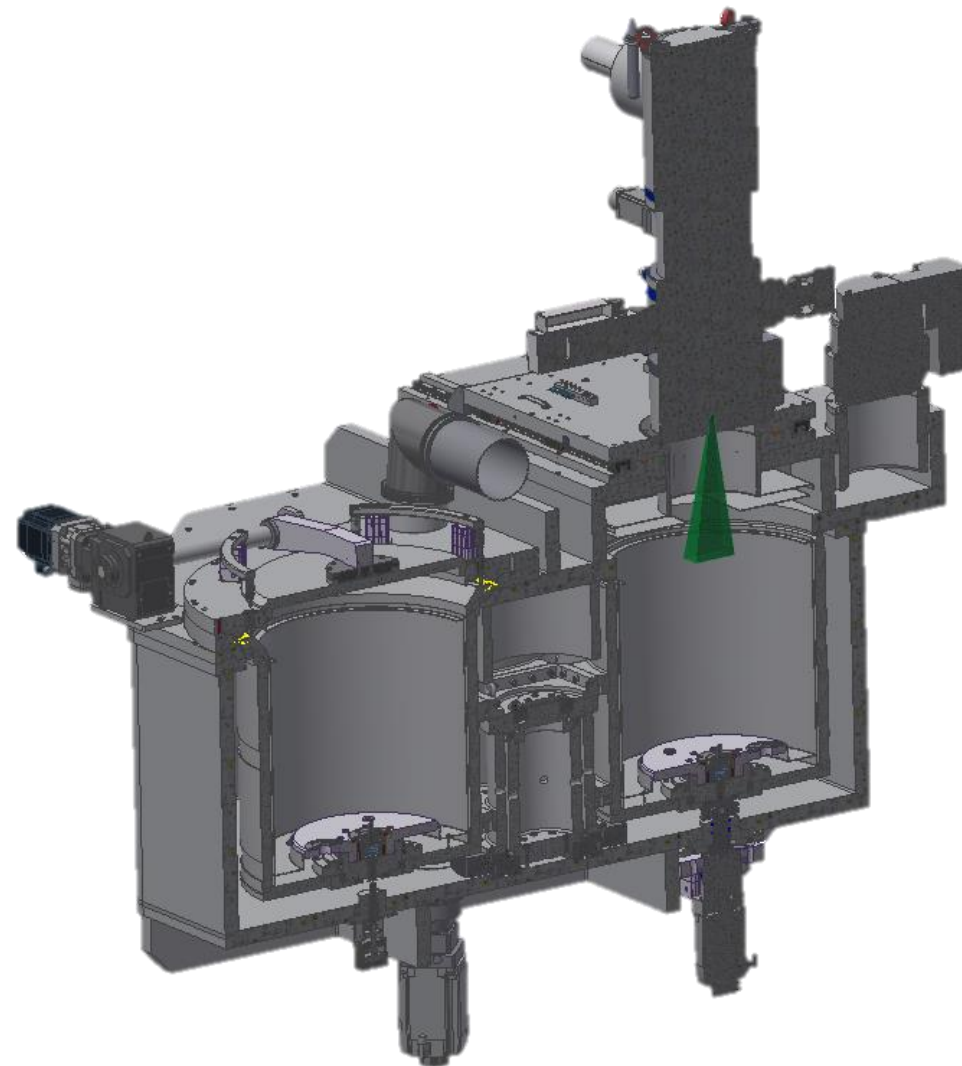
ЭЛ машина RT 600



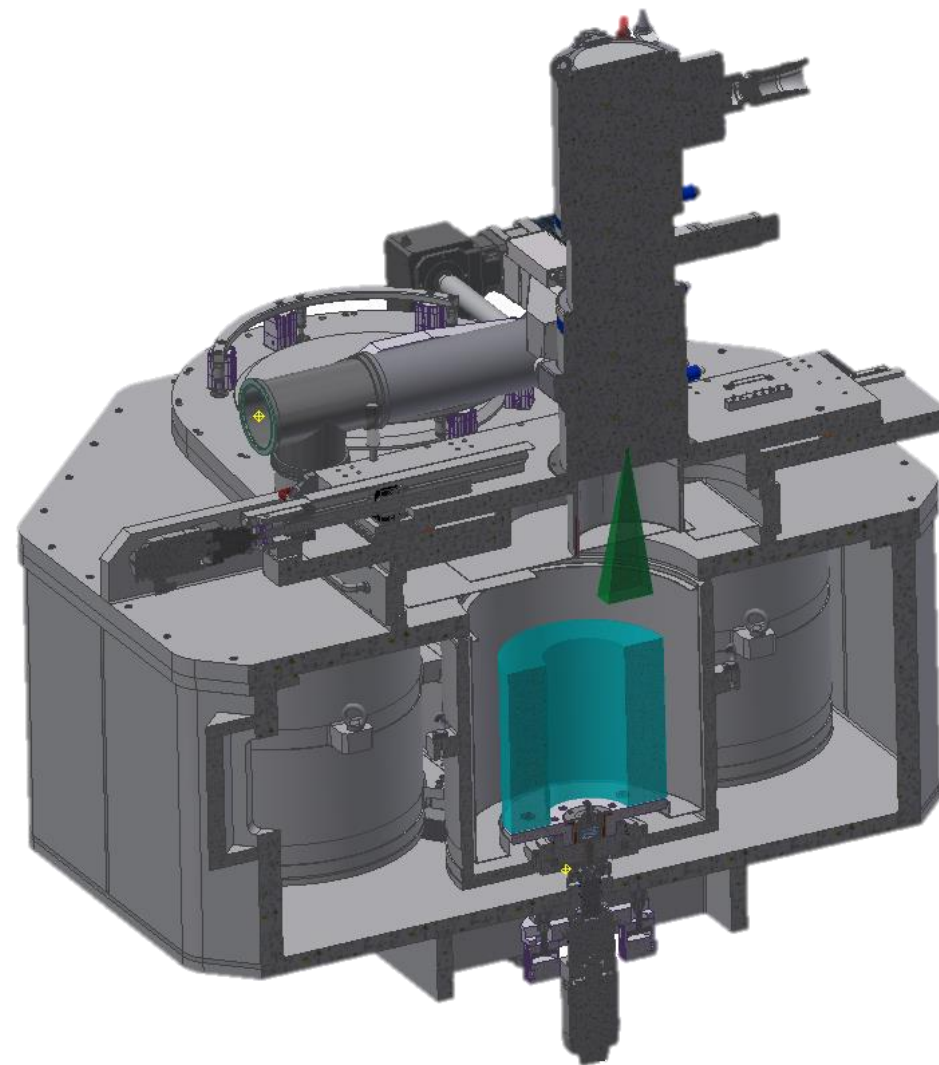
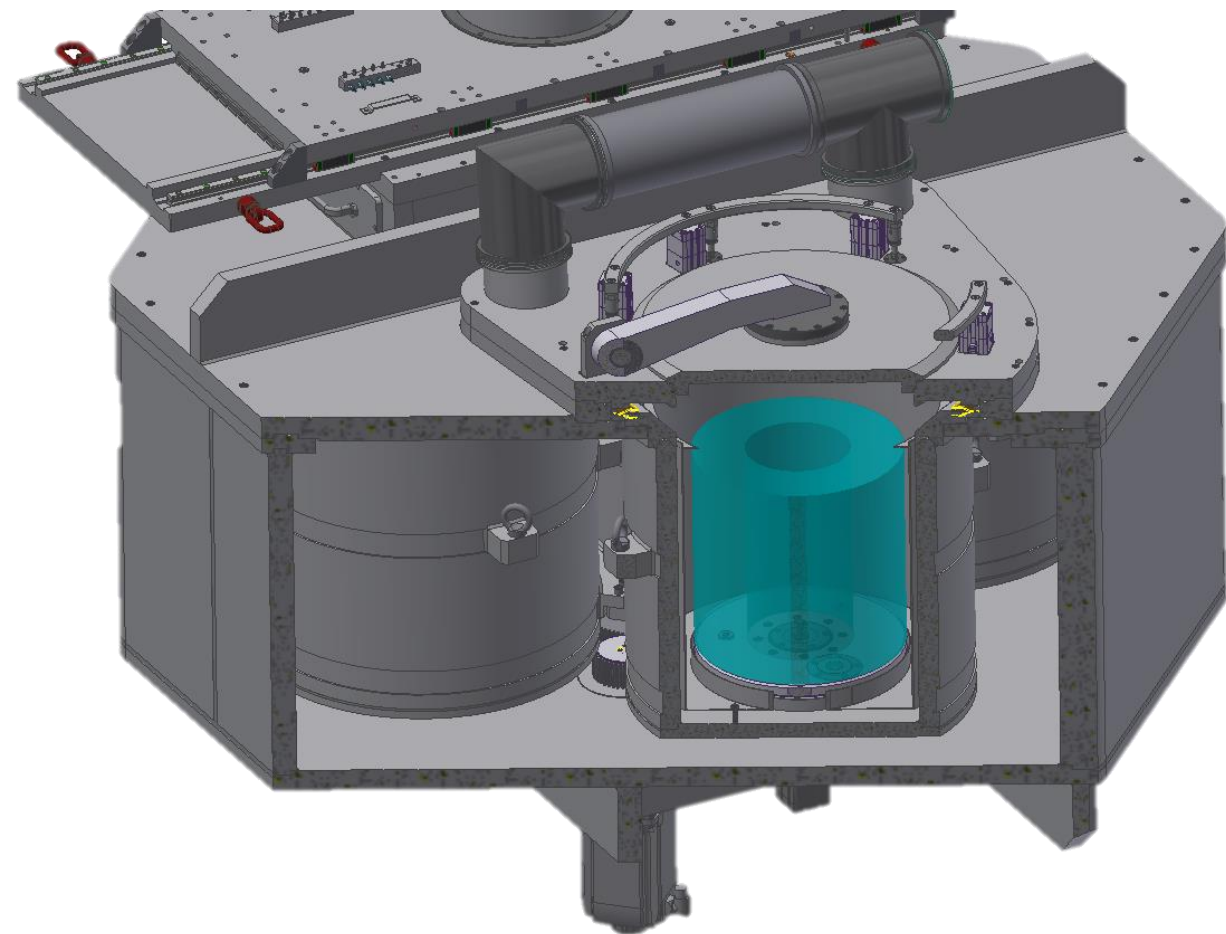
ЭЛ сварка в электротранспорте – серийная система



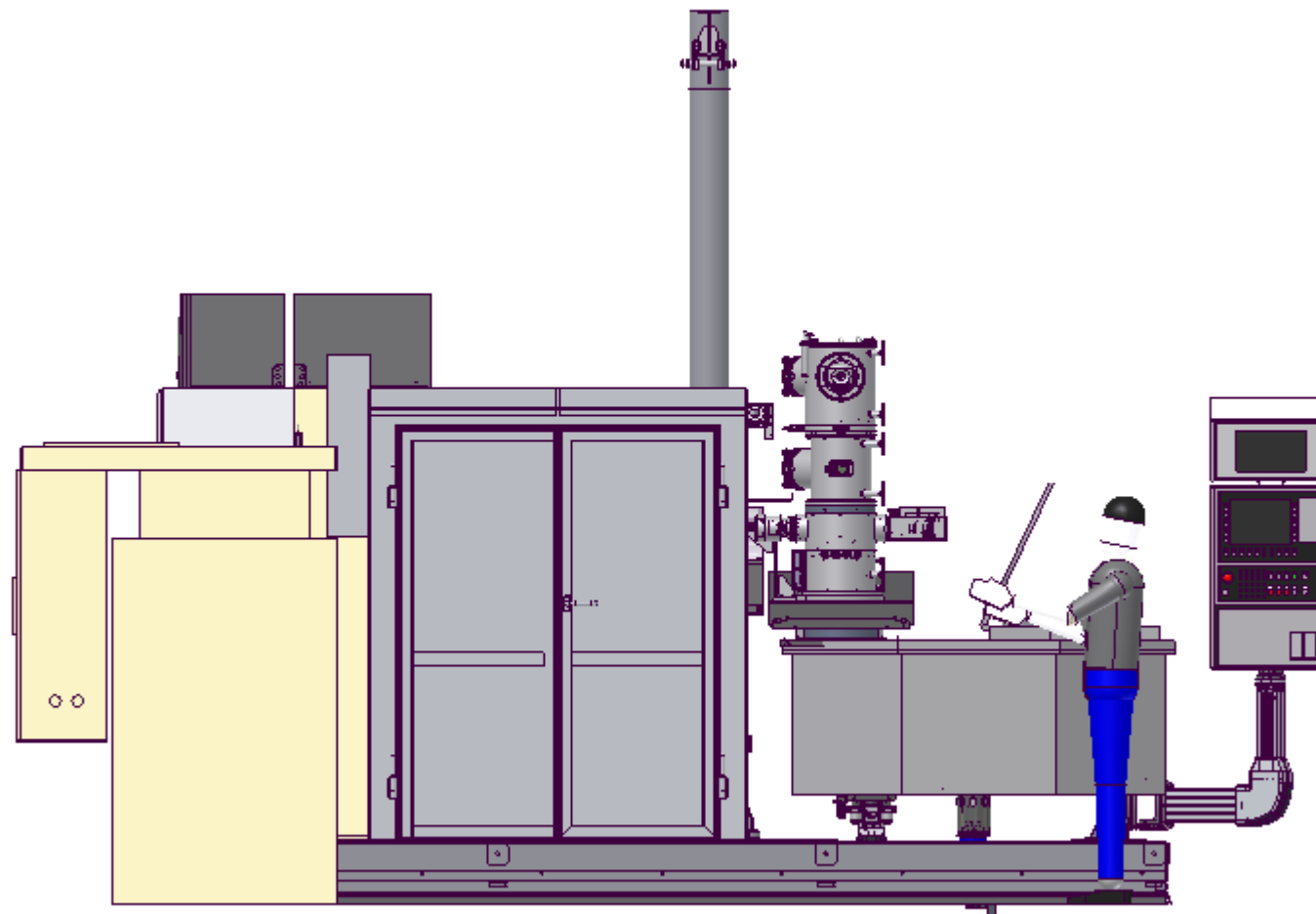
Камера с возможностью адаптации под компонент



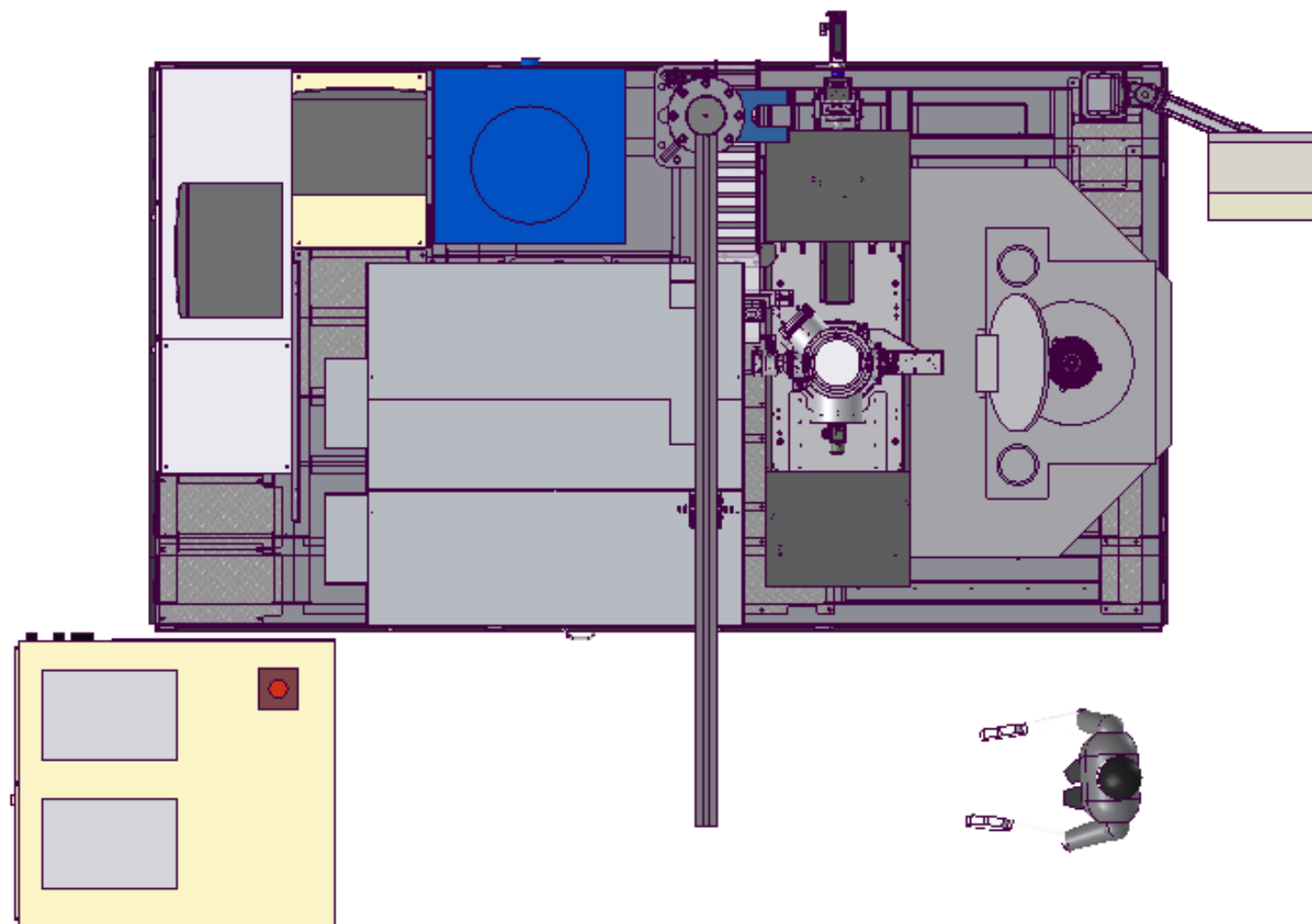
ЭЛ сварка в электротранспорте – серийная система



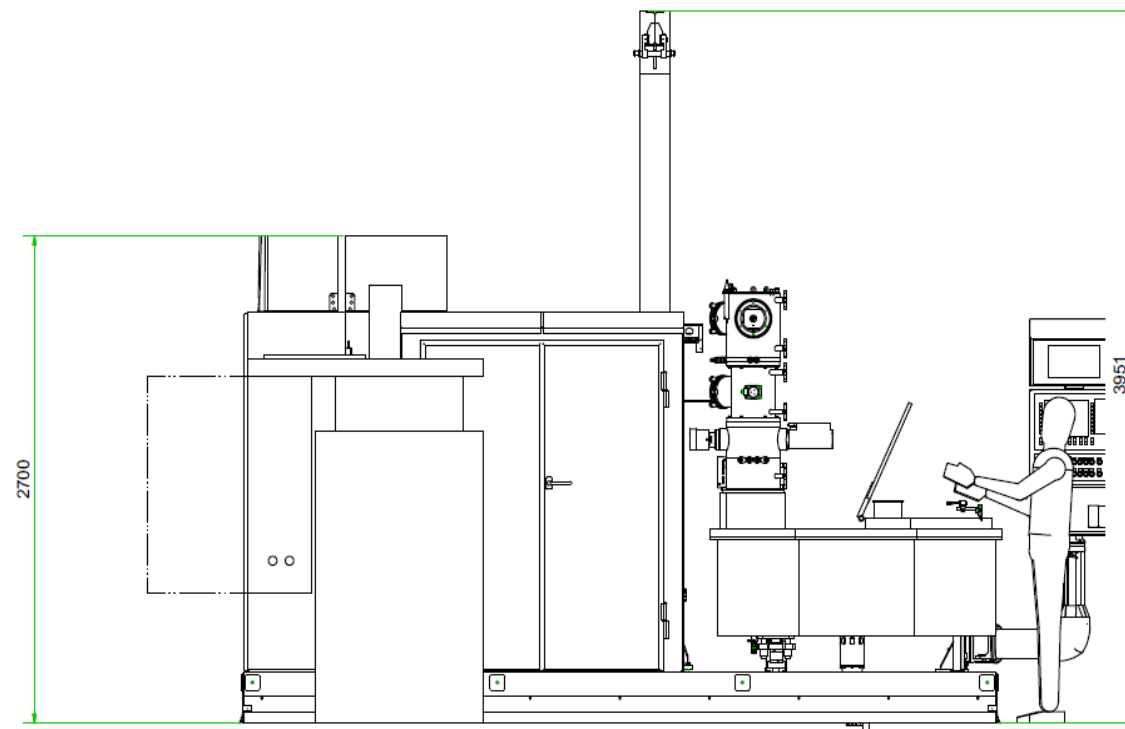
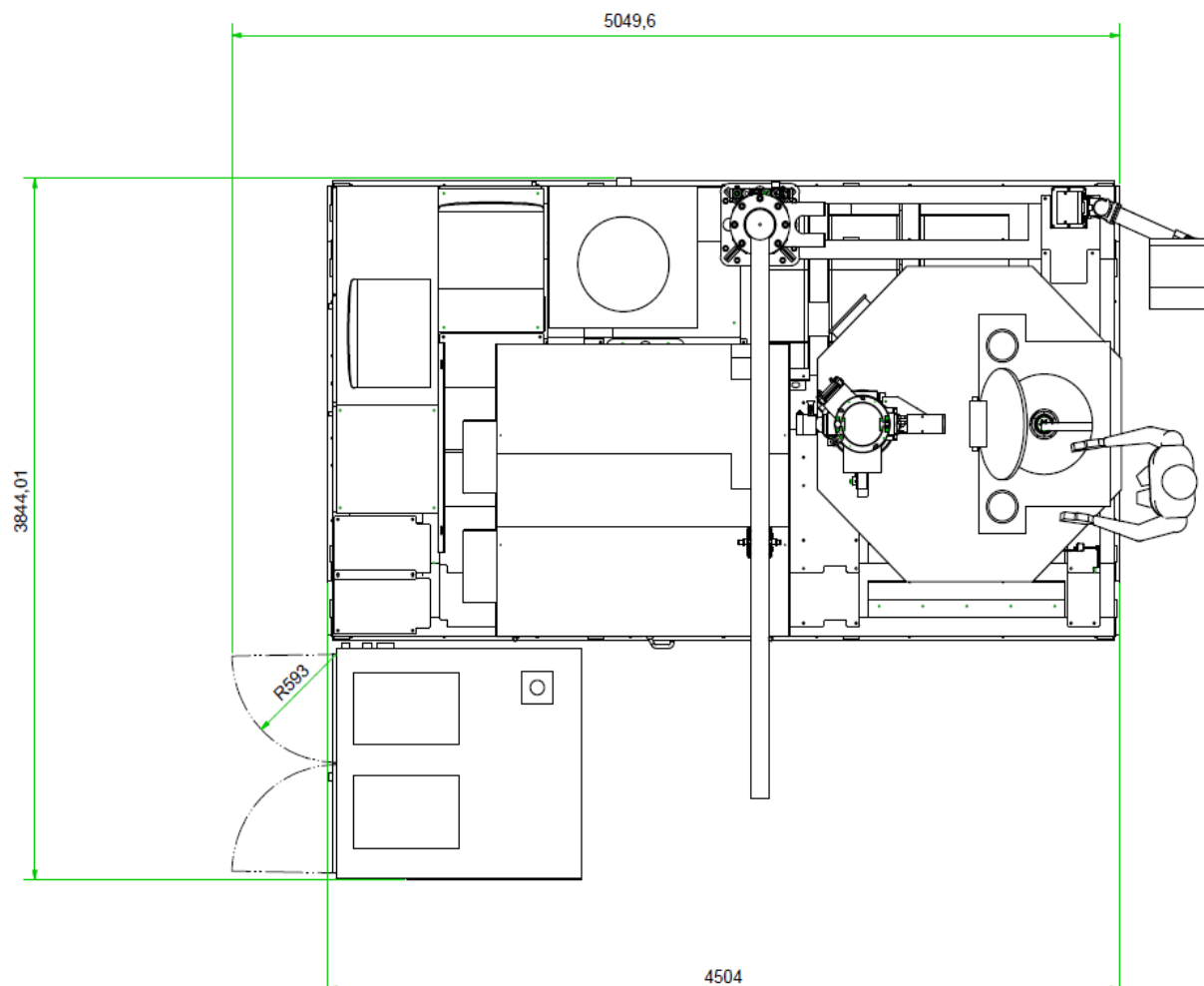
ЭЛ сварка в электротранспорте – серийная система

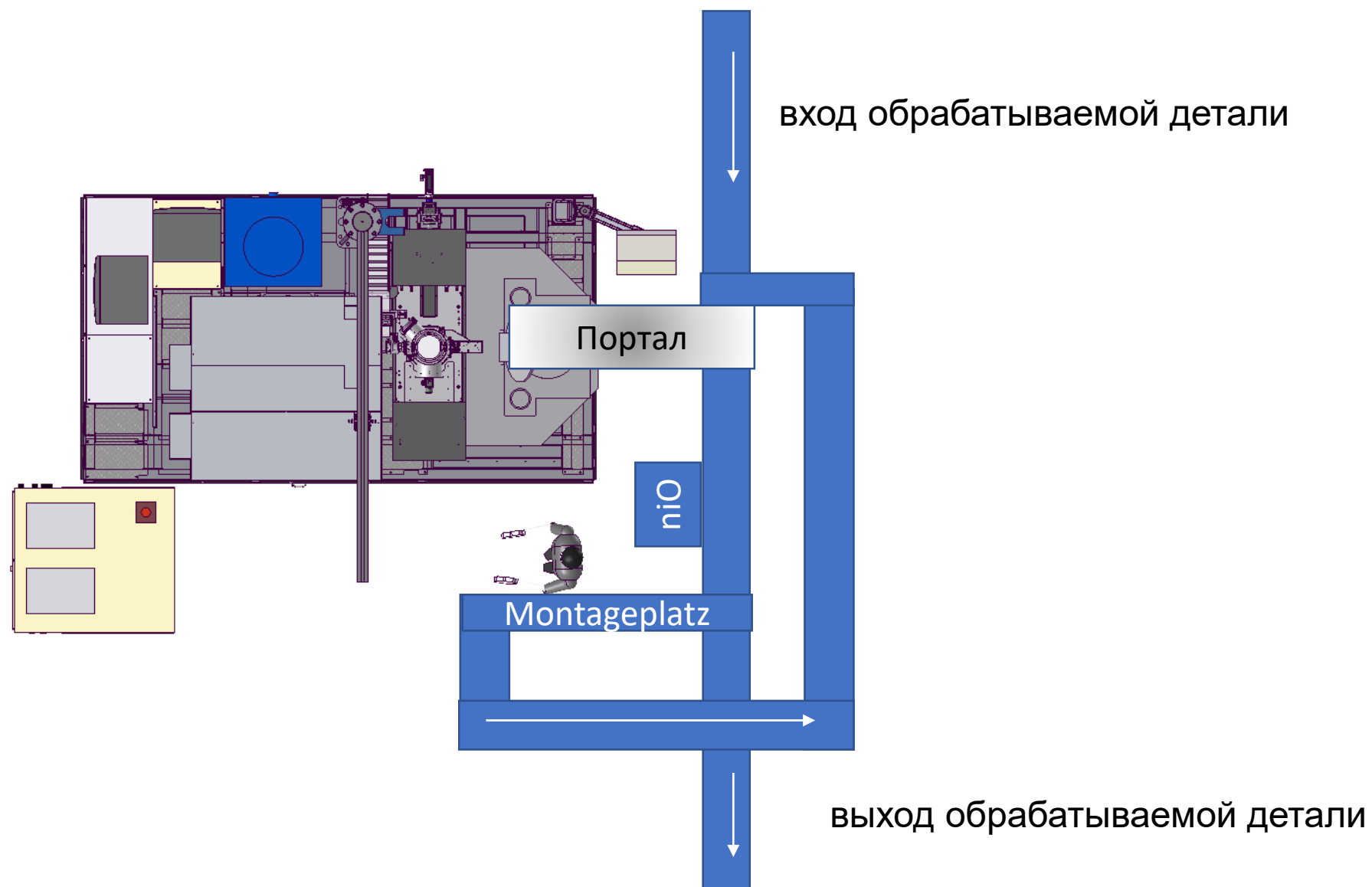


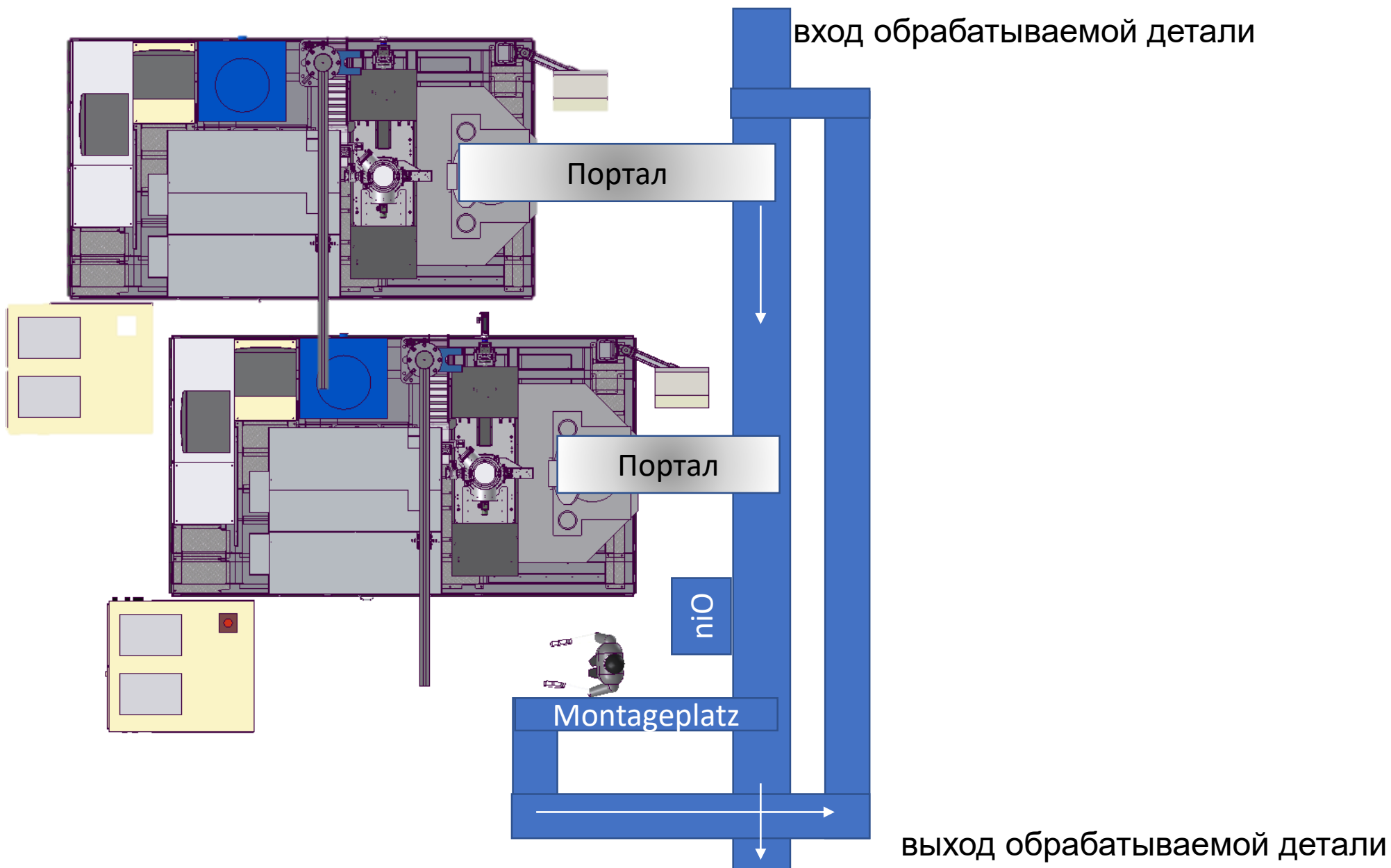
ЭЛ сварка в электротранспорте – серийная система



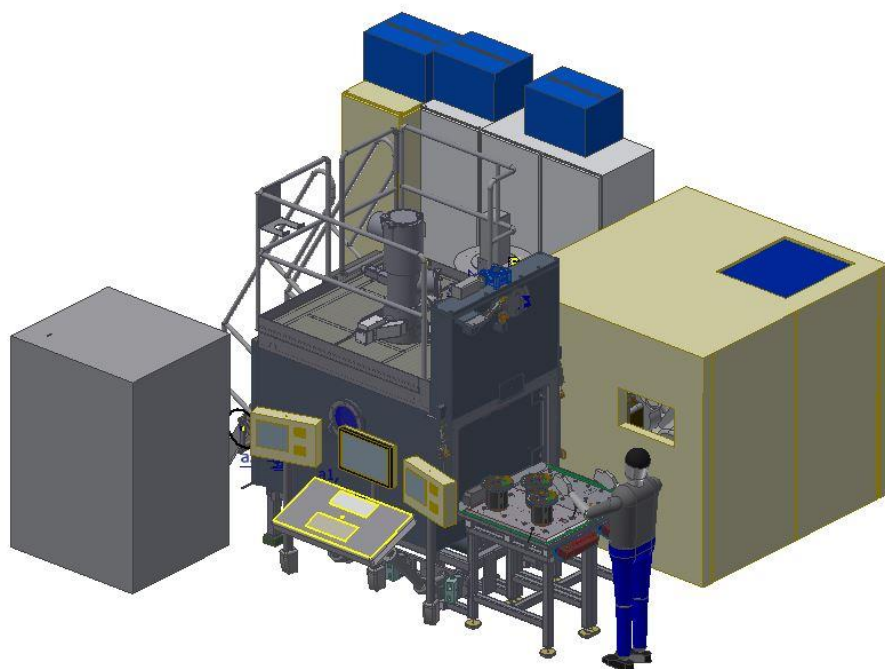
ЭЛ сварка в электротранспорте – серийная система



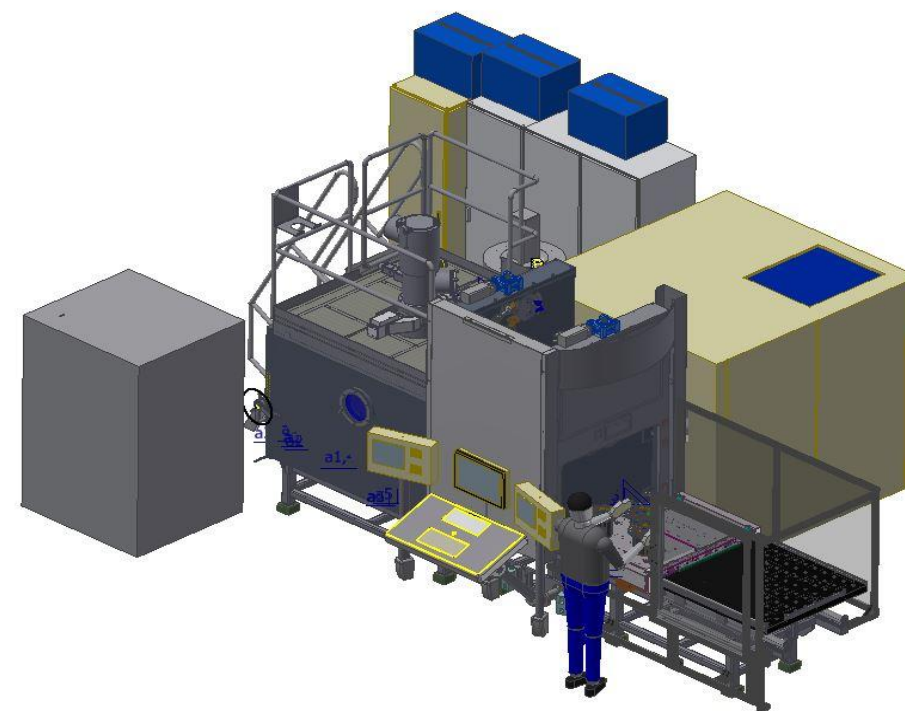




ЭЛ сварка в электротранспорте – гибкая система



Система электронно-лучевой камеры К 20



Система с 2 универсальными электронно-лучевыми камерами и шлюзом S 20

Преимущества ЭЛ сварки в сравнении с лазерной сваркой U-образных витков

- **Возможность применения многоканальной технологии (стандарт для «Про-бим»)**
 - Сокращение циклового времени
 - Различное фокусное расстояние, мощность пригодна для различных лучей
- **Настоящая сварка с глубоким проплавлением по ЭЛ технологии (верифицируемая сварка «замочной скважиной») с малым термическим воздействием**
 - гарантируемая глубина сварки и требуемая площадь соединения, возможность ЭЛ сварки чувствительных к температуре U-образных витков
- **Лучше КПД использования энергии**
- **Встроенная в инструмент функция поиска стыка**
- **КПД почти 100%**
 - для инфракрасного диапазона с лазерным поглощением 5% для Cu 95% отражения
- **Постоянный ЭЛ пучок**
 - встроенная функция автоматической юстировки луча и измерения профиля луча
- **Динамический ЭЛ пучок**
 - все влияющие переменные луча регулируются цифровым способом
- **Нет перемещающихся масс благодаря технологии отклонения**
 - Электромагнитное управление с встроенной функцией сканирования
- **Динамическая «оптика» – ЭЛ**
 - очень быстрые электромагнитные фокусирующие линзы.
 - Лазер – медленная регулировка фокуса, износ механических компонентов, загрязнение оптики
 - с механической регулировкой фокуса лазера посредством подвижных линз
- **Благодаря технологии отклонения ЭЛ нет перемещающихся масс**
 - электромагнитное управление
- **Встроенный контроль шва**
 - запись высокой контрастности с автоматическим обнаружением дефектов сварного шва даже в случае мелких дефектов

Преимущества ЭЛ сварки U-образных витков «Про-бим» в сравнении с конкурентами

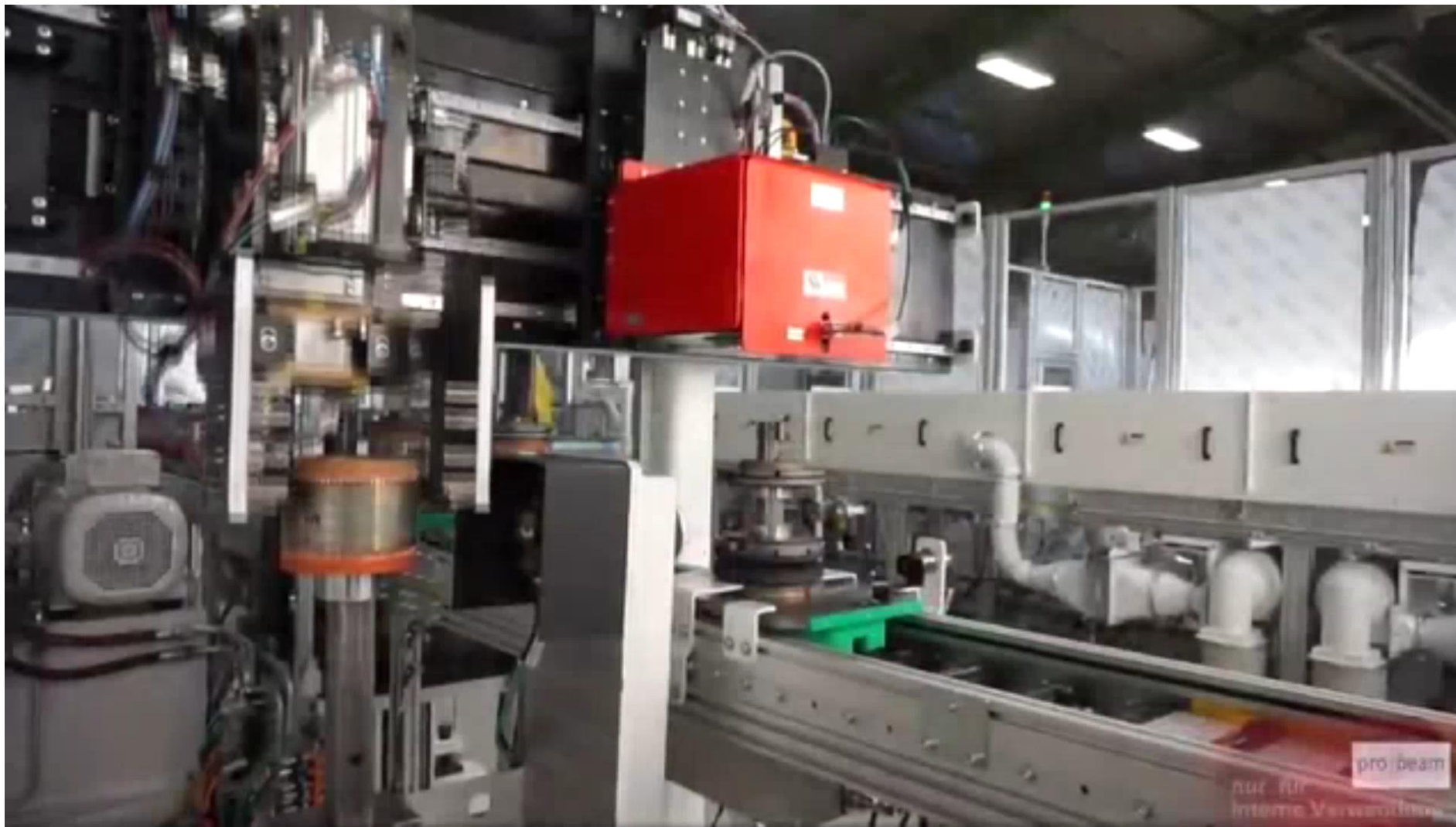
- **Патентованная многованная технология**
 - Параметры единичной сварки не переносятся на параметры сварки в случае многованной технологии
- **Собственная разработка pro-beam – контроль ЭЛ сварки «Multimod»**
 - возможность контроля до 16 лучей независимо друг от друга в многованной технологии
 - различные контуры сварки, – распределение мощности, – значения фокуса
- **Технология отклонения pro-beam**
 - В технологии отклонения нет перемещающихся масс. Нет переносимых технологических параметров без технологии отклонения
 - Электромагнитное управление с встроенной функцией сканирования $\pm 8^\circ$.
- **Патентованная система последовательной ЭЛ сварки U-образных витков во время вакуумирования**
 - Нет перемещающихся масс, кроме запорного кольца, экономия энергии / сокращение цикла, стойкость к износу
 - проверенная технология роторных автоматических линий серии RT. 29 машин (по 3 последовательно)
- **Патентованное измерение луча**
 - постоянное качество луча
 - гибкое качество сварки. Отсутствие брака
- **100% цифровой дизайн системы / 100% сбор данных технологических параметров**
 - возможность прослеживания технологических параметров. Автоматическое сообщение об ошибке в случае отклонения технологических параметров
 - Гарантия чистой документации в случае претензий по качеству продукции к OEM.
- **Более 1,5 лет практического опыта в сфере сварки U-образных витков, 7 клиентов**
 - различные требования к сварке U-образных витков
 - доказанная сварка U-образных витков без пор со значительно сокращенным образованием сварочных брызг
 - собственное зажимное устройство со встроенной защитой статора
- **40 лет опыта в сфере сварки меди**
 - системы у клиентов, серийное/контрактное производство на 3 предприятиях в разных странах

ЭЛ технология pro-beam для различных сфер применения

Желтый – Патенты, затрагивающие U-образные витки (не полный список)

Все прочие патенты относятся к функциям, используемым для других процессов. Представляет интерес для пробной обработки других компонентов (не исчерпывающий список)

- - Многолучевая технология: 2.1.2 Процесс с использованием многолучевой технологии
 - 2.1.2.1 DE 199 39 123 Подвижный компонент и не менее 2 лучей таким образом, чтобы получить требуемые свойства
 - 2.1.2.2 DE 102 01 828. Временное разделение зоны воздействия не менее чем на 2 зоны и повторное слияние их в одну зону воздействия
 - **Многолучевая технология (последовательная): Патент DE 101 57 403 выдан pro-beam Systems**
 - Многолучевая технология (параллельная): Патент DE 100 57 403 выдан
- Отклонение луча
 - 2.1.1 Метод с использованием быстрого отклонения луча
 - 2.1.1.1 DE 199 27 092 Метод с предварительно рассчитанным полем энергии
 - 2.1.1.2 DE 199 27 093, аналогично 2.1.1.1 + контроль температуры
 - 2.1.1.3 DE 199 27 095, аналогично 2.1.1.2 + плотность энергии в зависимости от обрабатываемой детали
 - 2.1.1.4 DE 199 42 386, аналогично 2.1.1.1 + настройки посредством относительного отклонения.
- **Автоматический поиск стыка**
- **Измерение луча: Патент DE 102 32 230, EP 1382411, US 2005173650, US 6977382 выдан**



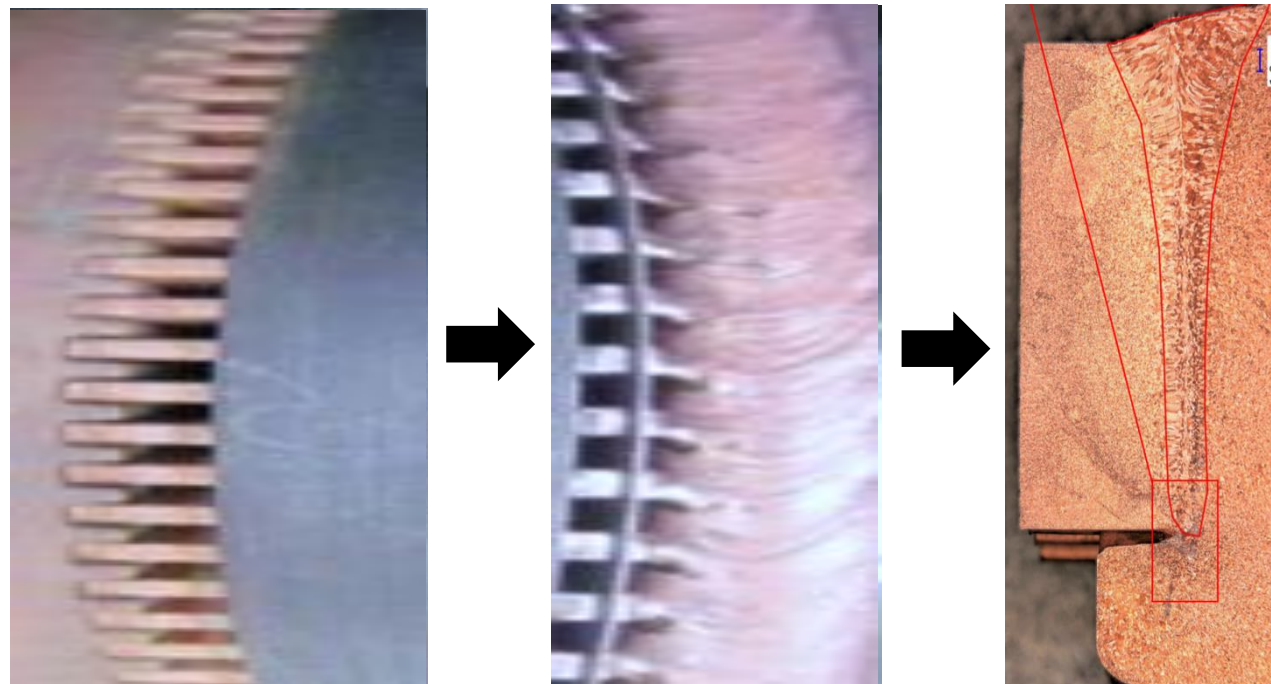
ЭЛ технология – Применение: Сварка ротора

Возможности:

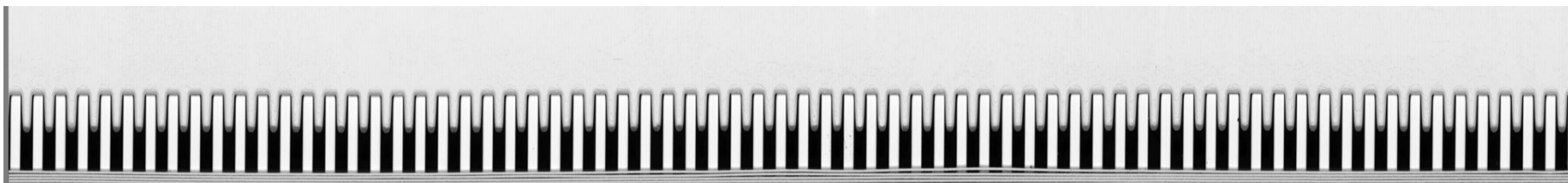
- Сварка меди
- Низкий приток тепла
- Высокая производительность
- Идеальный переход мощности

Ваша выгода

- Малые партии с оптимальными издержками (на оплату труда) и / или крупные серии на собственных предприятиях
- Прочное соединение



ЭЛ технология – Применение: Сварка ротора

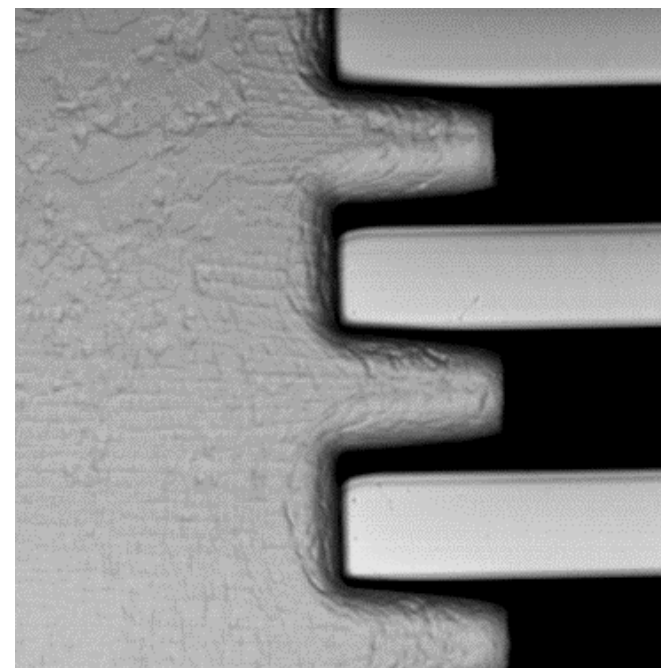


ЛО-изображение стыка на 360°.

Разрешение ELO-изображения: 1000 x 4140

Пересчет: 1 пиксель = 0,024 мм

Измеренное расстояние между мин. и макс.: 0,408 мм



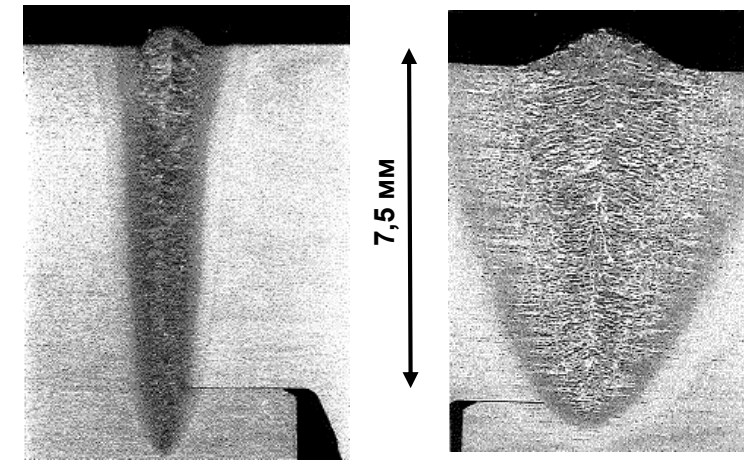
ЭЛ технология – Использование: Сварка приводного вала

Технические характеристики:

- Объем камеры: 2 м³ (многошпиндельная, 8 волн)
- Макс. ускоряющее напряжение: 80 кВ
- Мощность луча: 10 кВт
- Цикловое время: 40 сек (включая прогрев сопла)
- Обрабатываемая деталь: Фланцевый вал
- Материал: С40Е

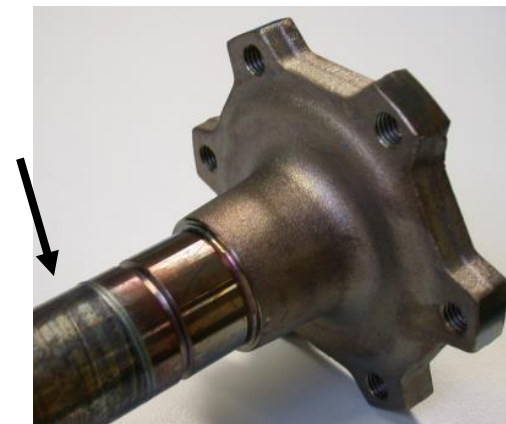
Преимущества и выгода для заказчика:

- самый низкий приток тепла
- минимальная деформация
- гибкость при конструировании деталей
- значительная экономия энергии (ср. СО₂ лазер)



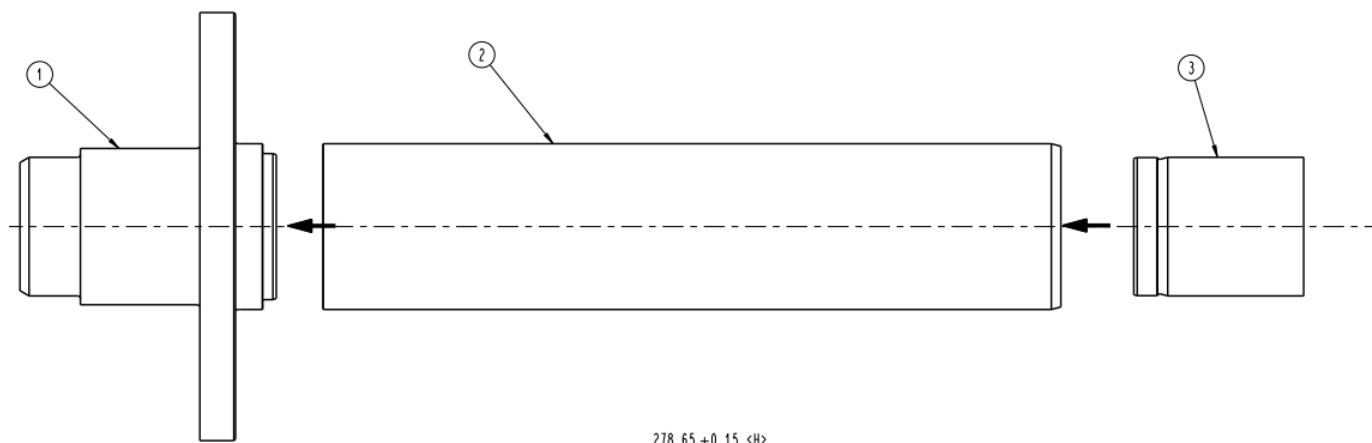
ЭЛ, 4 кВт

СО₂-лазер, 12 кВт



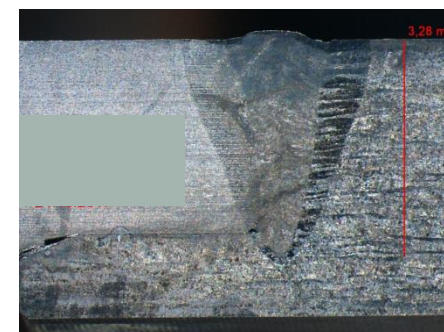
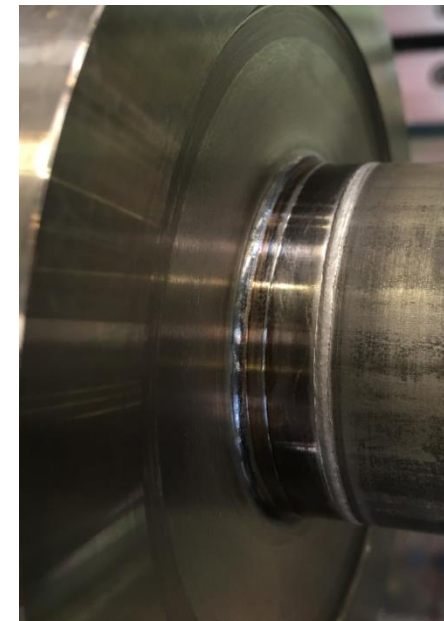
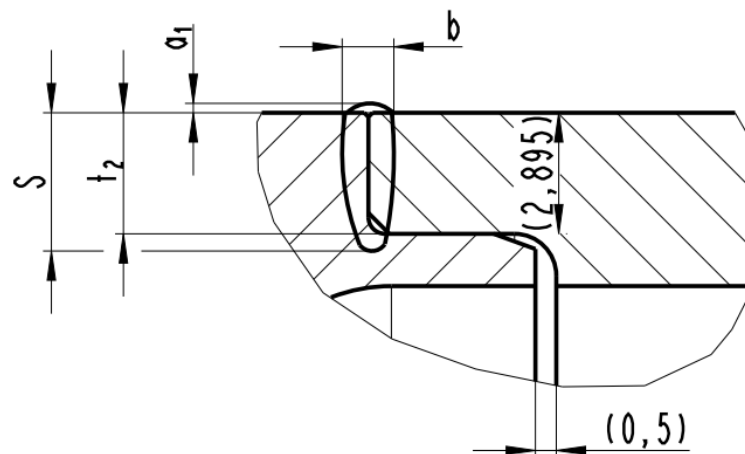
Пример применения – Сварка фланцевого вала с разными валами

ЭЛ сварка – Вал ротора



Преимущества и выгода для заказчика:

- Большая свобода выбора геометрической схемы компонента
- Меншее повышение стоимости продукции
- Сварка в пределах допуска готовой детали
- Снижение себестоимости продукции



ЭЛ технология – Использование: Сварка литий-ионных батарей

Преимущества и выгода для заказчика:

- Сварка в вакууме для безопасного закрытия батарей
- Короткое время обработки за счет многогранной технологии



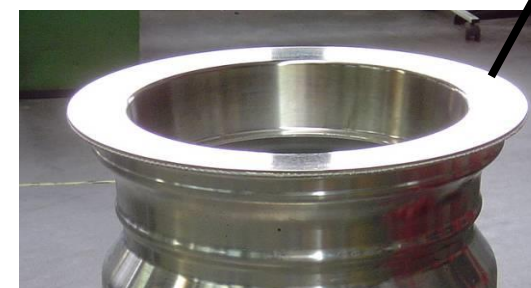
ЭЛ технология – Использование: Сварка ободов

Технические характеристики:

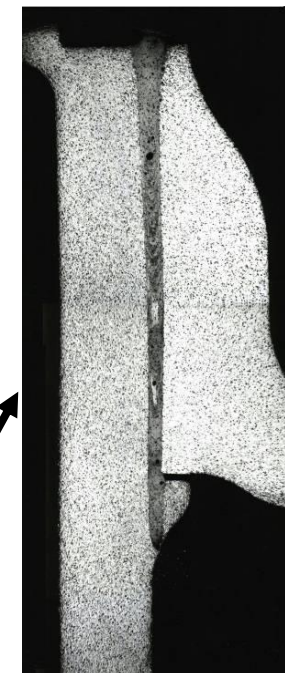
- Объем камеры: 2 м³
- Макс. ускоряющее напряжение: 80 кВ
- Мощность луча: 15 кВт
- Цикловое время: 60 сек
- Обрабатываемая деталь: обод
- Материал: ZK60 / AZ80 (сплав Mg)

Преимущества и выгода для заказчика:

- Стык не виден после механической обработки
- Высокая степень автоматизации, включая поиск стыка,
- От оператора не требуется управлять сварочным процессом
- Универсальная система. Высокая технологическая гибкость и разнообразие компонентов



Гоночный обод с приварным ветроотражателем (не видно после обработки верхнего трека)



Макрошлиф
s = 20 мм

Благодарим за внимание

<http://robotek.msk.ru/>

8(495)778-63-88

