



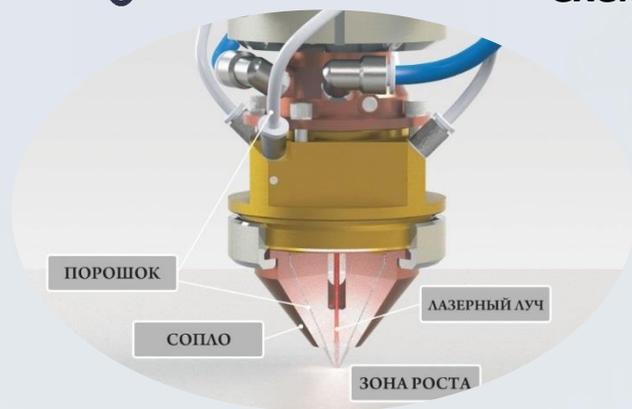
ИЛИСТ СПБГМТУ

«СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ»

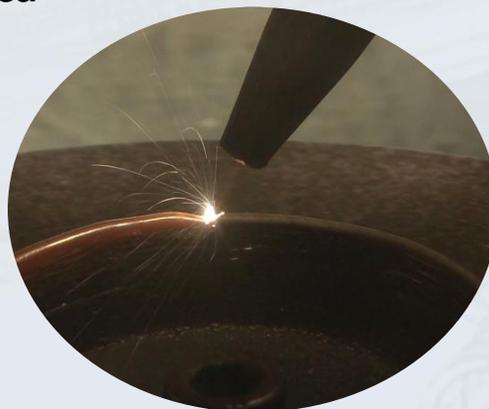
Туричин Г.А.

13 декабря 2019 г.

Схема процесса



Коаксиальная схема



Некоаксиальная схема

- ✓ Через газопорошковую струю пропускается лазерное излучение.
- ✓ Получаем жидкую оболочку и твёрдое ядро порошинки.
- ✓ Контролируемое плавления порошка.
- ✓ Двухфазная ванна расплава и объемная кристаллизация.

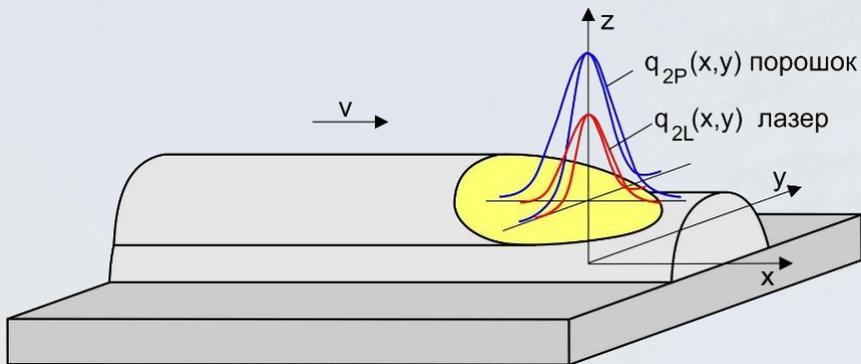


Физические процессы

- ✓ Газодинамические процессы переноса порошка в газовой струе
- ✓ Нагрев и плавление частиц порошка лазерным излучением
- ✓ Тепловые процессы в зоне роста
- ✓ Кристаллизация расплава и формирование поверхности изделия
- ✓ Формирование микроструктуры изделия.

Основные преимущества

- ✓ Увеличение производительности изготовления деталей сложной формы (до 2.5 кг/ч) из труднообрабатываемых материалов
- ✓ Снижение материалоемкости производства
- ✓ Возможность получения изделий с градиентными эксплуатационными характеристиками



Нелинейная квазистационарная задача теплопроводности

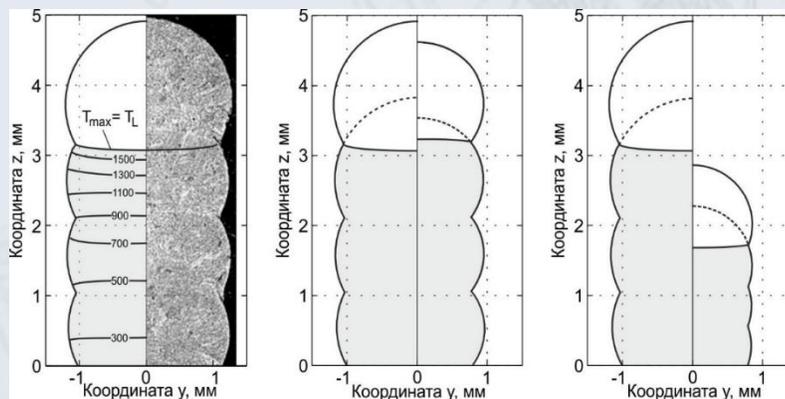
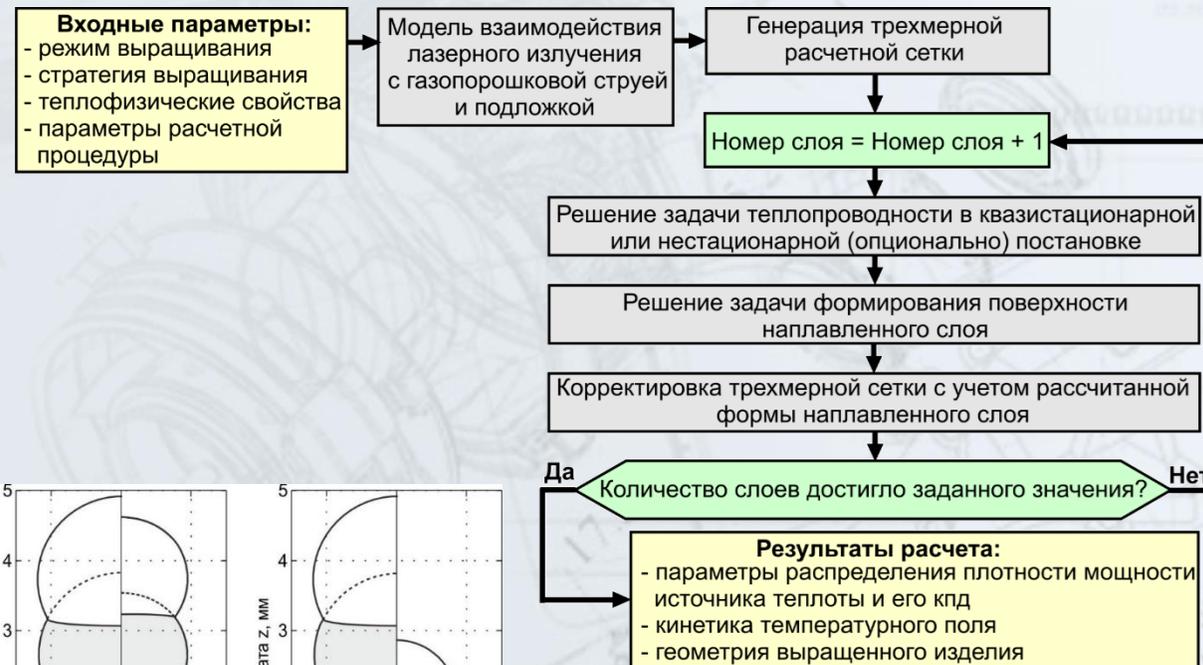
$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \nu c \rho \frac{\partial T}{\partial x} = 0$$

Нормально распределенный эллиптический источник теплоты:

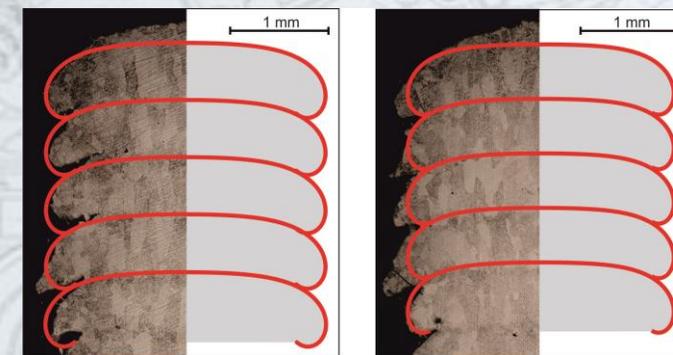
$$q_{2L}(x, y) = \frac{\eta q_L \sin \beta}{\pi r_L^2} \exp \left[-\frac{(x \sin \beta)^2 + y^2}{r_L^2} \right]$$

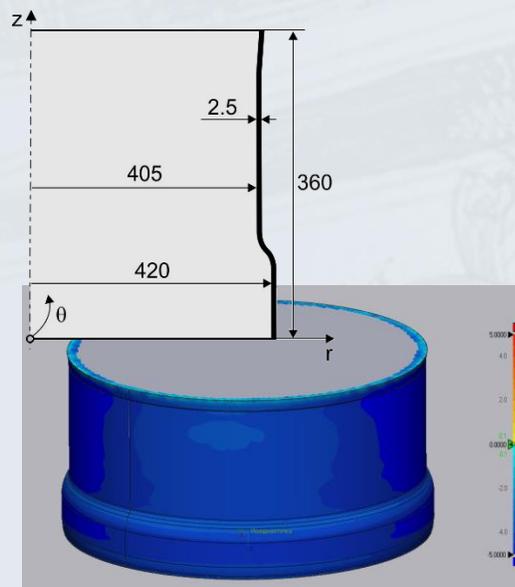
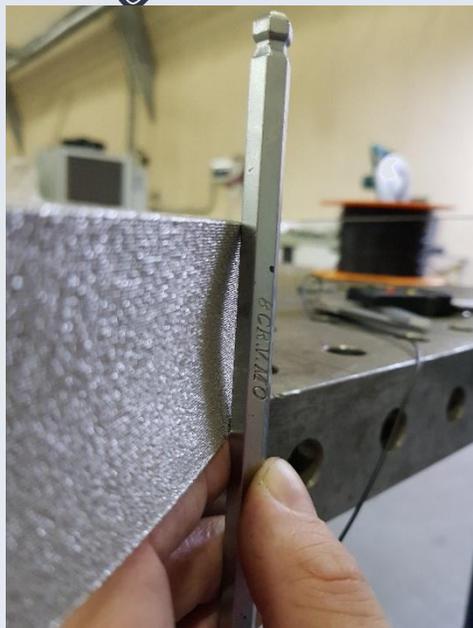
Уравнение равновесия жидкой фазы в поле сил тяжести:

$$\sigma \kappa = -\rho g z_0 + C$$



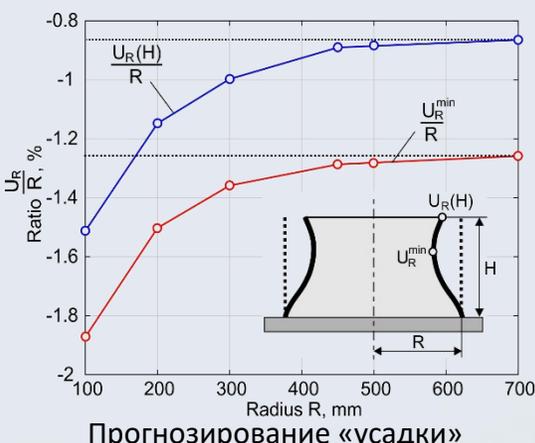
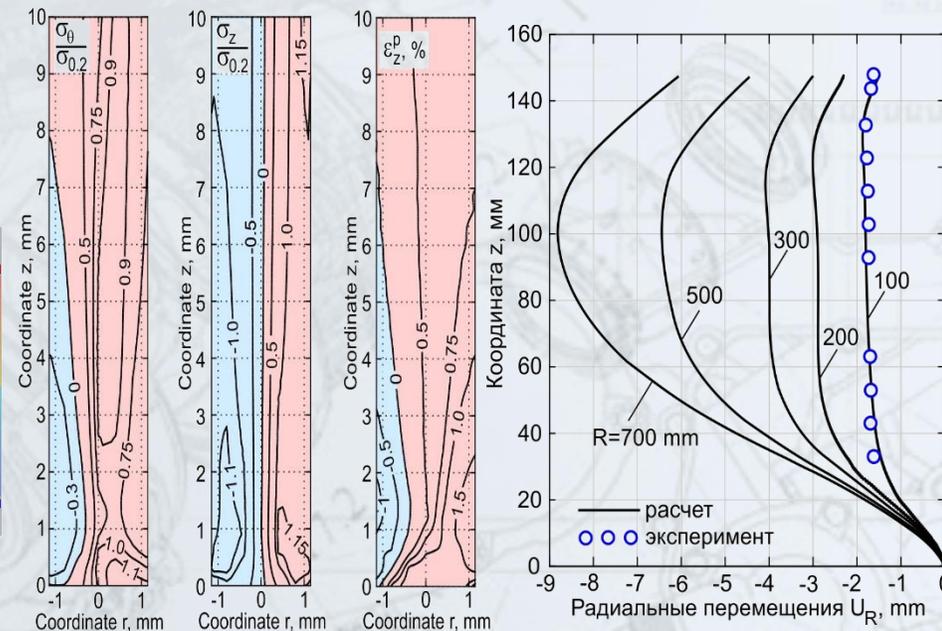
а) б) в)
Влияние распределения плотности мощности (а, б) и скорости процесса на форму поперечного сечения (в)



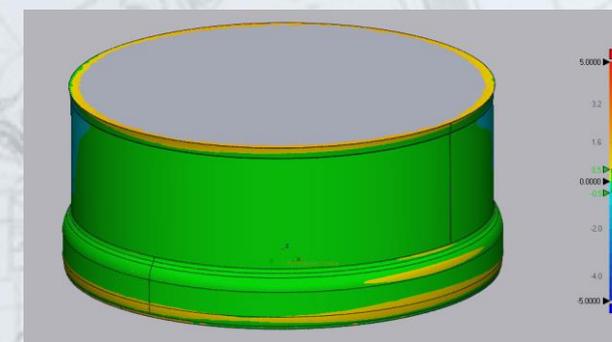


Уменьшение заданного радиуса на 5 мм

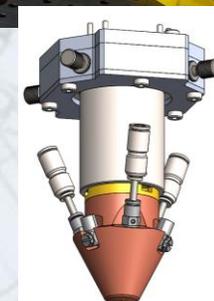
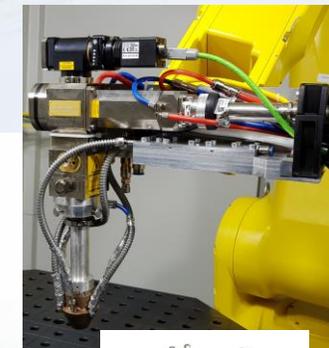
Моделирование напряженно-деформированного состояния



Корректировка управляющей программы на основе результатов моделирования

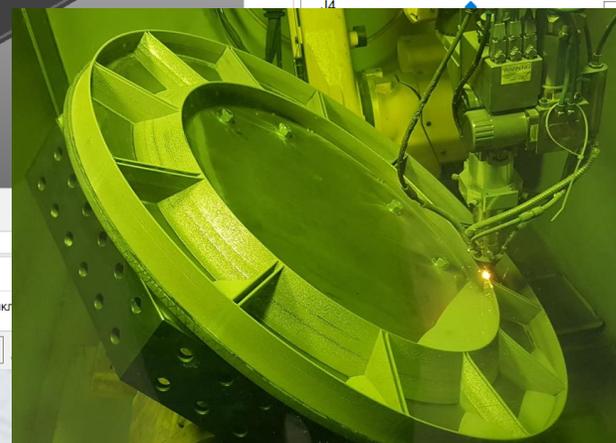
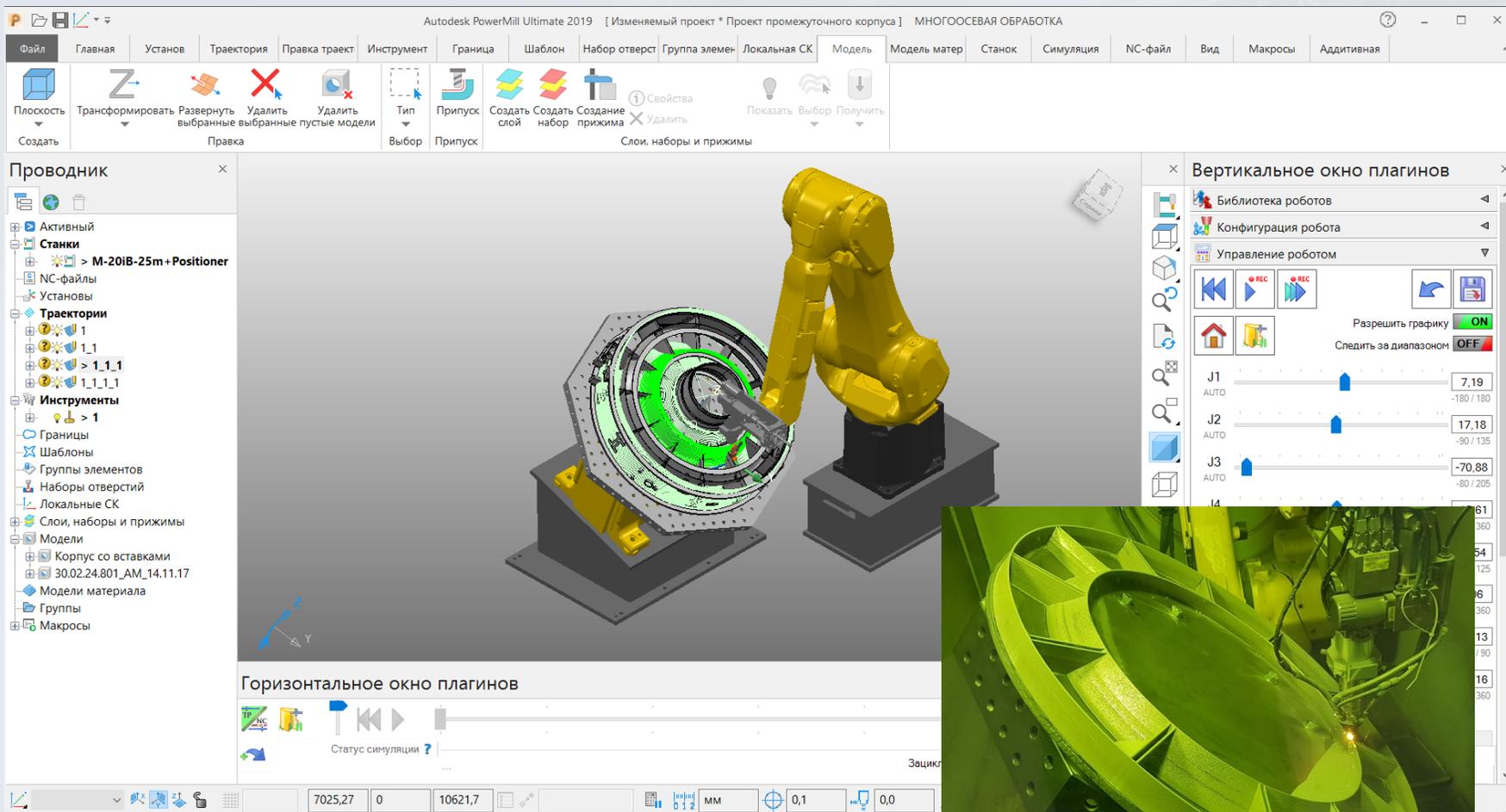
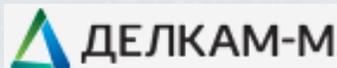


Точность построения +/- 0.2 мм на радиусе 420 мм (квалитет 9-10)



Установки ПЛВ:

- Манипулятор: робот + 2х осевой позиционер + линейная ось
- Максимальный размер изделия: \varnothing 2000 мм, h=800мм
- Производительность на сплавах Ti: до 1,25 кг/ч
- Производительность на сплавах Fe, Ni, Co: до 2,5 кг/ч
- Контролируемая атмосфера чистого Аргона
- Волоконный лазер ЛС-3: 3 кВт
- Порошковый питатель: 2 x 5 л



- Импорт геометрии всех распространённых стандартов
- Построение траекторий обработки
- Редактирование траекторий, сортировка по слоям, назначение порядка обработки
- Назначение технологических параметров: мощность лазера, расход газов и порошка
- Симуляция движения робота
- Проверка движения робота на столкновения
- Постпроцессирование управляющей программы и отправка ее на установку ПЛВ
- Тонкостенные и толстостенные тела вращения
- Тонкостенные тела сложной формы
- Массивные элементы с различными типами штриховки
- Комбинация тонкостенных и толстостенных элементов
- Тонкая настройка технологических параметров и точное управление толщиной слоя и шириной валика
- Синхронная многокоординатная обработка – 6+2+1 (робот+позиционер+линейная ось)
- Настройка ячейки и постпроцессора под каждую установку
- Переносимость программ между установками



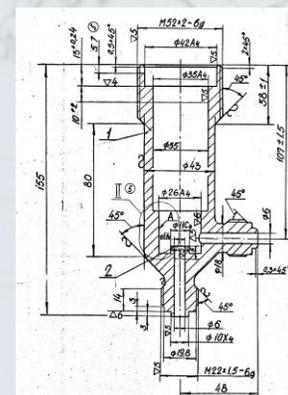
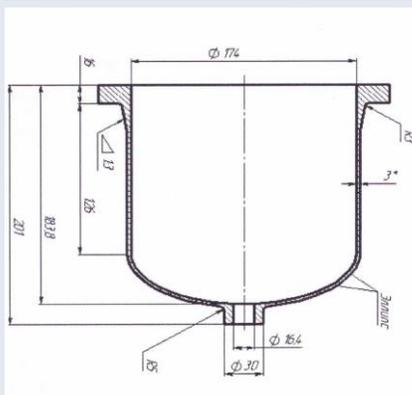
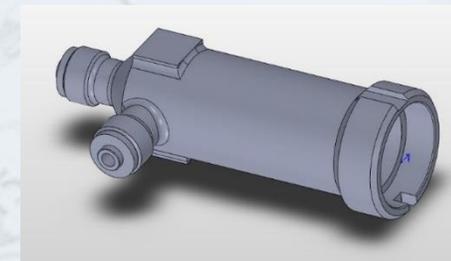
ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ЛАЗЕРНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СУДОВЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ И СУДОВОЙ АРМАТУРЫ

ИЛВСТ

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

19

Уникальный идентификатор проекта RFMEFI57417X0175



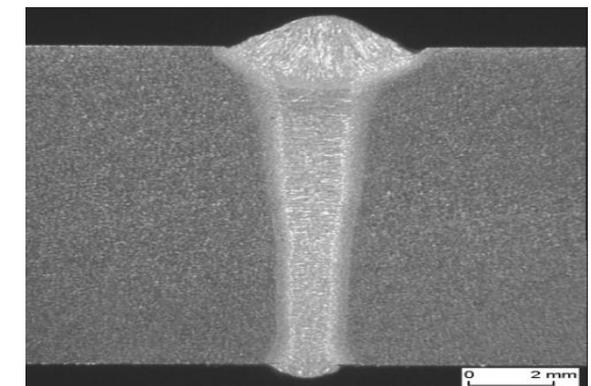
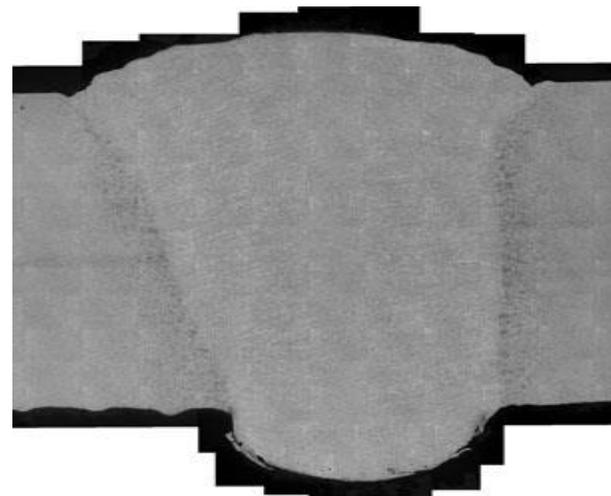
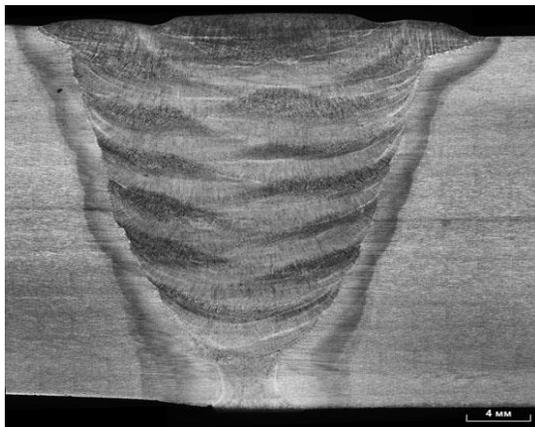
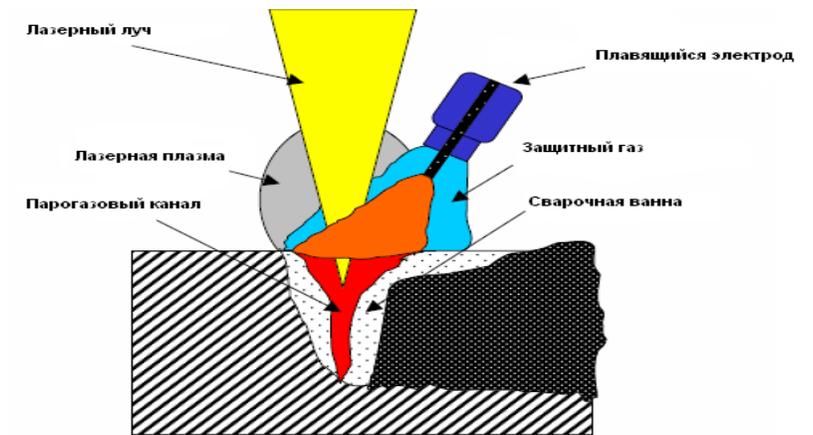
ADVANTAGES OF HYBRID LASER-ARC WELDING

COMPARISON WITH LASER WELDING

- More tolerance to assembling accuracy.
- Possibility of welding with controllable gap
- Increases of productivity
- Weldability providing by means addition alloying from filler wire

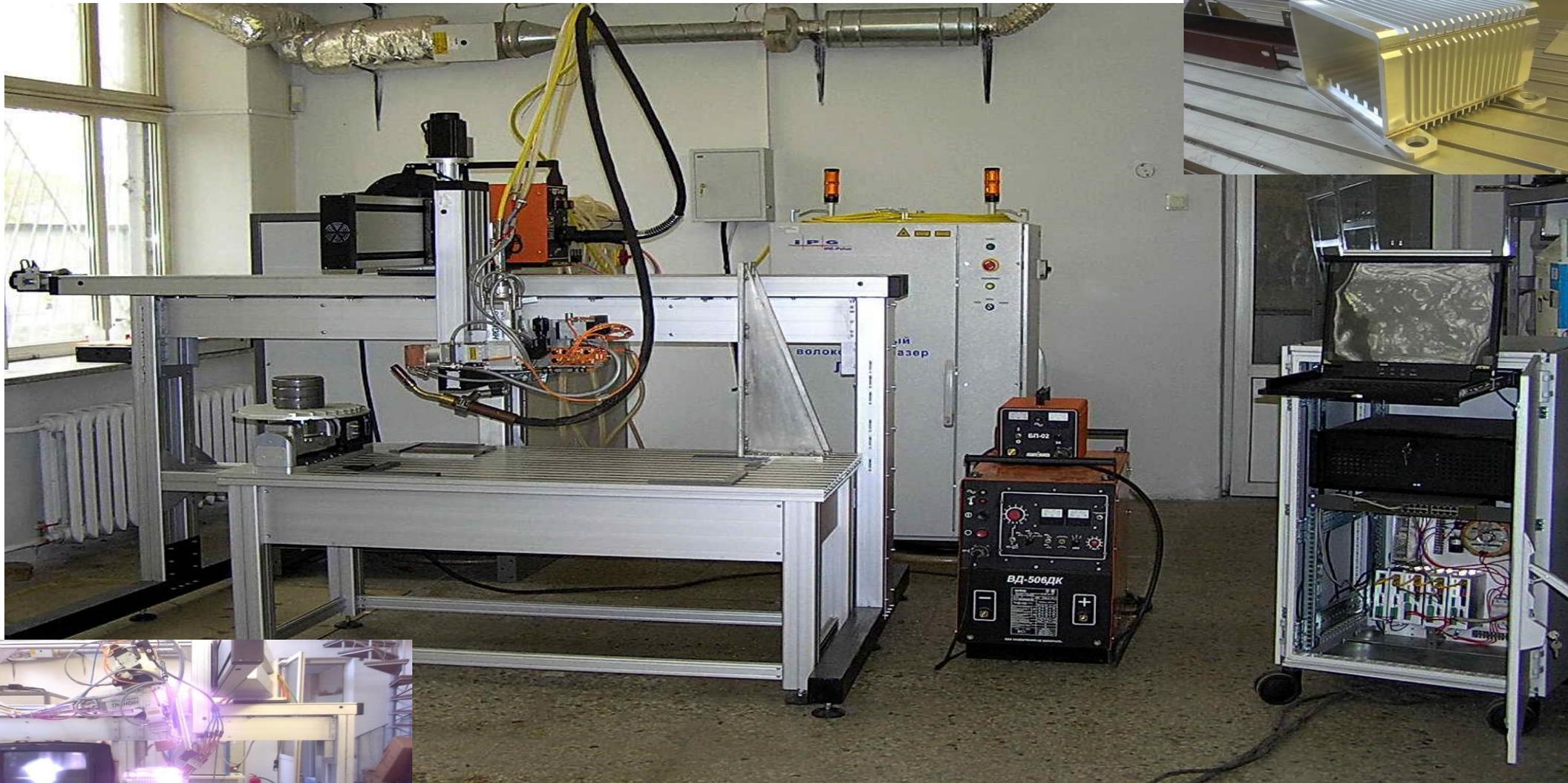
COMPARISON WITH ARC WELDING

- Increases of welding depth
- Increases of productivity
- Decreases of HAZ
- Decreases of distortion
- Decreases of number of passes





Hybrid laser-arc welding of Al constructions





LASER-ARC SYSTEM FOR CUTTING AND WELDING OF FLAT SHIP SECTIONS

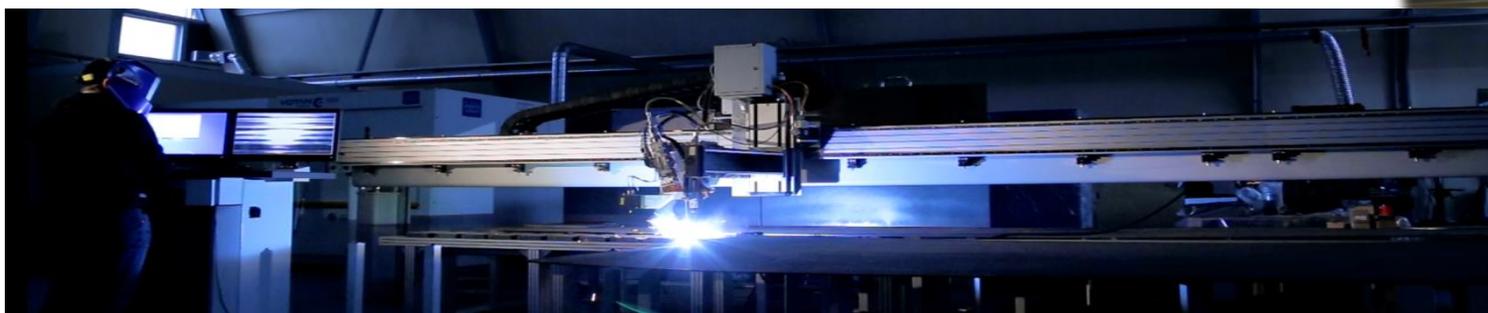


Cutting tool

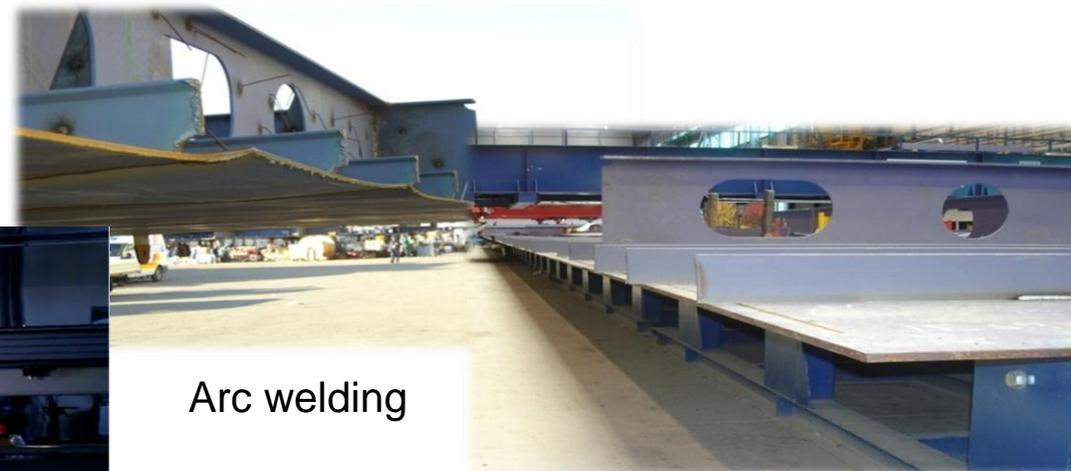


Welding tool

Gantry laser-arc system with magnetic clamping



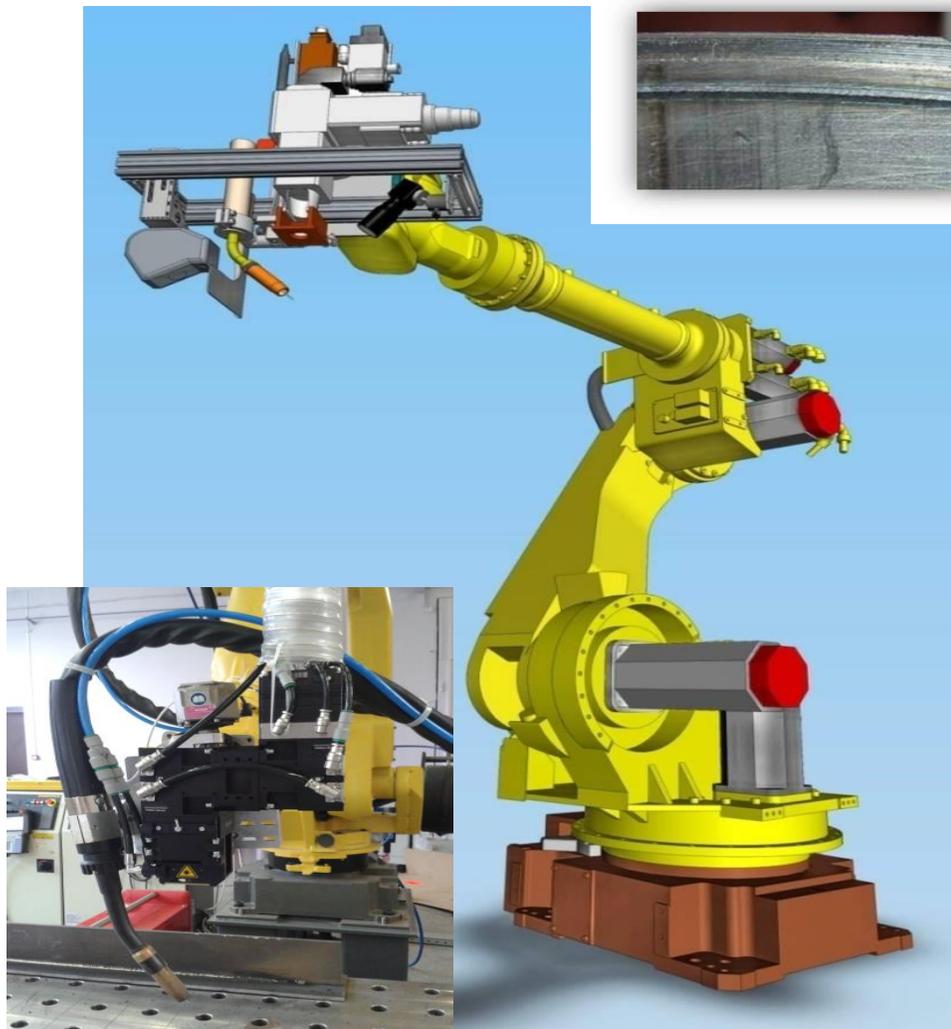
Arc welding



Hybrid welding

ROBOT BASED DESIGN OF HYBRID INSTALLATION

Design

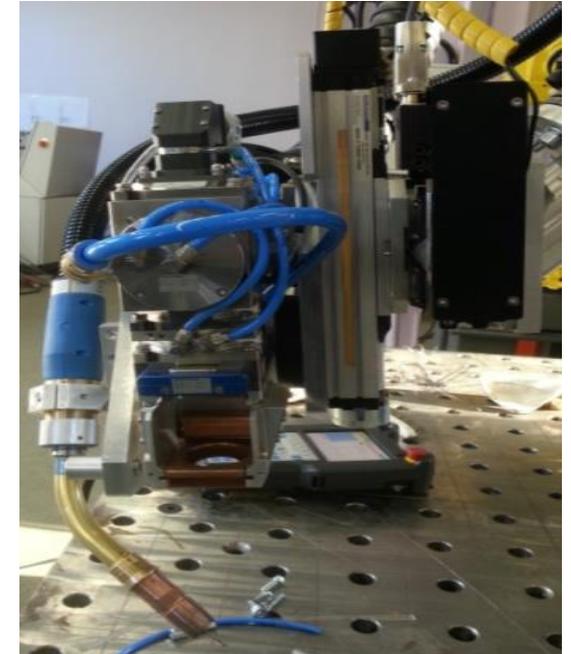
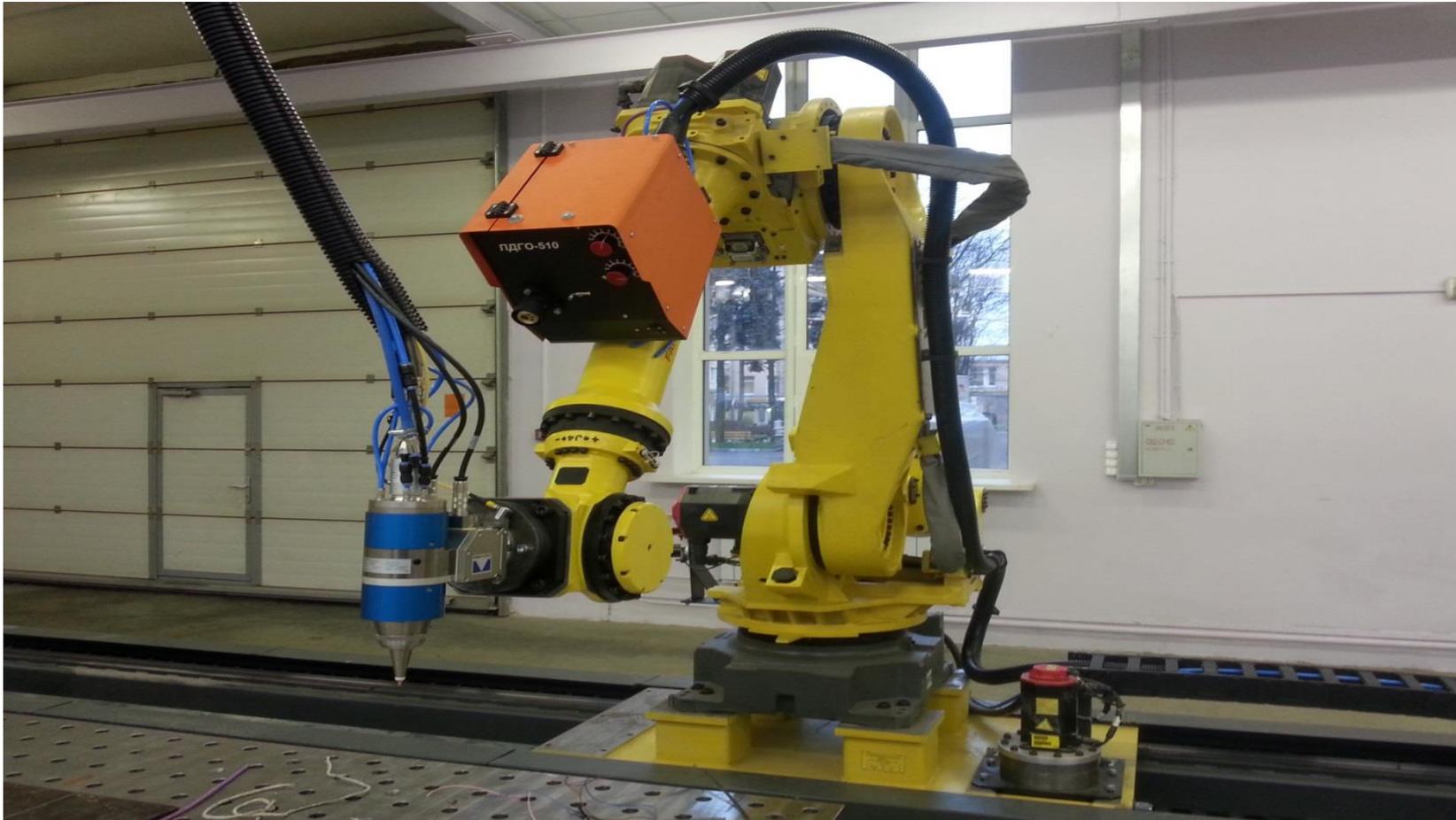


Realization



- Hybrid welding & laser cutting
- Laser power – up to 20 kW
- Electric arc – up to 500 A
- Seam tracking system
- Process monitoring

Technologic set-up for laser cutting and hybrid laser-arc welding



- Hybrid welding & laser cutting
- Laser power – up to 20 kW
- Electric arc – up to 500 A
- Seam tracking system
- Process monitoring



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

