

**KUKA**



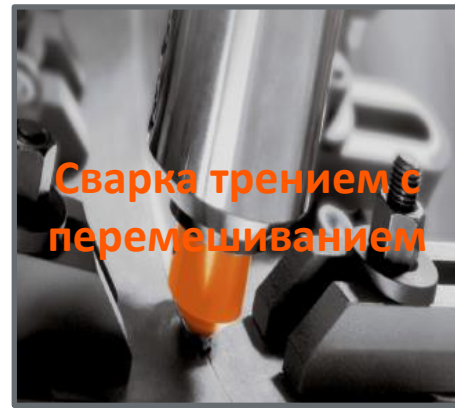
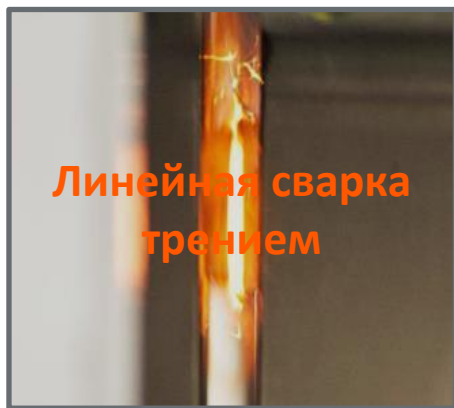
# Advanced Welding Solutions

COMPETENCE CENTER PRESENTATION

## Competence Center Advanced Welding Solutions of KUKA

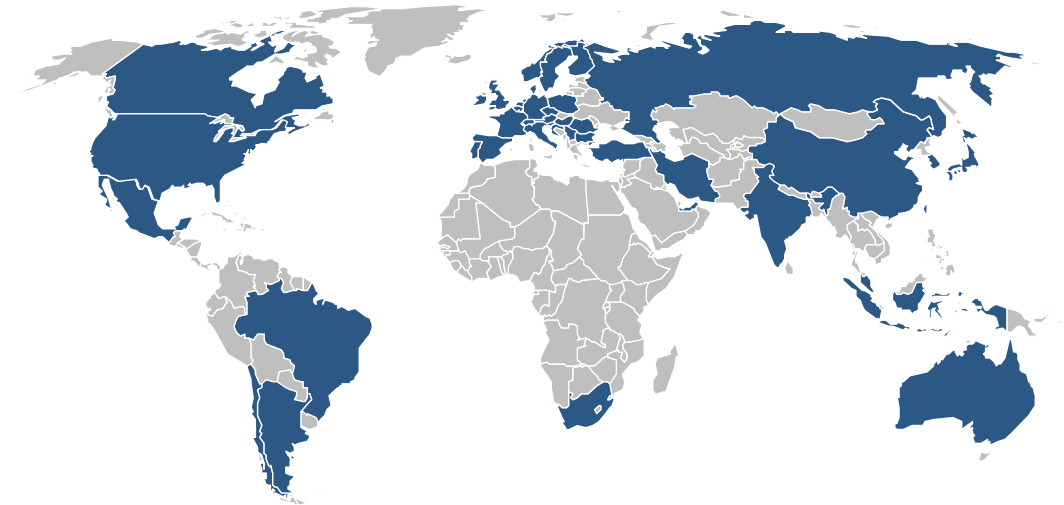


## Advanced Welding Solutions | High performance joining technology



### **KUKA это...**

- ...один из мировых лидеров на рынке ротационной сварки трением, имеющий более 1200 установок в 44 странах под марками KUKA и Thompson.
- ...лидер мирового рынка в области магнитно-дуговой сварки, имеющий более 200 установок в более чем 19 странах.



Компания KUKA предлагает индивидуальные решения для различных отраслей промышленности.

## Автомобильная промышленность

Ротационная сварка трением

Магнитно-дуговая сварка

Сварка трением с перемешиванием



## Строительная промышленность

Ротационная сварка трением

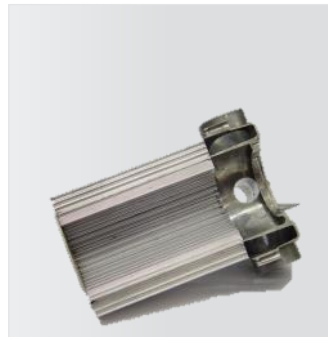


## Металлургическая промышленность

Ротационная сварка трением

Магнитно-дуговая сварка

Сварка трением с перемешиванием



## Нефтегазовая отрасль

Ротационная сварка трением



## Электрическая промышленность

Ротационная сварка трением

Сварка трением с перемешиванием



## Аэрокосмическая отрасль

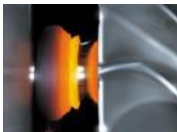
Ротационная сварка трением

Магнитно-дуговая сварка

Сварка трением с перемешиванием



## Передовые решения в области сварки | Поставщик комплексных решений для сварки трением



### Консалтинг по процессам

- Технический процесс и системный консалтинг
- Поддержка в проектировании и компоновке
- Проверка процесса с помощью тестовых сварных швов и прототипирования в нашем ТехЦентре



### Технологические услуги

- 2 Производственные площадки
- Вход в технологические процессы в соответствии с требованиями заказчика
- Сварка малообъемных и крупнообъемных серий
- Возможны альтернативные варианты для пика производства



### Сварка трения

- Портфель станков для каждого процесса соединения
- Тип станка в зависимости от комбинации свариваемого материала, площади поперечного сечения и/или глубины проплавления сварочного шва
- Модульная концепция машины с индивидуальной адаптацией к требованиям заказчика
- Обеспечение качества посредством контроля параметров, связанных с процессом.
- Прослеживаемость по конкретным компонентам
- Отраслевые 4.0 решения
- Решения "под ключ", включая зажимные устройства для конкретных компонентов.
- 100% собственная сборка с предварительной приемкой на основе оригинальных компонентов
- Сокращение времени установки на месте у заказчика



### Магнитно-дуговая сварка



### СТП



### Линейная сварка трением



### Автоматизация

- Разработка и создание концепции автоматизации
- Полная или частичная автоматизация
- С помощью робота или линейной оси
- Решение под ключ



### Сервис

- Сервис в течение и после гарантийного срока
- Запасные части
- Консультант по контрактам на техническое обслуживание
- Обновление старых машин
- Обучение
- промышленность 4.0

## Портфель AWS | Обширный портфель машин

**Thompson**

**High runner**

### Сварка трением

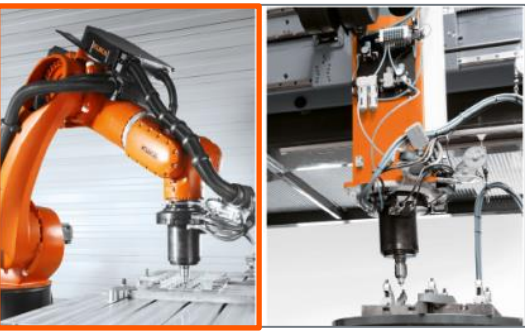
	Small (1-5 t)	Medium (5-200 t)	Large (> 200 t)
Machines with fixed headstock			
Single-head machines	<p>RS 5</p>	<p>RS 45</p> <p>RS 125</p> <p>Genius VRS30</p> <p>HS 80</p>	<p>RS 1000</p> <p>RS 300</p>

### Магнитно-дуговая сварка

	Single-head machines	Double-head machines
Small (up to 5 t)	<p>MA 5</p>	<p>MA 6</p>
Medium (5 - 60 t)	<p>MA 8</p> <p>MA 60V</p>	<p>MA 8D, MA15D</p>

	Small (1-5 t)	Medium (5-200 t)	Large (> 200 t)
Machines with moving headstock			
Single-head machines	<p>RS 2</p>	<p>M50</p> <p>Piston rod series</p> <p>Drill pipe series</p>	
Double-head machines		<p>DRS 12</p> <p>Axle series</p>	

### СТП



### Линейная сварка трением





## История

1963



Первый станок сварки трением Thompson

1966



Первый станок сварки трением KUKA

1972



Первый станок магнитно-дуговой сварки Magnetarc

2002



Цифровая высокоскоростная сварка трением "HNC" в реальном времени

2008



Первый станок Thompson для линейной сварки трением

2014



Первый роботизированный комплекс для СТП

2015



Внедрение нового поколения станков KUKA Genius

2017



Победитель награды за инновации I4.0 для сварки трением



## Почему KUKA?

Лидер мирового рынка  
- с KUKA и Thompson  
более 1300  
инсталляций по всему  
миру.

50 лет опыта работы в  
проектировании  
создании фрикционных  
и магнитно-дуговых  
сварочных аппаратов

Поддержка при  
разработке деталей и  
создании  
квалифицированных  
инструкций по сварке

Всемирная сеть  
обслуживания с  
местными филиалами

Надежное и быстрое  
дистанционное онлайн-  
обслуживание 24/7, 360  
дней в году

Обширный станочный  
парк для субподрядных  
сварочных работ и  
тестовой сварки

Эксперт-партнер по  
широкому спектру  
альтернативных  
технологий соединения

Специалист по  
робототехнике и  
автоматизации

Надежность и  
долговечность -  
машиностроение  
"сделано в Германии".



Наш инновационный  
процесс и лидерство в  
технологиях обеспечат  
вашу  
конкурентоспособность.

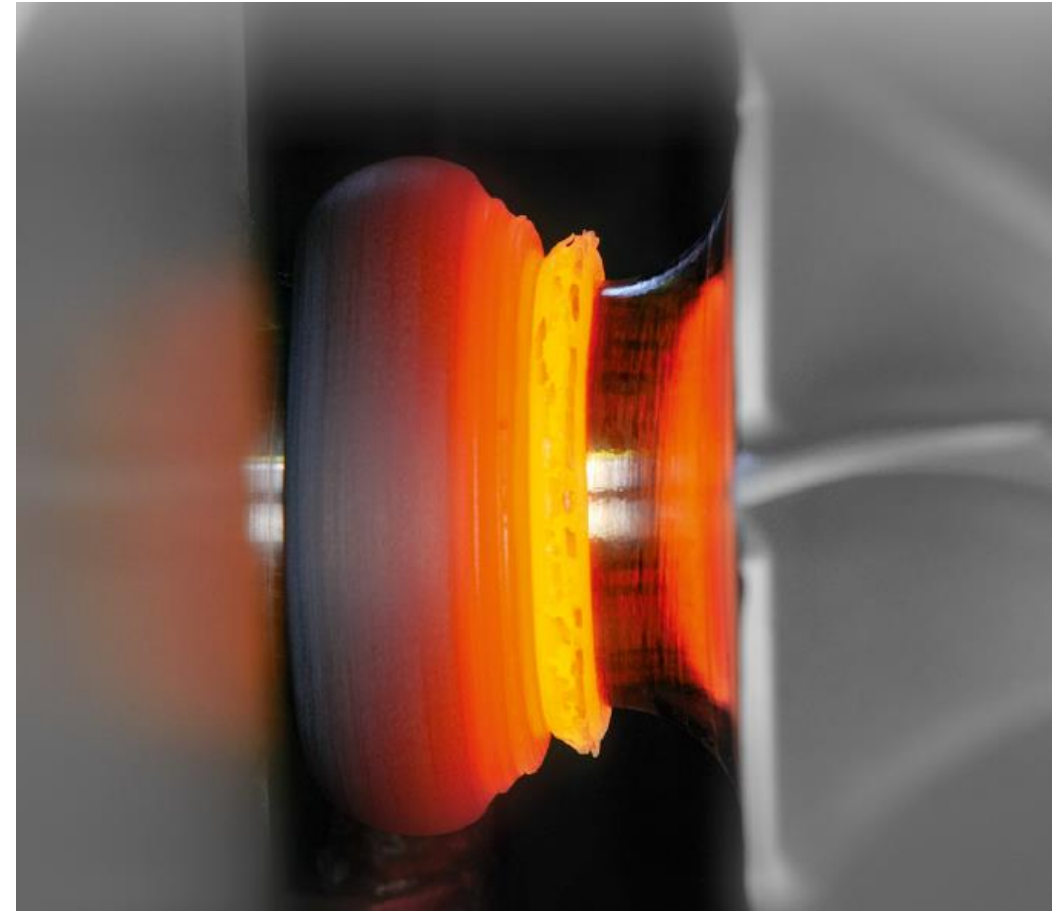


## Advanced Welding Solutions

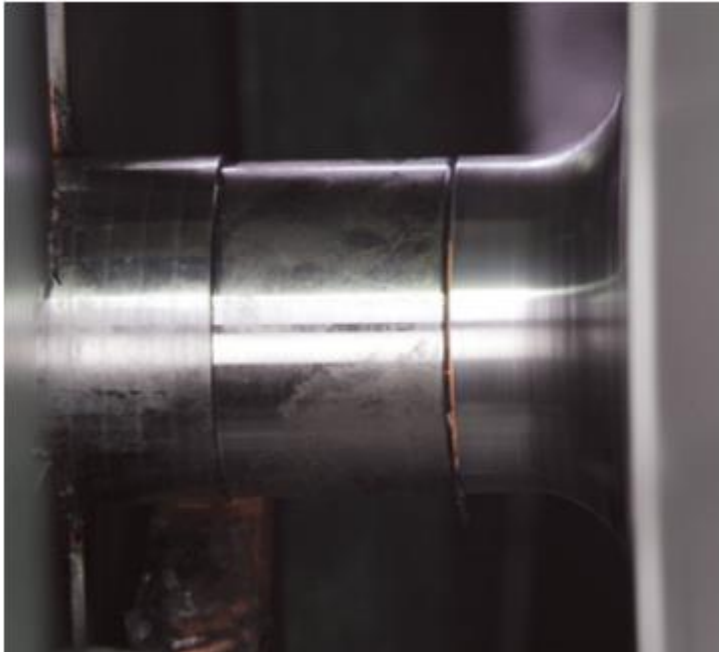
Сварка трением	Магнитно-дуговая сварка	СТП	Линейная сварка трением
Технология	Технология	Технология	Технология
Продукция	Продукция	Продукция	Продукция
Экспертиза	Экспертиза	Референс	Референс
Референс	Референс		

## Описание процесса сварки трением

- При сварке трением две части движутся друг к другу под давлением, чтобы их контактные поверхности соприкасались друг с другом.
- В результате трения материал нагревается и становится пластичным.
- После завершения операций трения и торможения детали правильно позиционируются друг относительно друга и соединяются под действием кузнечной силы.
- По крайней мере, одна из соединяемых деталей должна быть вращательно-симметричной.

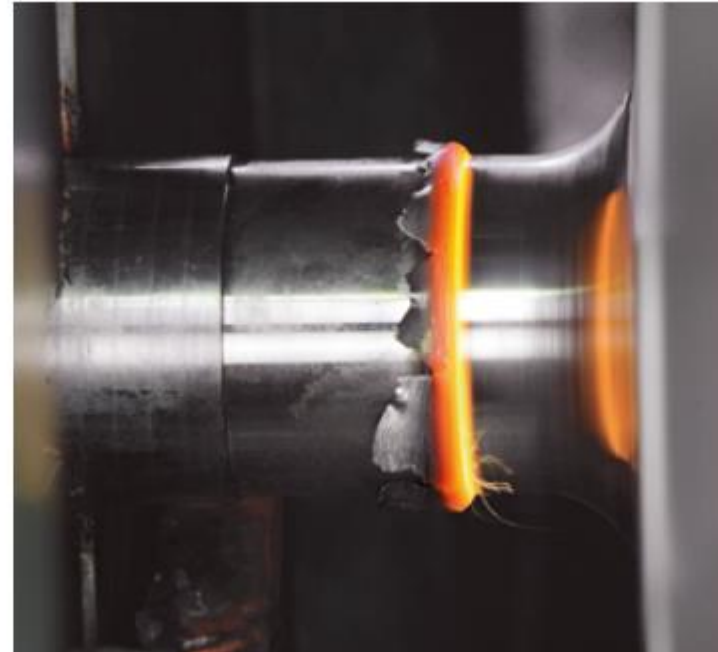


## Последовательность процесса ротационной сварки трением



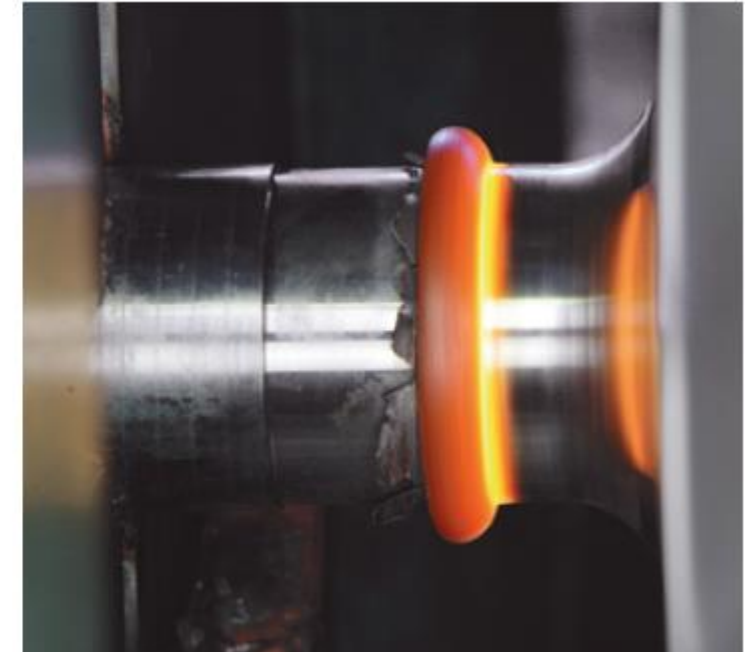
### 01 Начальный этап

- Обе заготовки прочно зажимаются в станке.
- Вращение одной из заготовок



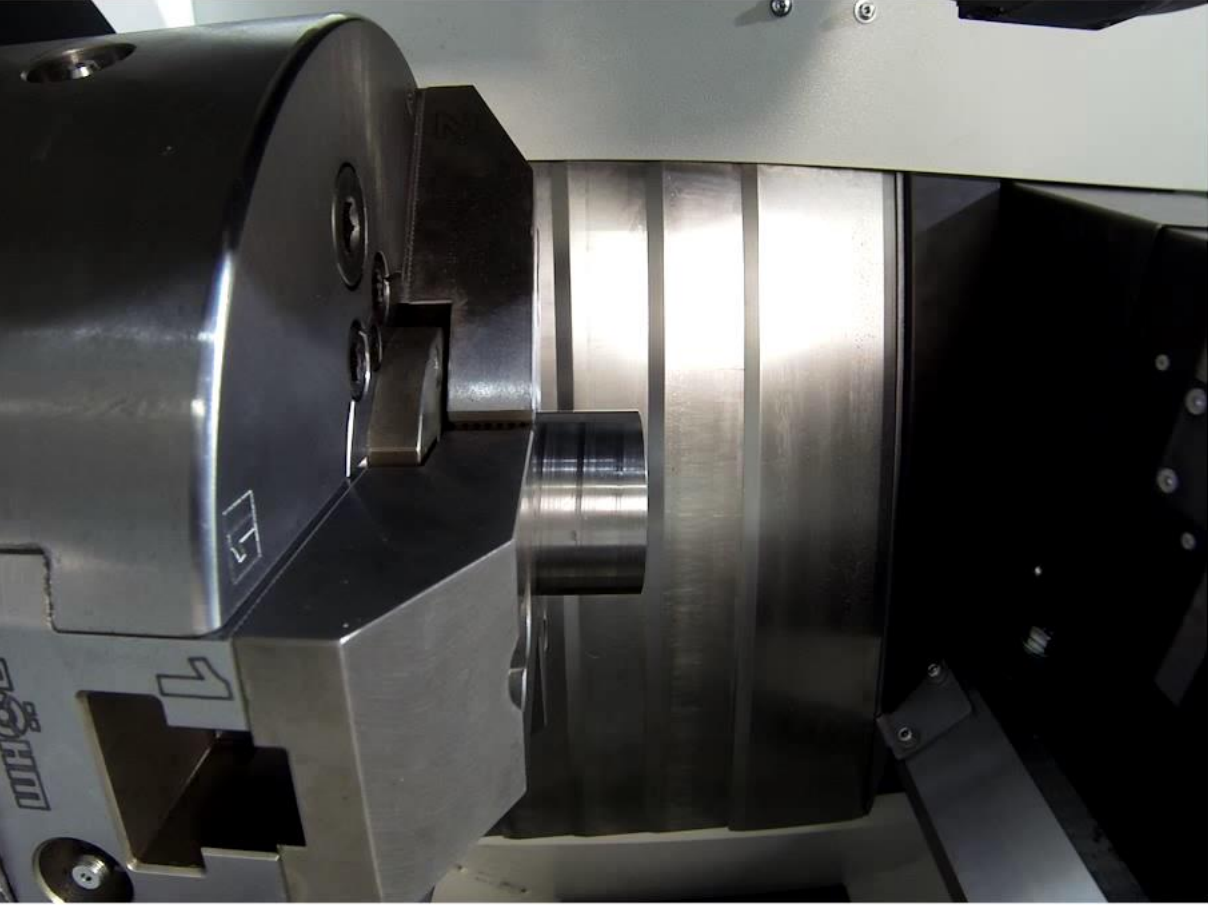
### 02 Нагрев

- Заготовки спрессованы
- Вращение и контактное усилие создают трение
- Нагрев свариваемых поверхностей



### 03 Сварка

- В определенный момент времени вращающаяся заготовка тормозится.
- Повышение контактного давления
- Создание сварного соединения трением





## Преимущества ротационной сварки трением

**Очень высокое качество сварки**

**Мелкозернистая структура, отсутствие пор, минимальная закалка.**

**Отсутствие искажений компонента (равномерный тепловой ввод)**

**Максимальная воспроизводимость**

**Отличная прослеживаемость качества благодаря документированию параметров сварного шва**

**Высокий потенциал экономии**

**Преимущество в себестоимости единицы продукции за счет короткого времени цикла**

**Экономия материалов за счет оптимизации компонентов**

**Оптимизация затрат**

**Технологические преимущества**

**Нет расходных материалов, таких как присадочная проволока**

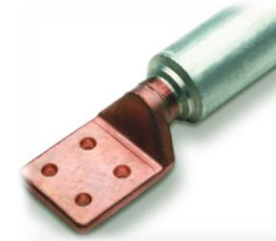
**Низкий износ инструмента**

**Нет воздействия дыма, брызг сварного шва или бликов**

## Преимущество: возможно широкое разнообразие комбинаций материалов

	Tungsten-copper PM	Tungsten PM	Titanium aluminide	Titanium and titanium alloys	Free-cutting steel	Steel PM	Cast steel	High-alloy steel	Low-alloy steel	Unalloyed steel	Niobium	Nickel alloys PM	Nickel and nickel alloys	Molybdenum	Magnesium and magnesium alloys	Copper and copper alloys	Chromium	Carbide metal	Cast iron (GJS, GJM)	Aluminium PM	Aluminium and aluminium alloys	
Aluminium and aluminium alloys	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙					⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	
Aluminium PM																					⊙	
Cast iron (GJS, GJM)							⊙	⊙	⊙	⊙										⊙		
High-speed steel (HSS)								⊙	⊙	⊙												
Chromium																						
Copper and copper alloys	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙		⊙		⊙						
Magnesium and magnesium alloys										⊙					⊙							
Molybdenum								⊙						⊙								
Nickel and nickel alloys			⊙	⊙				⊙	⊙	⊙		⊙	⊙									
Nickel alloys PM			⊙									⊙										
Niobium			⊙								⊙											
Unalloyed steel	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙												
Low-alloy steel	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙												
High-alloy steel	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙												
Cast steel					⊙	⊙	⊙															
Steel PM					⊙	⊙																
Free-cutting steel					⊙																	
Titanium and titanium alloys				⊙																		
Titanium aluminide																						
Tungsten PM	⊙	⊙																				
Tungsten-copper PM	⊙																					

⊙ Weldability confirmed (for specific geometric dimensions)  
 □ Weldability unconfirmed



кабельный наконечник  
(медь/алюминий)



Ротор турбоагнетателя  
(инконель/сталь)



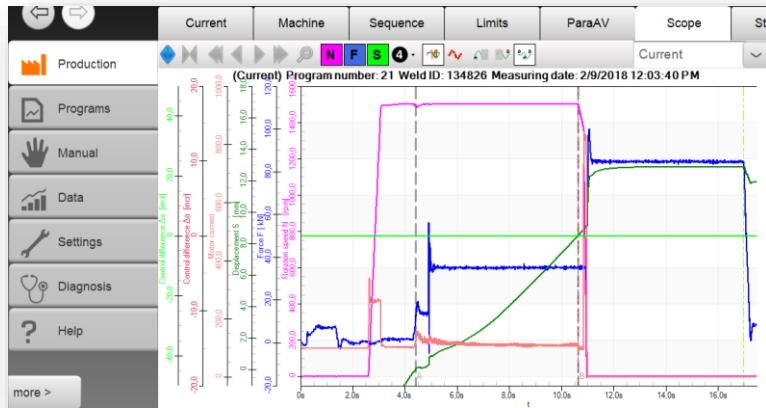
Керамические соединения



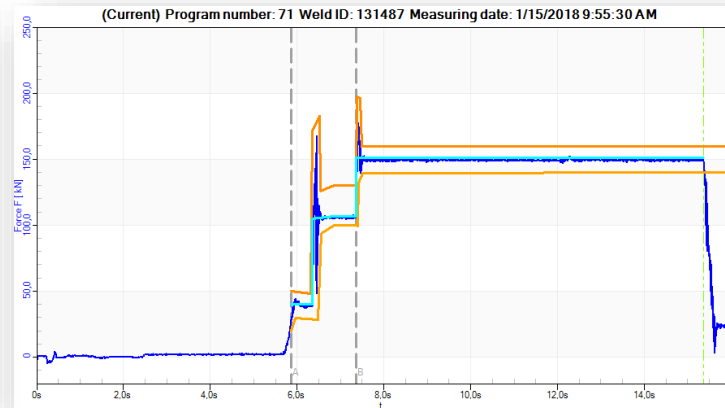
Легкий приводной вал  
(алюминий/сталь)



## KUKA PCD: управление и контроль параметров процесса



Oscilloscope



Envelope-curve monitoring

	Ref Points	Setpoints	Limits min	min	Actual	max	Limits max
Retract	----	mm	----	----	----	----	----
Rpm		1500	1/min	1450	1498	1502	1550
Starting position	360.50	mm	-3.00		0.06		3.00
Friction shortening		8.50	mm	5.00	8.50		10.00
Total shortening			mm	7.78	11.91		13.95
End position	360.50	mm	4.78		11.97		16.95
Friction force		36.20	kN	32.20	33.89	36.90	40.20
Force braking phase			kN	33.20		35.00	39.20
Forge force		85.70	kN	80.70	83.00	86.08	90.70
Postweld force		85.70	kN	80.70	83.22	86.11	90.70
Total friction time			s	4.250	6.228		7.531
Braking time			s	0.290	0.347		0.390
Spindle position	----	*	----		----		----

Limit values

- Графический контроль параметров
- Управление в диапазоне миллисекунд позволяет осуществлять высокодинамичную настройку параметров процесса в реальном времени.
- Активное управление движением для минимизации допусков на длину.
- Короткоцикловая сварка для соединения сложных комбинаций материалов (например, алюминий-медь, алюминиевая сталь и т.д.)
- Полная статистика для диагностики

Компания KUKA предлагает решения для различных отраслей промышленности.

## Автопром

Клапан  
Приводные валы  
Оси  
Турбокомпрессоры



## Строительная промышленность

Оси  
Поршневые штоки  
Цилиндры



## Металлообработка

Теплообменники  
Инструменты  
Полиграфические ролики  
Валы



## Нефтегазовая отрасль

Бурильные трубы  
Запорные клапаны



## Электротехническая промышленность

Контакты батареи  
Валы двигателя  
Кабельные наконечники



## Аэрокосмическая промышленность







Турбины



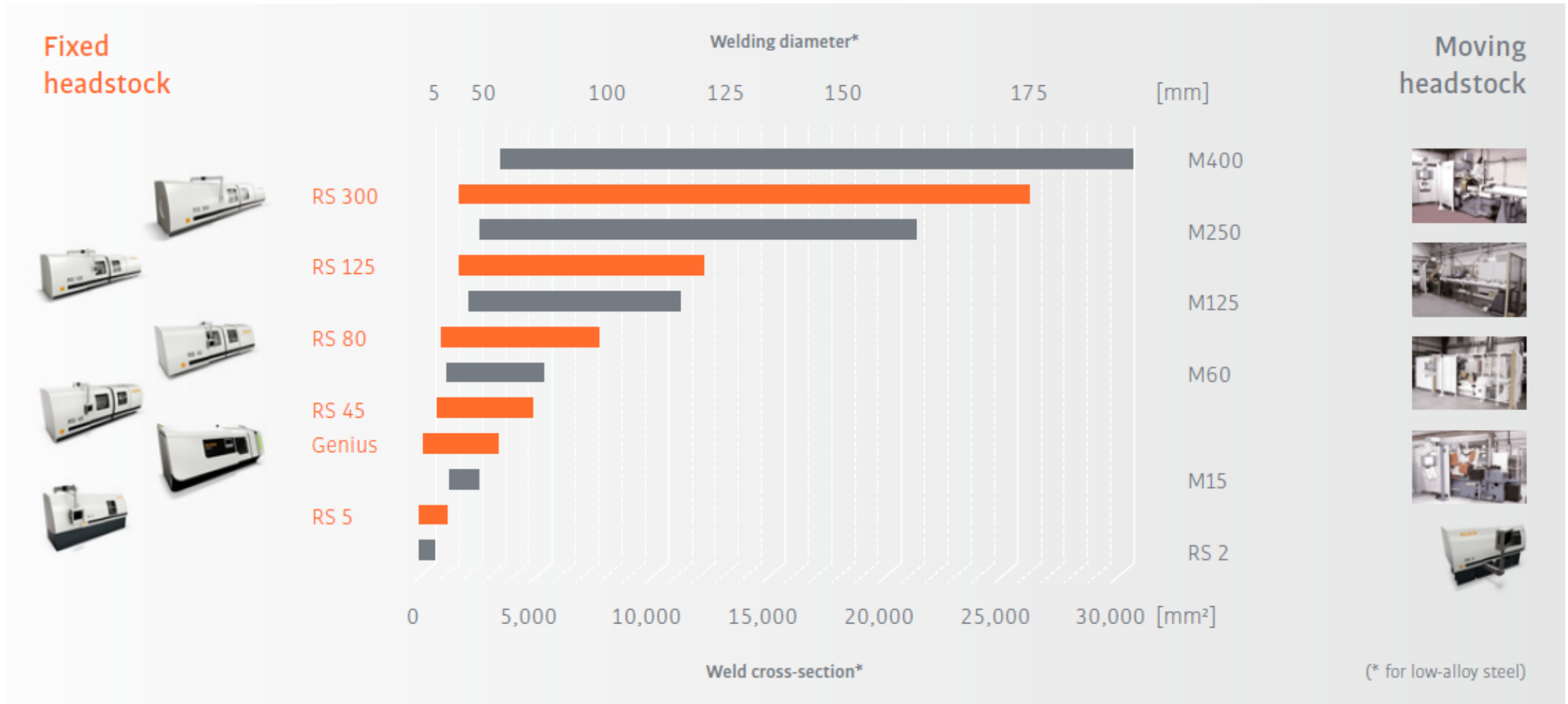
## Портфолио – станки сварки трением KUKA с неподвижной бабкой

	Small (1-5 t)	Medium (5-200 t)	Large (> 200 t)	
Машины с неподвижной бабкой				
Одноголовочные машины	 <p>RS 5</p>	 <p>RS 45</p>  <p>Genius VRS30</p>  <p>Genius</p>	 <p>RS 125</p>  <p>RS 80</p>	 <p>RS 1000</p>  <p>RS 300</p>

## Портфолио – станки сварки трением KUKA с подвижной бабкой

	Small (1-5 t)	Medium (5-200 t)	Large (> 200 t)
<b>Машины с подвижной бабкой</b>			
Одноголовочные машины	 <p>RS 2</p>	 <p>M50</p>	 <p>Серия для «поршневых штоков»</p>  <p>серия для «бурильных труб»</p>
Двухголовочные машины		 <p>DRS 12</p>	 <p>Серия для «осей»</p>

## Портфолио машин – станки сварки трением KUKA



# KUKA

Станок сварки трением RS 2: станок сварки трением с кузнечным усилием до 20 кН для производства клапанов



**Типичное применение**

**Клапаны для двигателей внутреннего сгорания**

**Основные моменты**

**Автоматическая подача компонентов через конвейер**

**Полностью автоматический процесс сварки, включая разделение, зажим, процесс сварки и выталкивания**

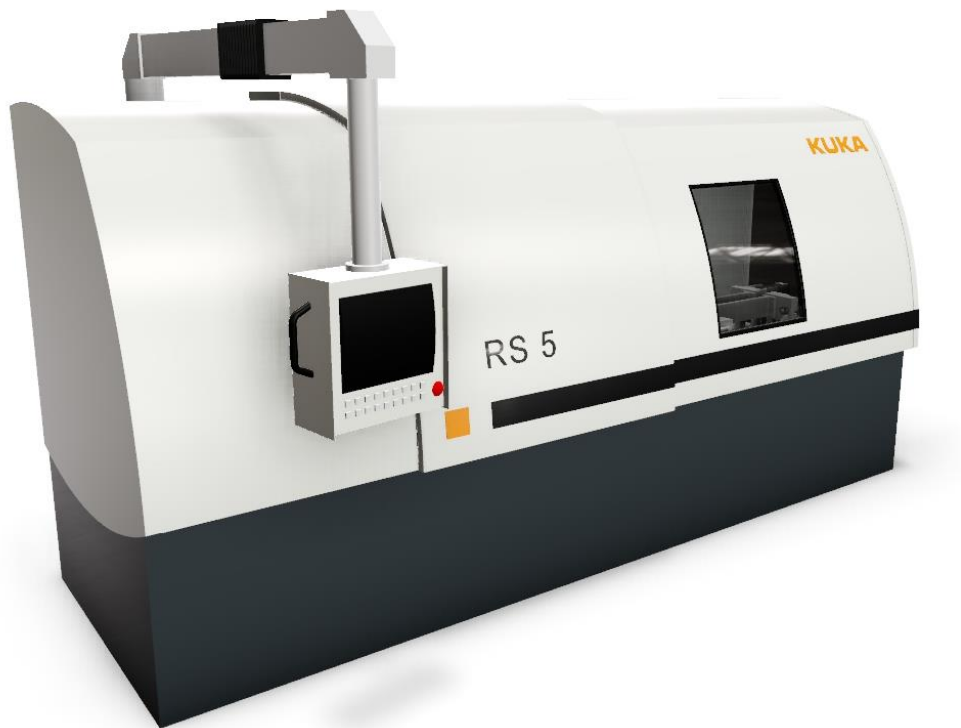
**Технические характеристики**

**1 - 20 кН кузнечная сила**

**125 мм макс. длина компонентов**



## RS 5: Машина для мелких деталей с усилием до 50 кН



\* Hydraulic-Numeric-Control

### Типичное применение

Контакты батареи, заземляющий кабель

Амортизатор, турбонагнетатель

### Основные моменты

Активное управление с помощью оси HNC-процесса\*.

Специальное зажимное приспособление для турбонагнетателя

Контроль и управление технологическими процессами KUKA PCD

Автоматизация (опция)

### Технические характеристики

3 - 50 кН кузнечная сила

200 мм макс. длина компонентов

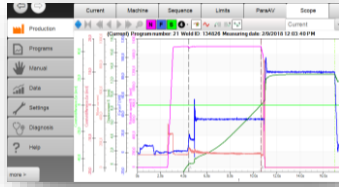




## Новый универсальный станок сварки трением KUKA Genius с усилием до 300 кН



Простое управление с помощью сенсорного экрана



Графический мониторинг процессов



Высокоточная технология



Эргономичная рабочая зона



Простота в обслуживании и ремонте



Гибкие конвейеры



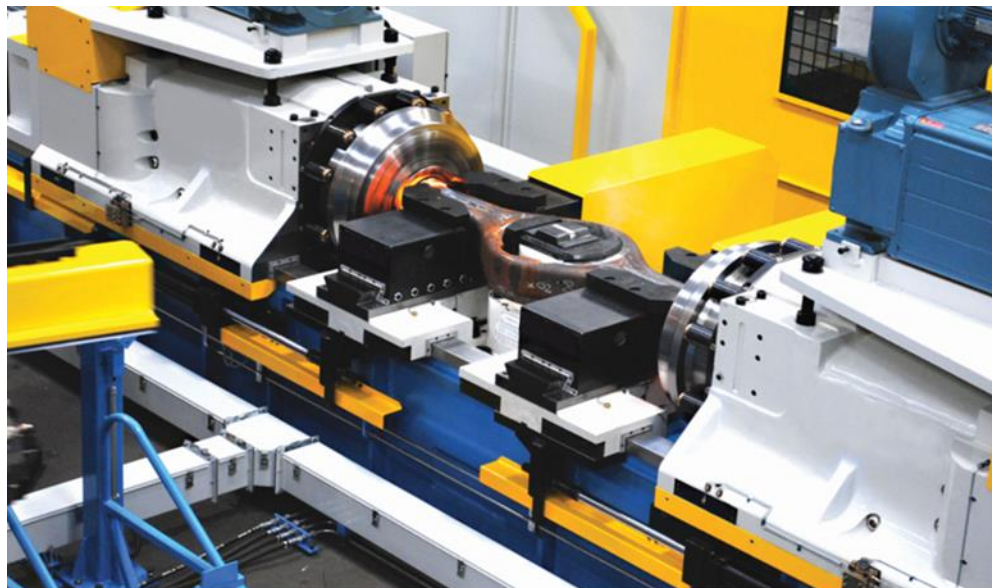
Токарный станок с устройством смены инструмента



Опции автоматизации



## Станок сварки трения Thompson: подвижная бабка до с усилием до 1500 кН



### Производительность в один проход

- Одновременная сварка на обоих концах за один рабочий цикл
- Специальное решение для осей грузовиков (AX-Serie)

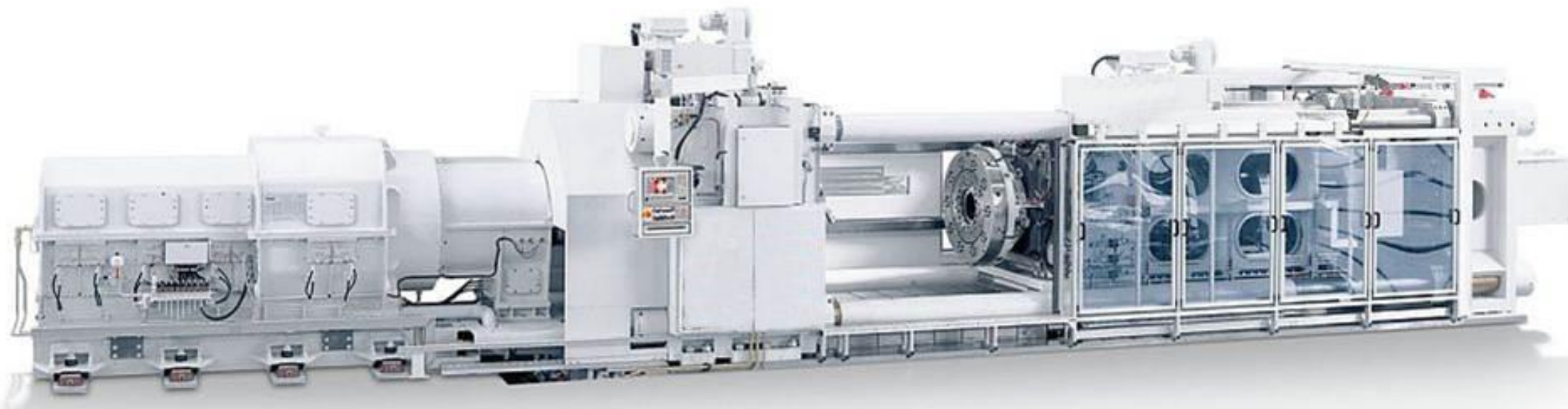
### Основные моменты

- Высокоточная гидравлическая технологическая ось
- Большая рабочая зона благодаря скрытым стяжным стержням и технологии Thompson flexiBase.
- Сварка деталей различной длины благодаря регулируемым зажимам деталей



Автоматизация

## Самый большой станок сварки трением: RS 1000 с усилием до 10.000 кН



### Технические характеристики

Прижимное усилие от 500 до 10 000 кН

Система маховиков, соединяемая в несколько этапов

Позволяет достичь момента до 1 000 000 Нм

### Диапазоны сварки

Титан/титан: прибл. 9.000 м<sup>2</sup> - прибл. 70.000 м<sup>2</sup>

Инконель/Инконель: ок. 2 800 м<sup>2</sup> - ок. 20 000 м<sup>2</sup>.

### Основные моменты

Специальное решение для авиационных турбин

Полностью автоматическое измерение компонентов

Управление перемещением заготовок / компенсация длины

НС регулировка патрона

Двухшпиндельный дизайн

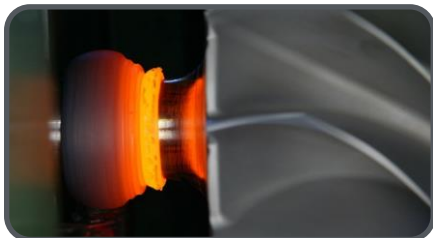




## Индивидуальные концепции автоматизации с роботом или порталом



## Экспертиза и ноу-хау: Ротационная сварка трением



### Проверка процесса

Оптимизация компонентов

Конструкция компонентов, подходящая для процесса и производства

Выбор и консультации по выбору подходящего метода сварки

Оценка параметров процесса и проверка вариантов



### Создание прототипа

Прототипирование

Сопровождение до детали, готовой к серийному производству.

Первоначальные партии и отбор проб



### Контрактное производство

Сертифицированный (ISO 3834-2) сварочный цех для деталей любого размера партии

Широкий выбор машин: ротационные фрикционные сварочные аппараты (усилие ковки от 1 до 300 т)  
для поперечного сечения 3 - 31 400 мм<sup>2</sup> (по материалу)

Другие доступные способы сварки (магнитная дуга, лазер и т.д.).

## Референс

### Компания KUKA является лидером мирового рынка

более 1150 инсталляций марок KUKA и Thompson

на 6 континентах более чем в 44 странах

у известных клиентов в секторах:

Автомобильная промышленность и производство комплектующих

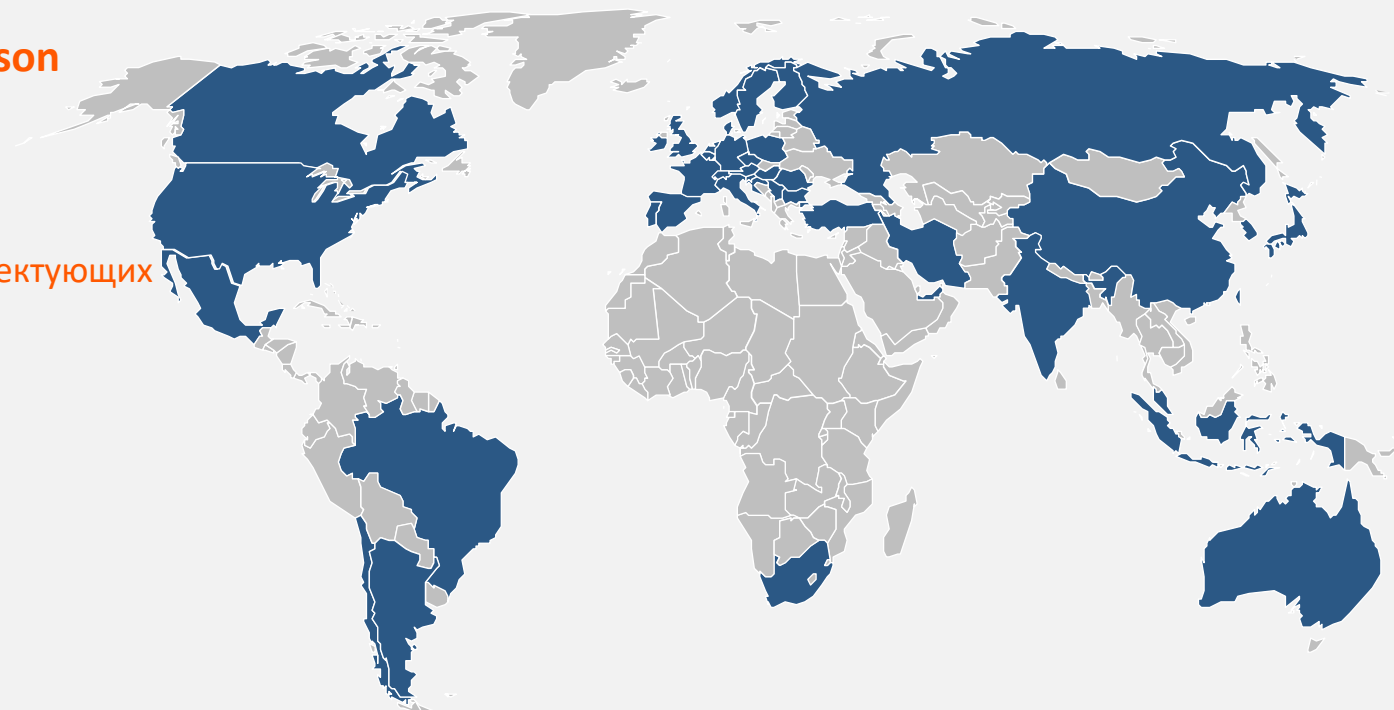
Нефтегазовая отрасль

Строительная промышленность

Металлургическая промышленность

Аэрокосмическая промышленность

Электронная промышленность





## Компоненты в автопроме



Контакты батарей



Шарниры

Распредвалы



Кабели заземления

Амортизаторы



Тормозные диски



Клапаны



Подушки безопасности



Тормозные цилиндры



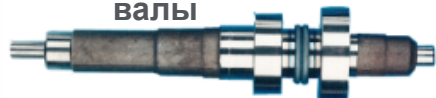
Поршни

Коленвал



Карданные валы

Редукторные валы



Турбокомпрессоры



Преобразователи крутящего момента



Кабельные наконечники





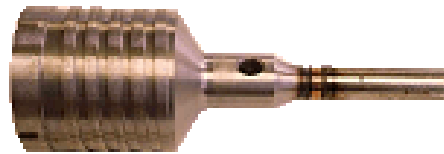
## Компоненты в электротехнической и металлургической промышленности



Контакты батареи



Электрические контакты и кабельные наконечники



Инструмент



Корпуса клапанов



Теплообменники

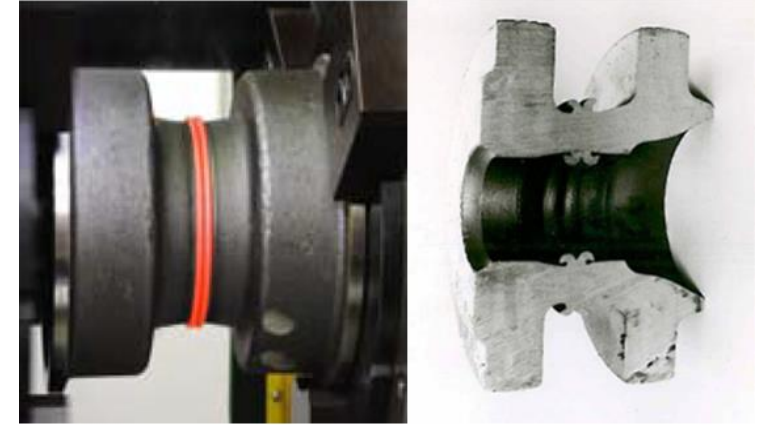
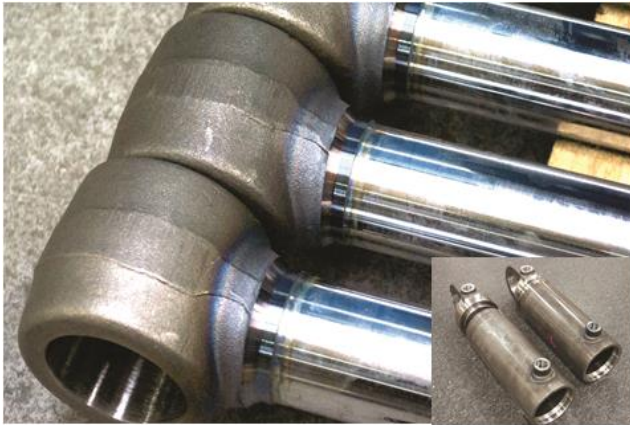
## Компоненты в нефтегазовой отрасли



Бурильные трубы (сертифицированные по API, соединители)



## Компоненты в строительной промышленности



Гидравлические цилиндры

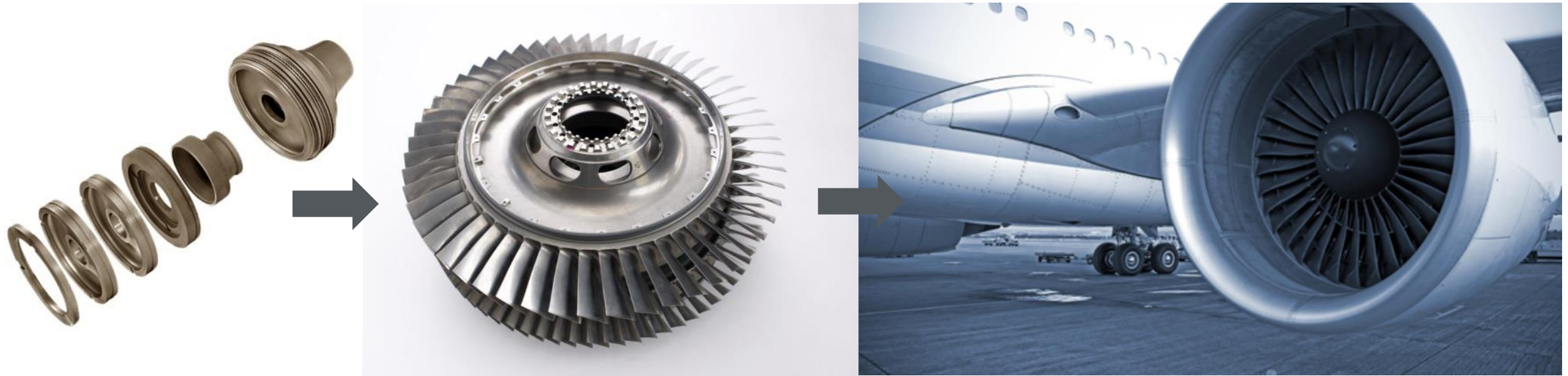
Полуось автомобиля

Ролики

и поршни



## Компоненты в авиационной промышленности



Авиационные турбины



RS 1000

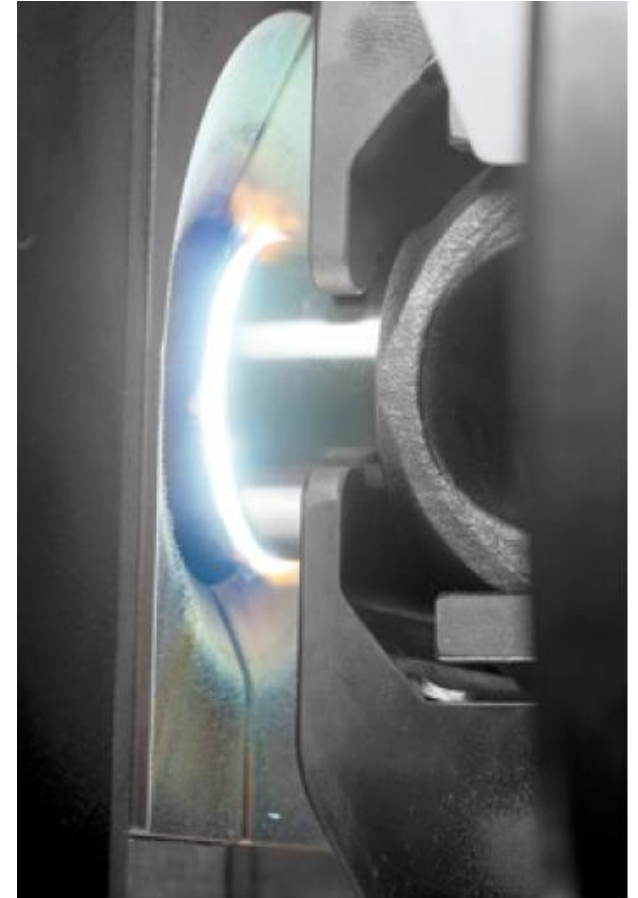


## Advanced Welding Solutions

Rotary friction welding	Magnetarc welding	Friction stir welding	Linear friction welding
Technology	Technology	Technology	Technology
Products	Products	Products	Products
Expertise	Expertise	References	References
References	References		

## Описание магнитно-дуговой сварки

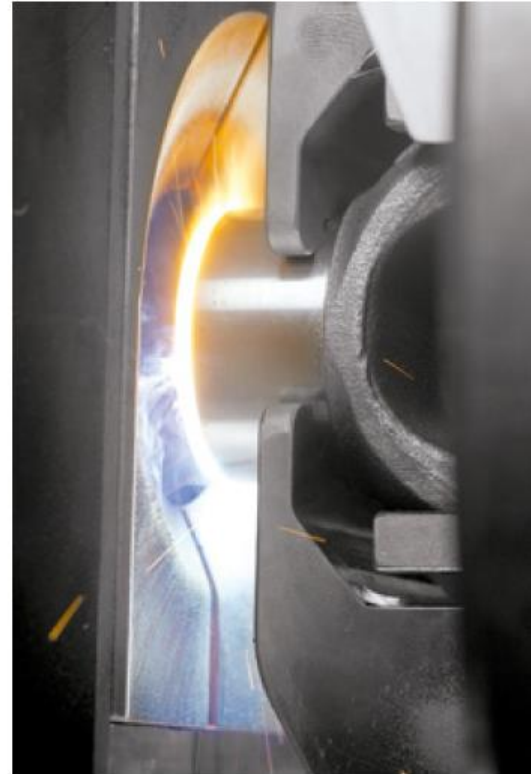
- При сварке под давлением магнитной дугой (также известной как сварка MIAB) трубчатые компоненты с закрытым сечением соединяются вместе.
- Дуга проходит между плоскостями свариваемых деталей и перемещается вдоль соединяемых поверхностей в магнитном поле.
- Соединительные поверхности расплавляются
- При последующем прижимном усилии (без присадочного материала) достигается сварка под давлением высочайшего качества.
- Магнитно-дуговая сварка была разработана компанией KUKA для промышленного применения и используется в промышленности с 1972 года.



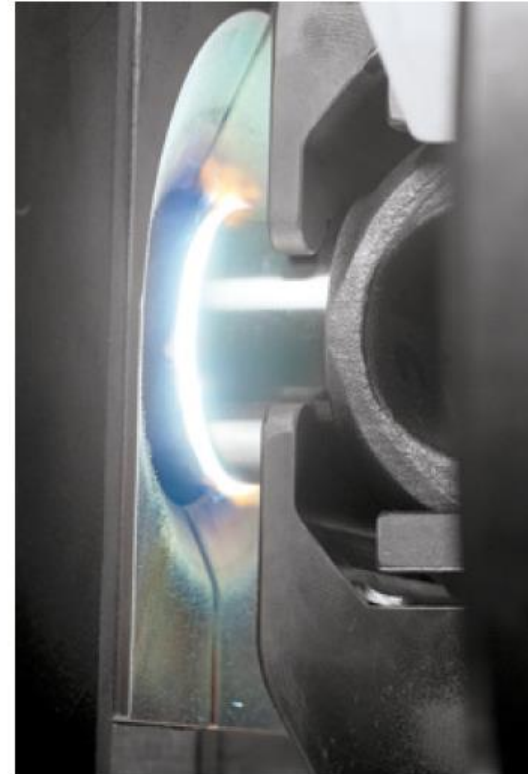
## Последовательность процесса магнитно-дуговой сварки



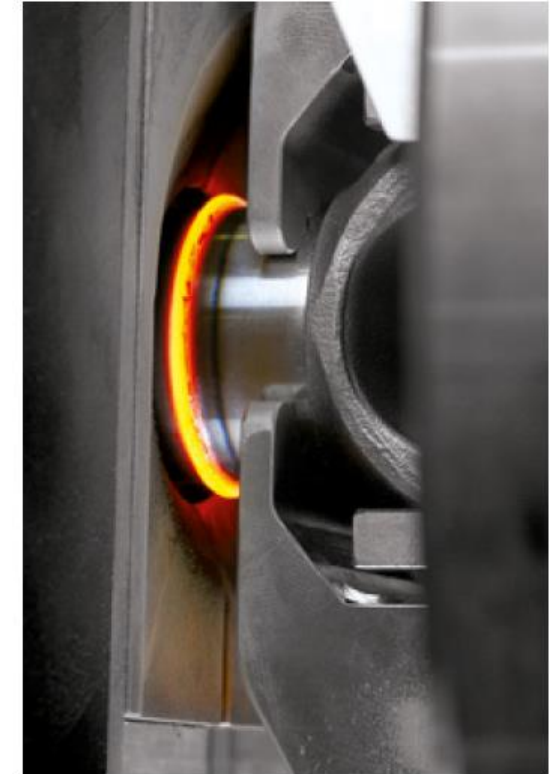
**01** Контакт деталей и активация тока



**02** Зажигание дуги

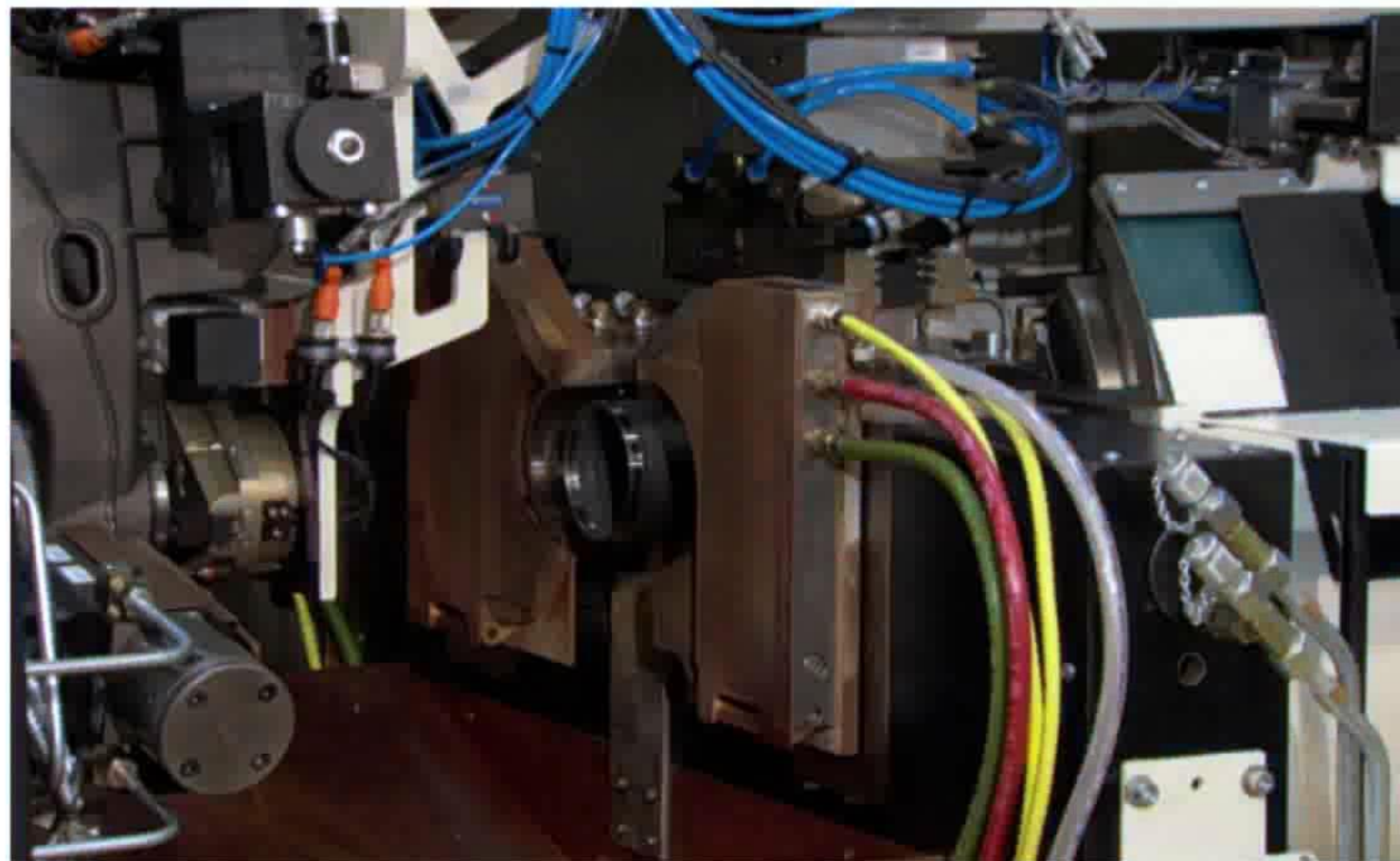


**03** Нагрев за счет контролируемого движения дуги по окружности



**04** Соединение компонентов путемковки







## Преимущества магнитно-дуговой сварки

### Очень высокое качество сварки

- ✓ Высококачественная структура сварного шва
- ✓ Точное относительное расположение компонентов
- ✓ Без искажений и с высокой точностью

### Сокращение затрат / оптимизация компонентов

- ✓ Короткое время сварки
- ✓ Тонкие стенки могут быть сварены / оптимальны для легкой конструкции
- ✓ Геометрия компонентов с закрытым сечением и возможностью использования различных ферромагнитных материалов

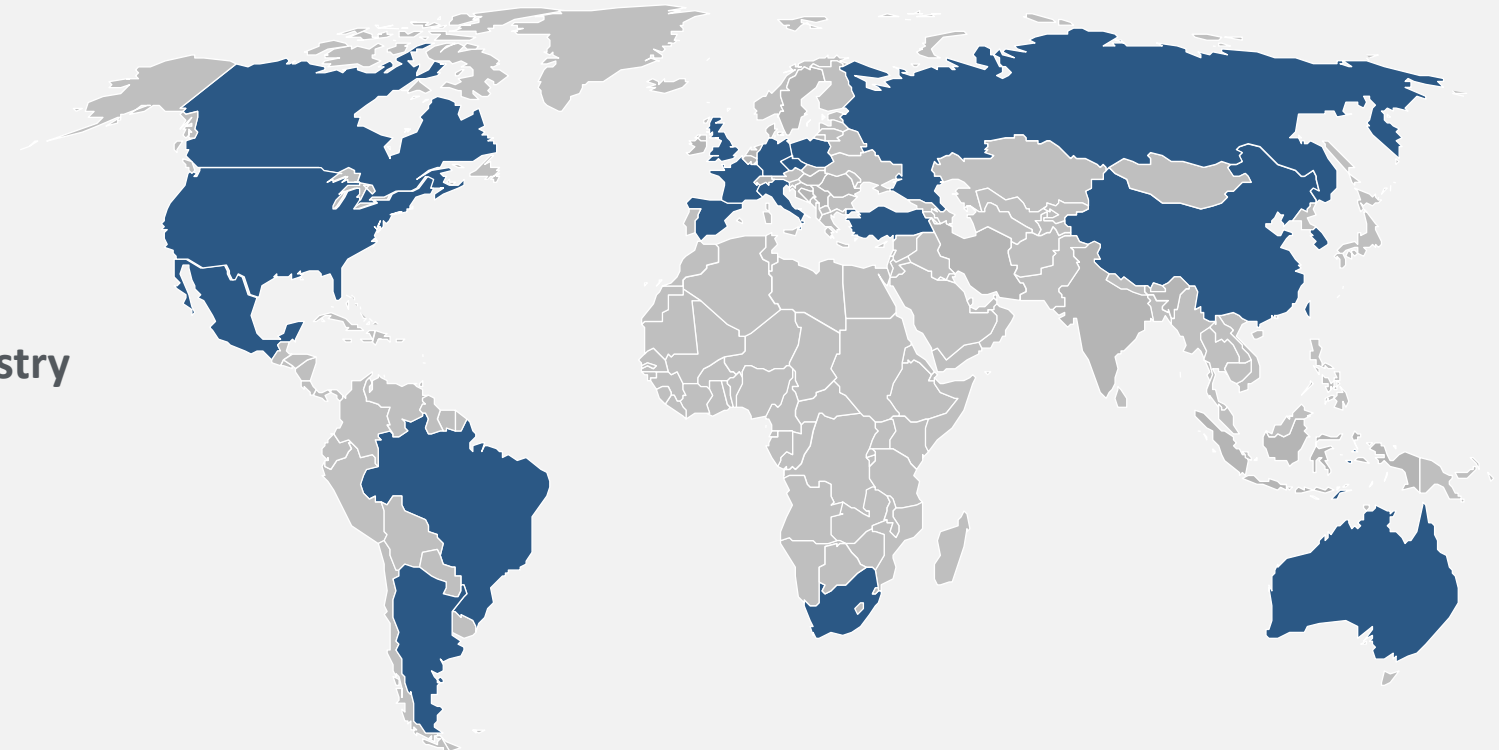
### Экологичность

- ✓ Экологически чистый процесс с низким энергопотреблением
- ✓ Нет расходных материалов, таких как присадочная проволока / нет воздействия дыма

## References for Magnetarc welding worldwide

### **KUKA is global market leader**

- more than 200 installations
- on 6 continents
- in over 17 countries
- at well-known customers
- in the automotive and components industry



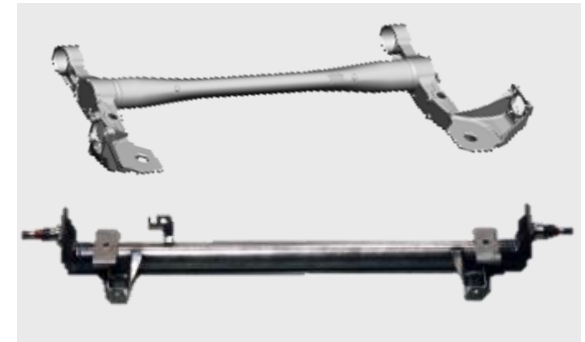
## Magnetarc welding in the automotive industry



Propshafts



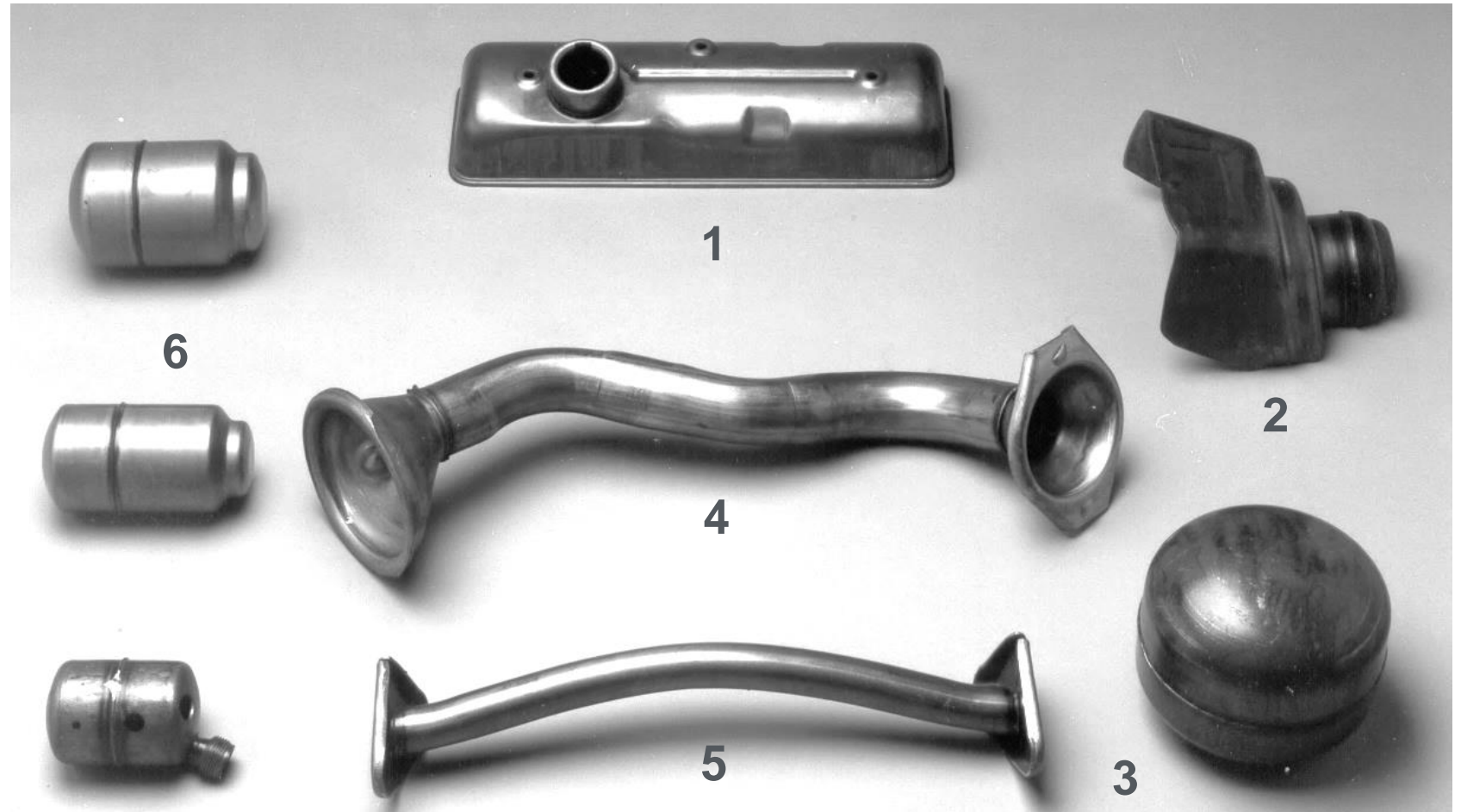
Drive shafts



Rear axles

## Magnetarc welding in the metal industry: sheet metal parts

1. Valve housing cover
2. Spring retainer
3. Pressure vessel
4. Exhaust component
5. Seat frame
6. Pressure vessel





## Сварка трением с перемешиванием

Rotary friction welding	Magnetarc welding	Friction stir welding	Linear friction welding
Technology	Technology	Technology	Technology
Products	Products	Products	Products
Expertise	Expertise	References	References
References	References		



## Описание ротационной сварки трением



Сварка трением с перемешиванием:

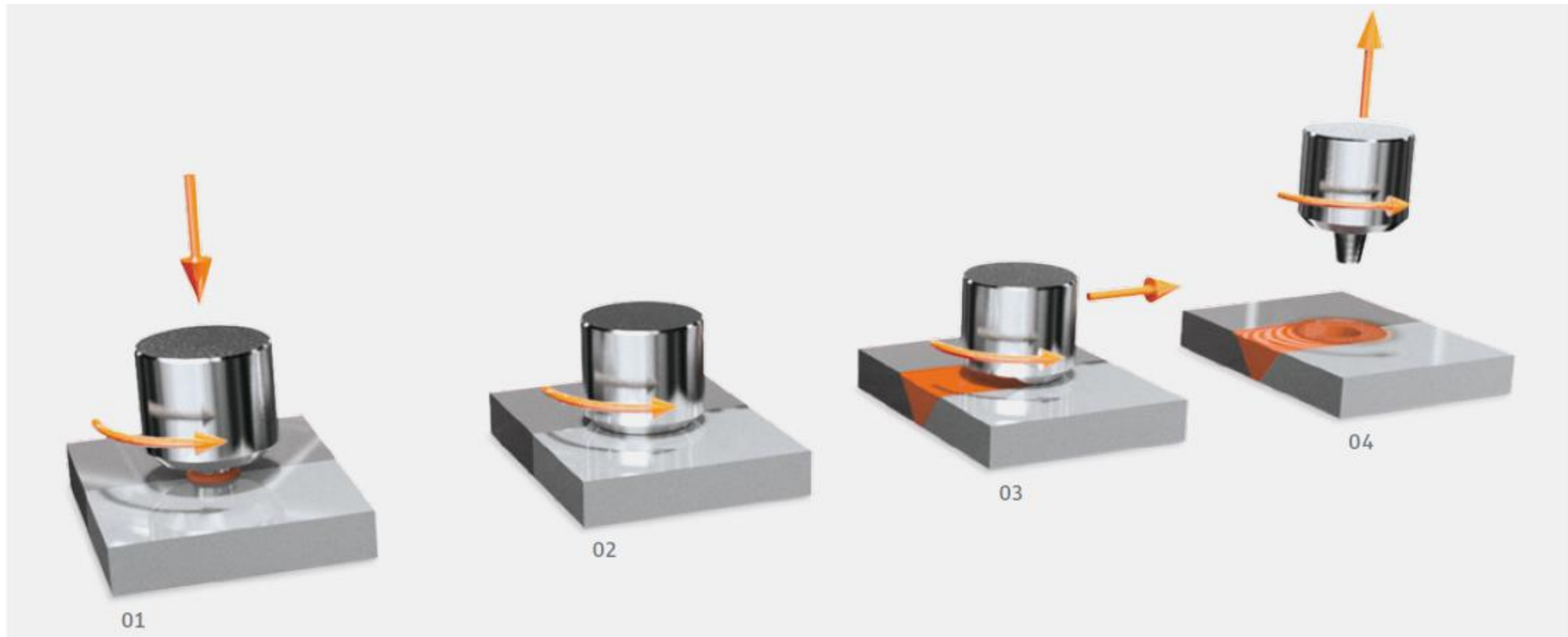
Твердофазный процесс соединения

Вращающийся профилированный штифт между прочно зажатými деталями для соединения

Процесс, разработанный в 1991 году TWI (Институт сварки Великобритании).



## Процесс сварки трением с перемешиванием

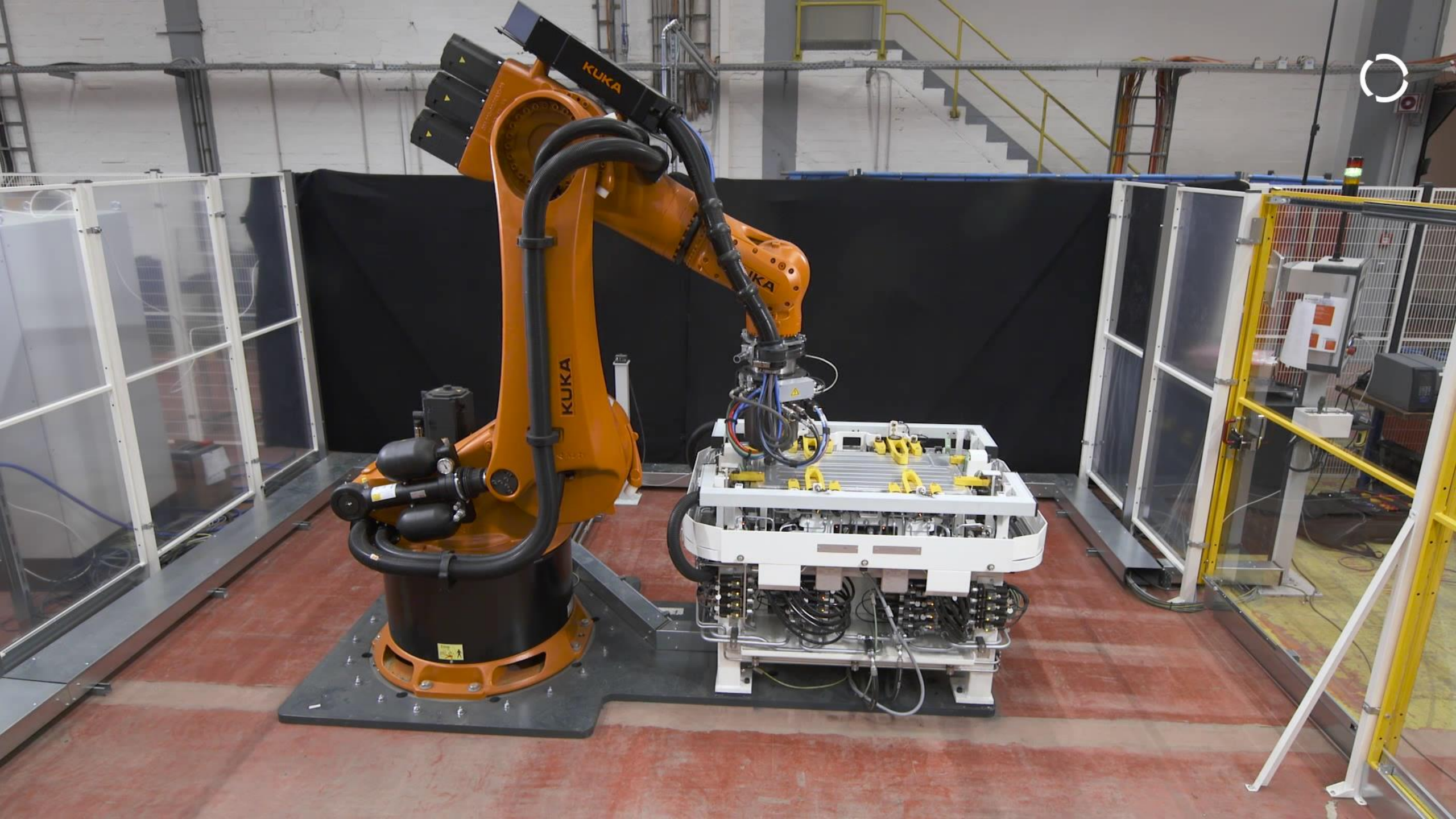


**01** Подход и погружение

**02** Разогрев

**03** Процесс сварки

**04** Вытягивание в конце шва



## Преимущества СТП

### **Очень высокое качество сварки**

Отсутствие сварочных дефектов, таких как поры или трещины.

Возможность соединения самых разнообразных материалов

Сравнительно низкое тепловое воздействие, так как соединение происходит при температуре плавления около 80%.

Высокая прочность шва при минимальных искажениях при сварке

### **Высокий потенциал экономии**

Простое соединение сложных 3D геометрий / экономия материалов за счет оптимизации компонентов

Нет расходных материалов, таких как защитный газ или присадочная проволока.

### **Экологичность**

Экологически чистый процесс с низким энергопотреблением



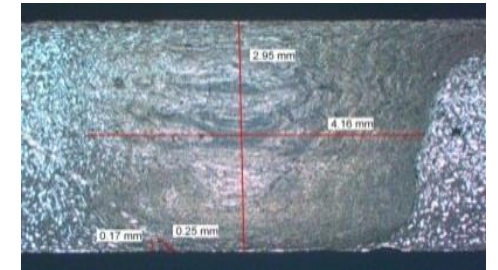
## Преимущество: возможно широкое разнообразие комбинаций материалов

	Steel, stainless steel and steel alloys	Titanium, titanium alloys	Magnesium alloys	Copper, copper alloys	EN AW-8000 (Al; other)	EN AW-7000 (Al; Zn; Mg; Cu)	EN AW-6000 (Al; Mg; Si)	EN AW/AC-5000 (Al; Mg)	EN AW/AC-4000 (Al; Si)	EN AW-3000 (Al; Mn)	EN AW-2000 (Al; Cu)	EN AW-1000 (Al, unalloyed)
EN AW-1000 (Al, unalloyed)	☉	✓	✓	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
EN AW-2000 (Al; Cu)	☉	✓	✓	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	
EN AW-3000 (Al; Mn)	☉	✓	✓	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉		
EN AW/AC-4000 (Al; Si)	☉	✓	✓	☉	☉	☉	☉	☉	☉			
EN AW/AC-5000 (Al; Mg)	☉	✓	✓	☉	☉	☉	☉					
EN AW-6000 (Al; Mg; Si)	☉	✓	✓	☉	☉	☉	☉					
EN AW-7000 (Al; Zn; Mg; Cu)	☉	✓	✓	☉	☉	☉						
EN AW-8000 (Al; other)	☉	✓	✓	☉	☉							
Copper, copper alloys	✓		✓	☉								
Magnesium alloys			☉									
Titanium, titanium alloys		✓										
Steel, stainless steel and steel alloys	✓											

- ☉ Weldability confirmed (for specific geom. dimensions)
- ✓ Weldability possible
- ☐ Weldability unconfirmed



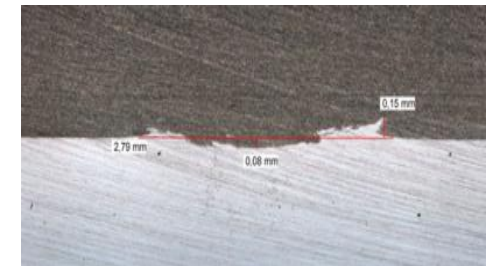
Aluminum sheets butt-welded



Aluminum casting butt-welded

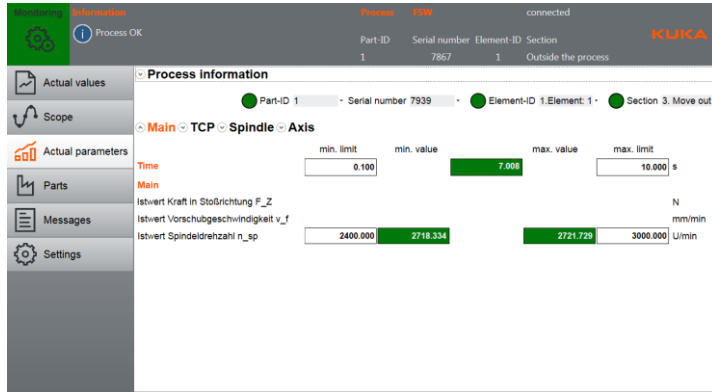


Aluminum sheet and copper sheet lap-welded



Aluminum sheet and steel sheet lap-welded

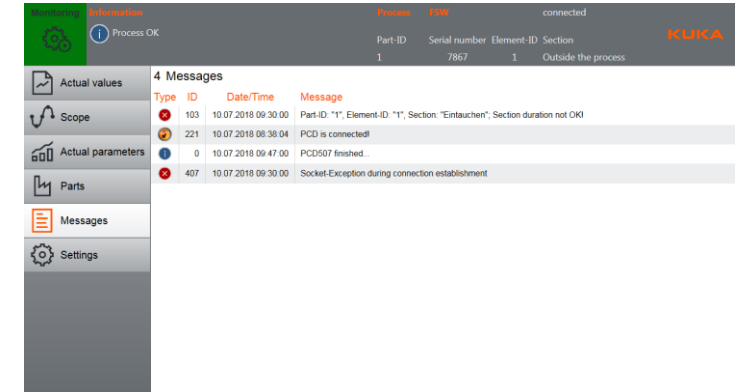
## KUKA PCD: управление и контроль параметров процесса



*Numerical parameter monitoring*



*Graphical curve trace*

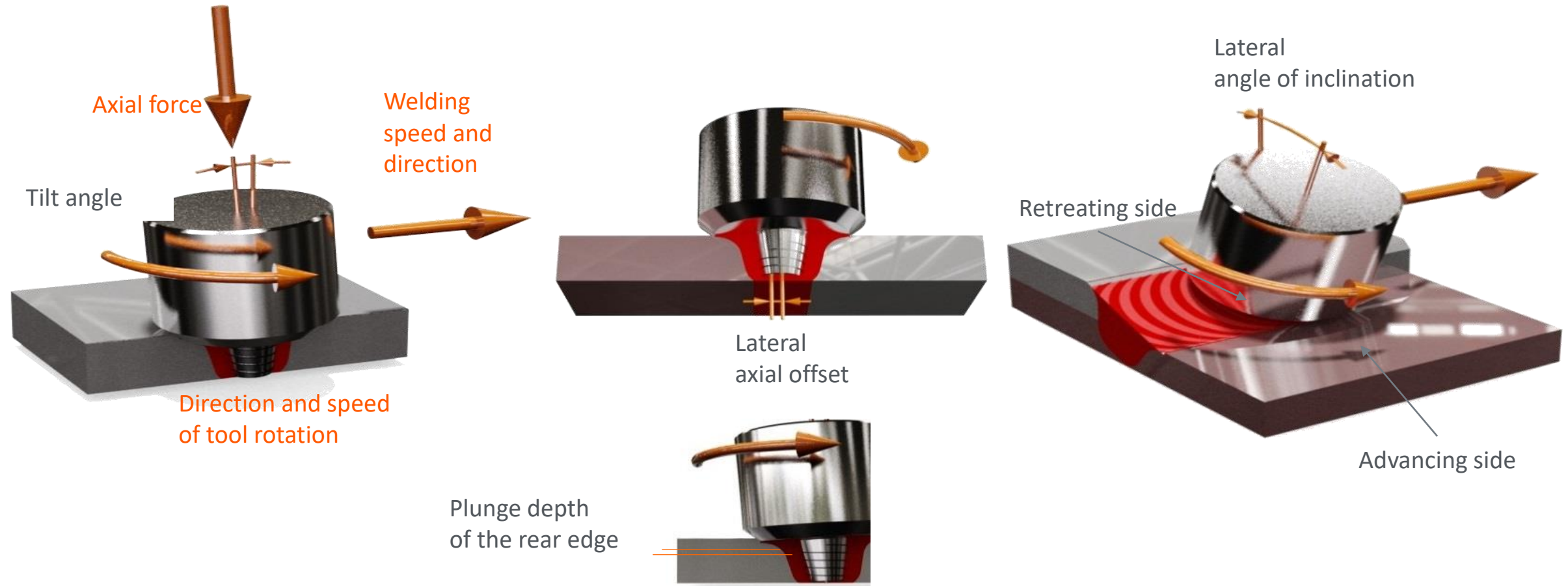


*Diagnostic messages*

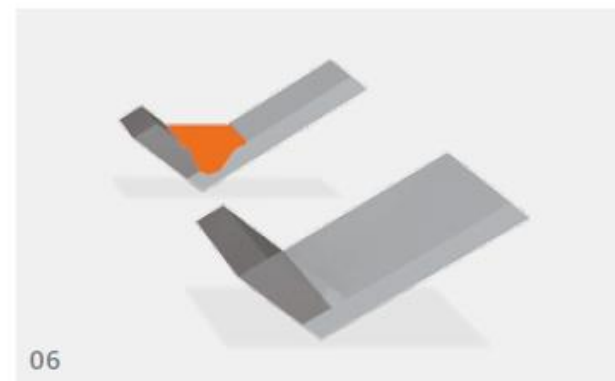
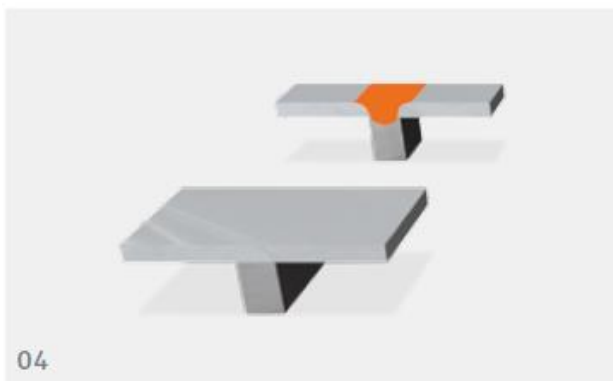
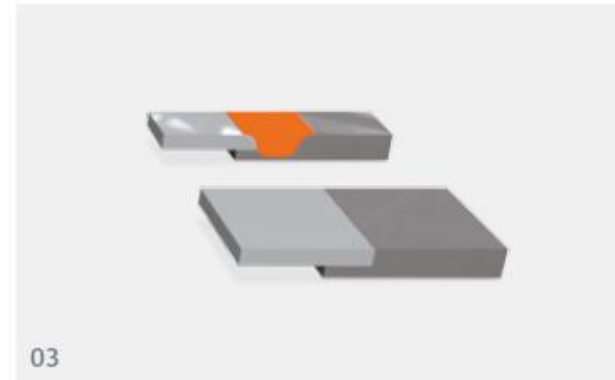
- Мониторинг числовых параметров
- Графическое и табличное отображение параметров в различных представлениях
- Управление данными о компонентах и продуктах
- Альтернативный контроль силы на протяжении всего процесса сварки для компенсации допусков
- Настройки группы пользователей и языка
- Системная диагностика

## Параметры процесса и заданные значения

Типичные технологические параметры, специфичные для конкретного процесса и задачи при сварке стыкового и нахлесточного соединения:



## Возможные типы соединений для ротационной сварки трением







## Advanced Welding Solutions

Rotary friction welding	Magnetarc welding	Friction stir welding	Linear friction welding
Technology	Technology	Technology	Technology
Products	Products	Products	Products
Expertise	Expertise	References	References
References	References		

## Роботизированная СТП



### Ключевые моменты:

- Использование сверхмощных роботов с технологическими дополнениями и расширениями в программном и аппаратном обеспечении.
- Соединение сложных 3D-швов
- Подходит для экономичного соединения цветных металлов (алюминий до 8 мм)
- Большое рабочее пространство, может быть расширено с помощью линейных осей
- Низкие инвестиционные затраты

## KUKA Industries – комплексное решение для СТП

- Технико-экономическое обоснование и технологические исследования
- Проверка компонентов, выбор инструмента и оптимизация параметров
- Проектирование и конструирование зажимного оборудования для конкретных деталей
- Проектирование, производство и поставка комплексного решения
- Интеграция процессов СТП в автоматизированные производственные линии
- Концепции качества и оптимизация производственных процессов

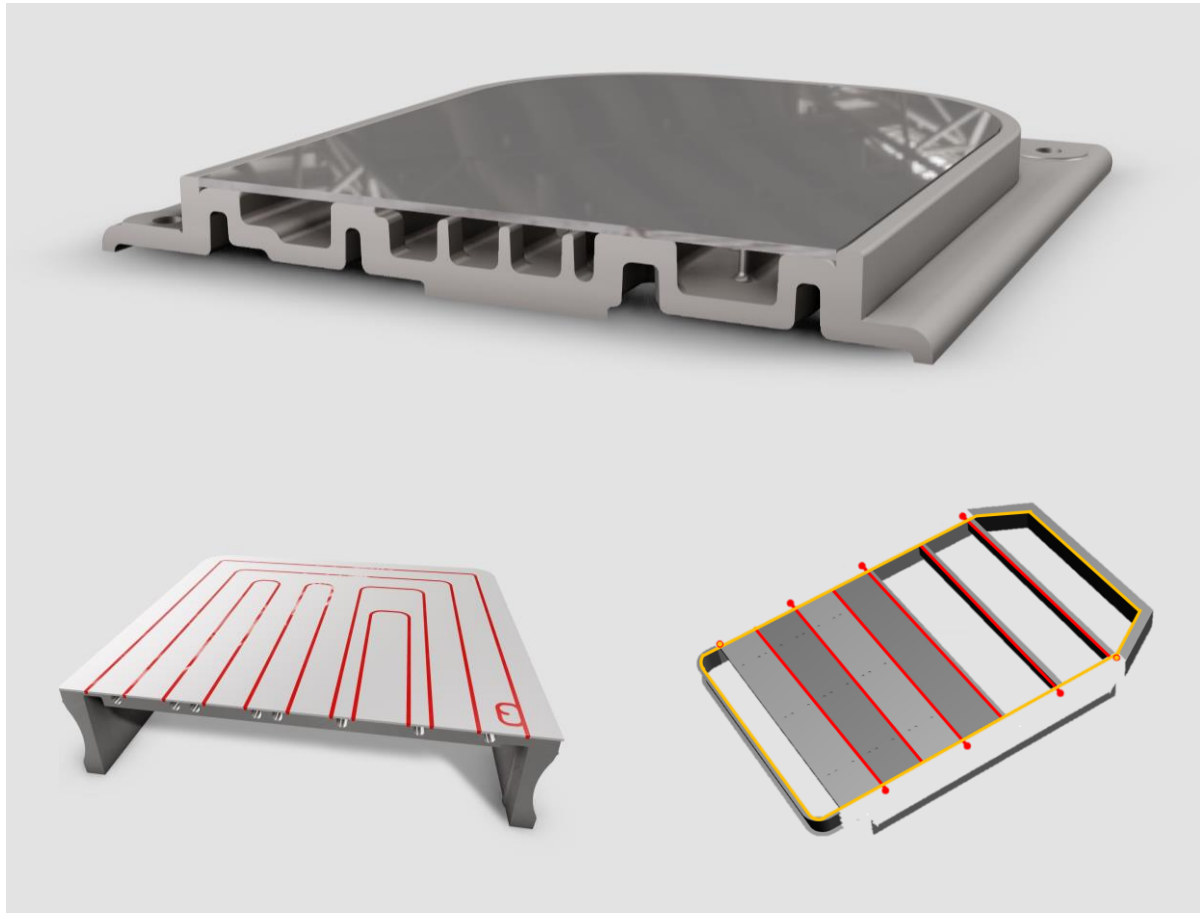




## Advanced Welding Solutions

Rotary friction welding	Magnetarc welding	Friction stir welding	Linear friction welding
Technology	Technology	Technology	Technology
Products	Products	Products	Products
Expertise	Expertise	References	References
References	References		

## Типичные области применения линейной сварки трением в электромобилях



### Компоненты

Корпус батареи

Корпус силовой электроники

### Материалы

Листы или двустенные профили (EN AW 6000)

Литые компоненты (EN-AC 4000)

### Преимущества

Высокое качество в отношении герметичности литого корпуса

Лучшее качество шва

Равномерность монтажных поверхностей модуля



## Типичные области применения линейной сварки трением в автомобильной промышленности



### Компоненты

Соединение автомобильных компонентов для системы охлаждения, кузова и тд

Комбинации материалов из алюминиевых листов, профилей и литых компонентов

### Материалы

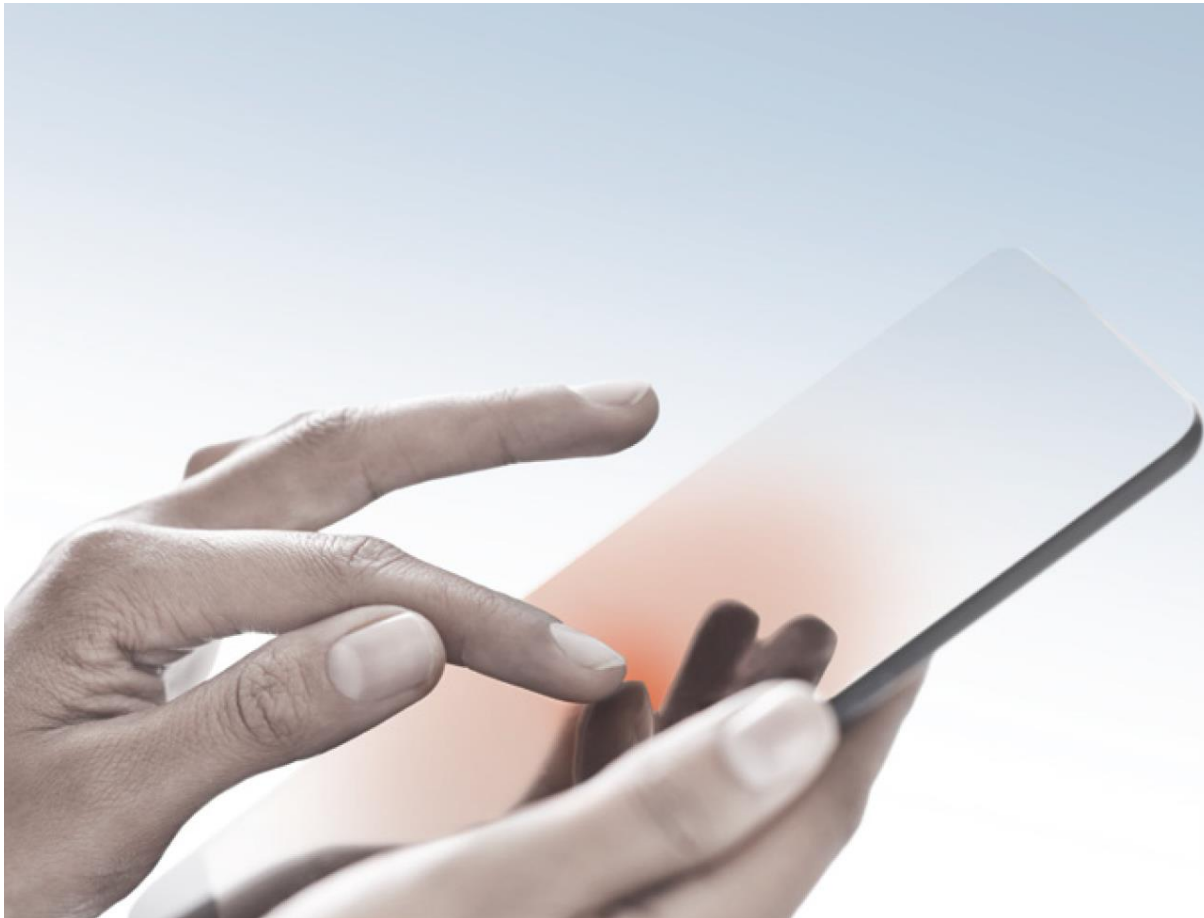
**4000 / 5000 / 6000 серии** алюминиевые сплавы

### Преимущества

Экономичное соединение сложных 3D-швов

Соединение трудно свариваемых комбинаций материалов

## Типичные области применения СТП в общей промышленности



### **Компоненты**

Соединение систем охлаждения силовой электроники и корпусов

Литые компоненты с алюминиевыми листами или профилями

Сварочные соединения с высокой проводимостью для трансформаторов и аккумуляторов

### **Материалы**

Алюминиевые сплавы

Медные сплавы

Магниевого сплавы

### **Преимущества**

Экономичное соединение сложных 3D-швов

Соединение различных материалов

## Типичные области применения линейной сварки трением в аэрокосмической промышленности



### **Компоненты**

Стыковка деталей фюзеляжа самолета и деталей ракет

### **Материалы**

Высокопрочные алюминиевые сплавы серий 2000 и 7000

### **Преимущества**

Высоконадежные и газонепроницаемые сварные швы

Низкая тепловая деформация и специальные характеристики поверхности

## Типичные области применения СТП в конструкции рельсового транспорта



### **Компоненты**

Боковых стены и элементы крыши для высокоскоростных поездов

Алюминиевые листы или профили (панели с двойными стенками)

### **Материалы**

Алюминиевые сплавы серии 6000

### **Преимущества**

Использование высокорентабельных порталых систем FSW

Интеграция дополнительных процессов обработки, таких как фрезерование и сверление

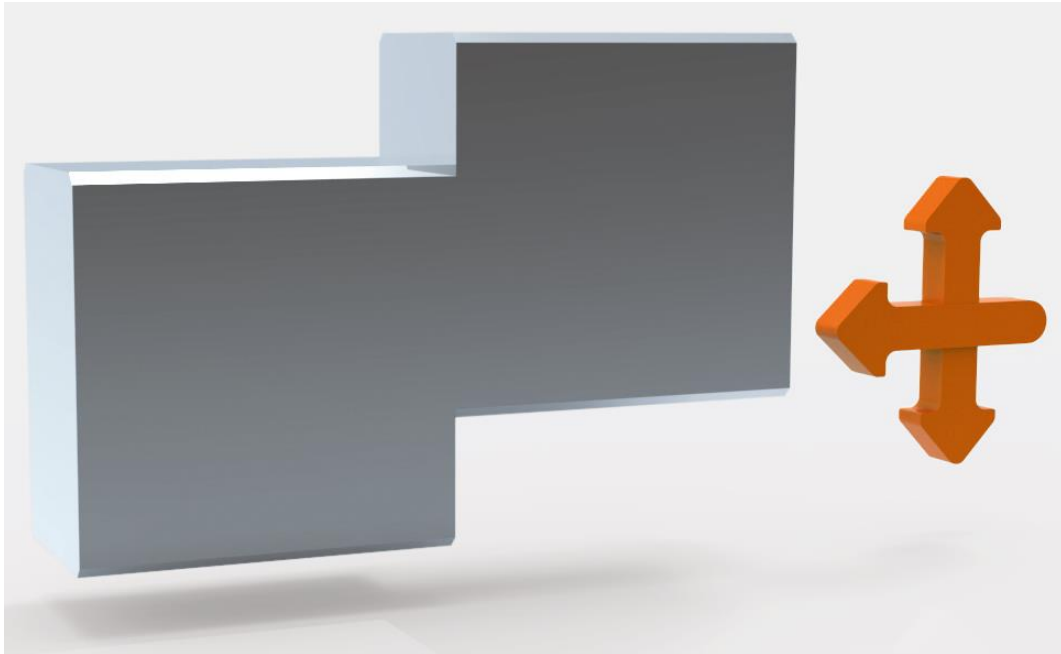


## Линейная сварка трением

Rotary friction welding	Magnetarc welding	Friction stir welding	Linear friction welding
Technology	Technology	Technology	Technology
Products	Products	Products	Products
Expertise	Expertise	References	References
References	References		



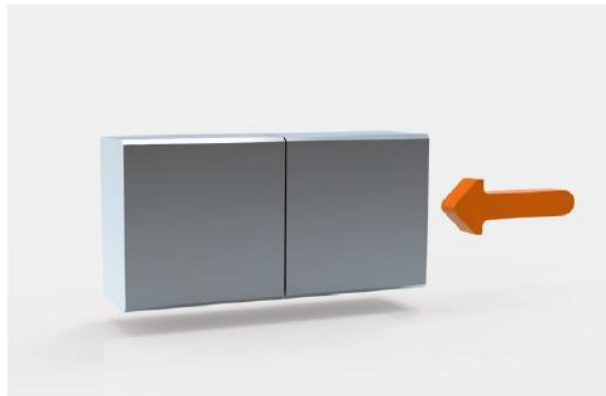
## Описание линейной сварки трением



- При линейной сварке трением детали соединяются посредством контролируемого движения деталей относительно друг друга под высокой контактной нагрузкой.
- Тепло трения вырабатывается либо в результате относительного линейного движения заготовок, либо в результате колебаний.
- В конце процессов трения и торможения детали правильно позиционируются по отношению друг к другу и соединяются под действием кузнечной силы.

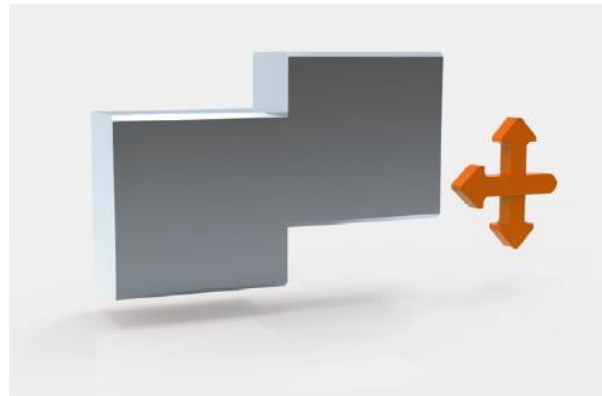
## Последовательность процесса линейной сварки трением

The linear friction welding process is very similar to the four phases of direct-drive friction welding:



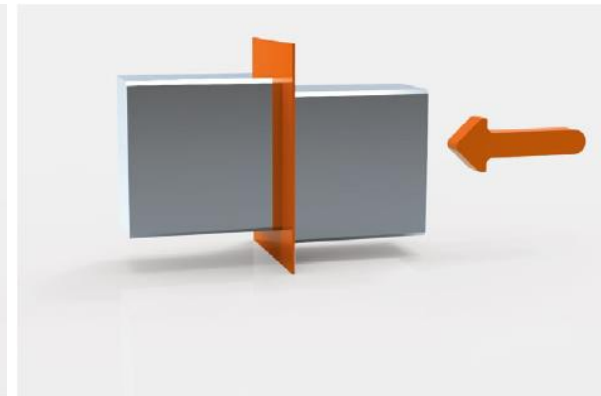
### 01 фаза предварительной сварки

Деталь под нагрузкой без возвратно-поступательного линейного движения (осцилляция)



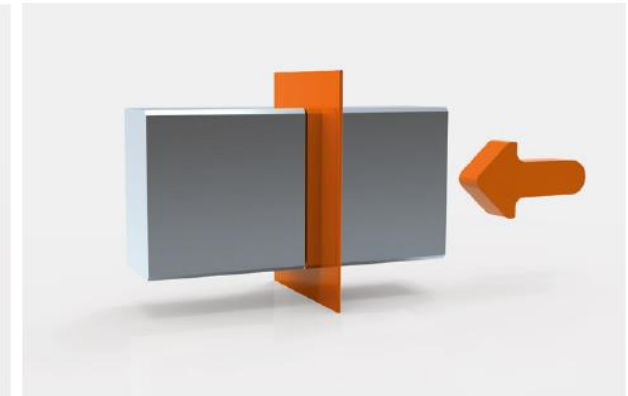
### 02 Friction phase 1

Начальный контакт при легкой нагрузке и колебаниях



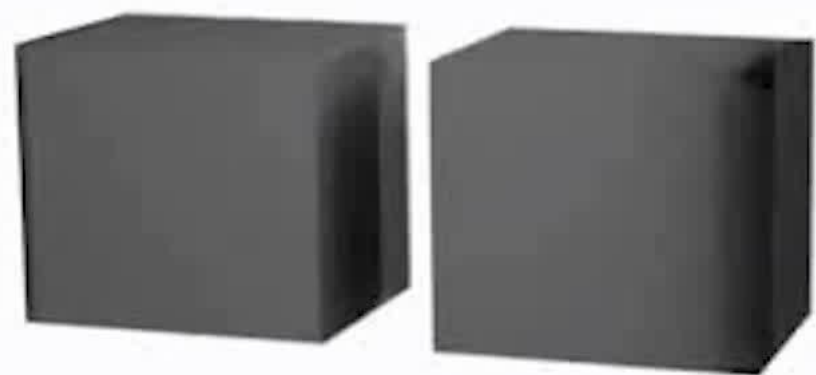
### 03 Friction phase 2

Осевая нагрузка + колебания



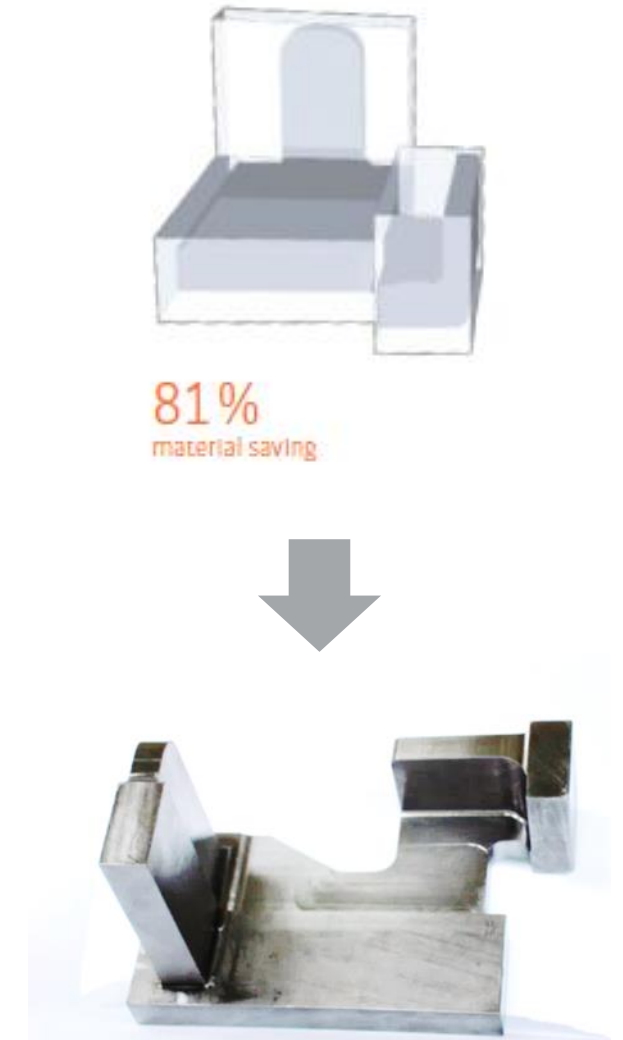
### 04 Forging phase

Ориентация деталей и осевая нагрузка



## Преимущества линейной сварки трением

- Высококачественный шов для сложных геометрических форм и практически любого типа металла.
- Экономия материалов до 80% возможна благодаря соединению сборных компонентов.
- Быстрые сварочные процессы
- Простая и оптимизированная по стоимости подготовка сварных швов сокращает время подготовки и повышает производительность в производстве
- Экологически чистый процесс с низким энергопотреблением



## Преимущества: широкий диапазон комбинаций материалов

	Tungsten-copper PM	Tungsten PM	Titanium aluminide	Titanium and titanium alloys	Free-cutting steel	Steel PM	Cast steel	High-alloy steel	Low-alloy steel	Unalloyed steel	Niobium	Nickel alloys PM	Nickel and nickel alloys	Molybdenum	Magnesium and magnesium alloys	Copper and copper alloys	Chromium	Carbide metal	Cast iron (GJS, GJM)	Aluminium PM	Aluminium and aluminium alloys	
Aluminium and aluminium alloys	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙					⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	
Aluminium PM									⊙	⊙											⊙	
Cast iron (GJS, GJM)							⊙	⊙	⊙	⊙										⊙		
High-speed steel (HSS)								⊙	⊙	⊙								⊙				
Chromium																						
Copper and copper alloys	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙		⊙		⊙					
Magnesium and magnesium alloys											⊙				⊙							
Molybdenum								⊙						⊙								
Nickel and nickel alloys			⊙	⊙				⊙	⊙	⊙		⊙	⊙									
Nickel alloys PM			⊙					⊙	⊙	⊙		⊙										
Niobium			⊙					⊙			⊙											
Unalloyed steel	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙												
Low-alloy steel	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙													
High-alloy steel	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙														
Cast steel					⊙	⊙	⊙															
Steel PM					⊙	⊙																
Free-cutting steel					⊙																	
Titanium and titanium alloys				⊙																		
Titanium aluminide																						
Tungsten PM	⊙	⊙																				
Tungsten-copper PM	⊙																					

⊙ Physically weldable  
 ☐ Please contact us to discuss any combinations that are not listed

Различные комбинации материалов и смешанные соединения могут быть сварены с высоким качеством.







## Станки для линейной сварки трением

Rotary friction welding	Magnetarc welding	Friction stir welding	Linear friction welding
Technology	Technology	Technology	Technology
Products	Products	Products	Products
Expertise	Expertise	References	References
References	References		

## Станки линейной сварки трением KUKA



### Широкий ассортимент продуктов и услуг

Технико-экономические и технологические обоснования

Пробные сварные швы, выбор инструмента и оптимизация параметров

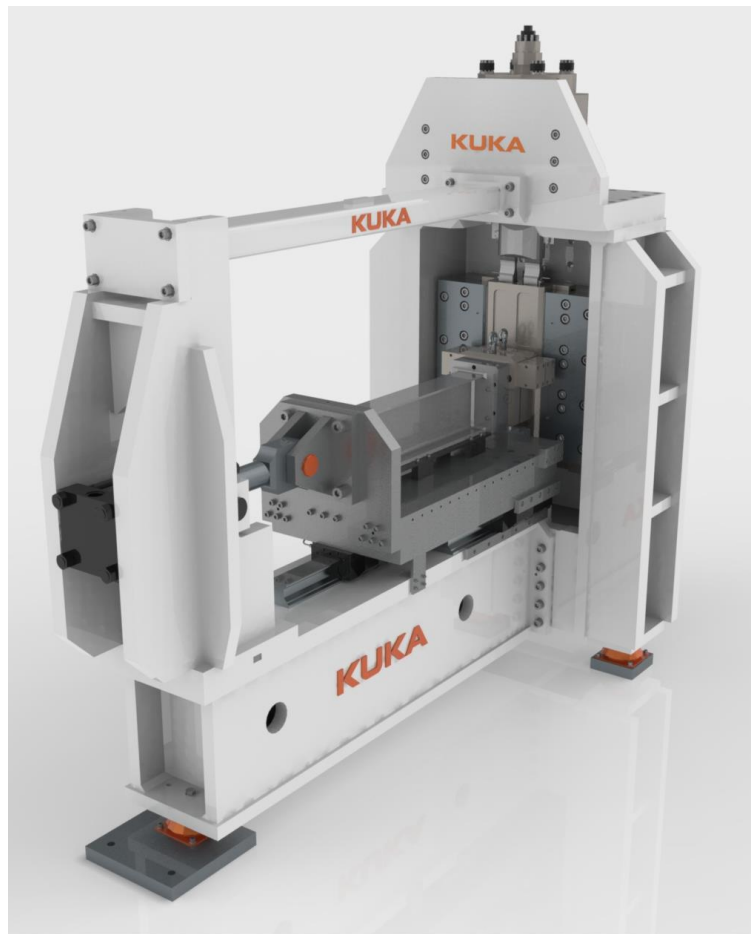
Проектирование и изготовление зажимных приспособлений для конкретных деталей

Проектирование, производство и поставка производственных систем

Интеграция процессов линейной сварки трением в автоматизированные производственные линии

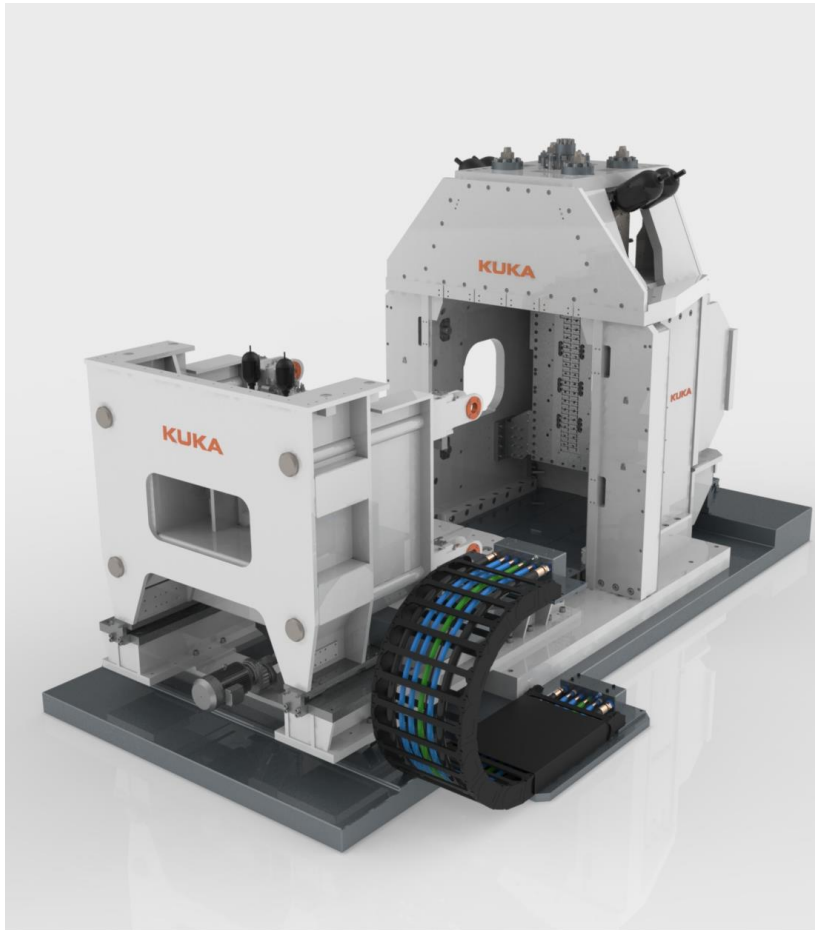
Концепции качества и оптимизация процесса производства

## Станок линейной сварки трением LR50



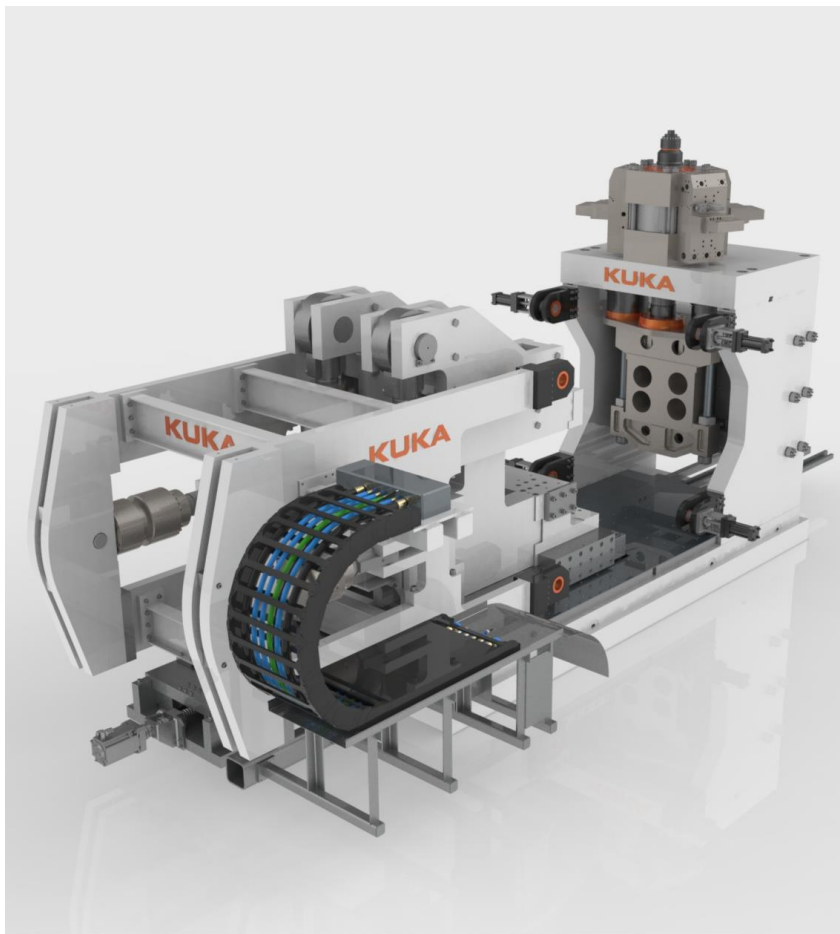
Axial Forge Load	2.5 t – 50 t
Welding Area	5,000 mm <sup>2</sup>
Oscillator Frequency	Up to 100 Hz (dependent upon component and tooling mass)
Oscillator Amplitude (±)	0.25 – 5 mm
System Design	Open

## Станок линейной сварки трением LR100



Axial Forge Load	5 t – 100 t
Welding Area	10,000 mm <sup>2</sup>
Oscillator Frequency	Up to 100 Hz (dependent upon component and tooling mass)
Oscillator Amplitude (±)	0.25 – 5 mm
System Design	Shot Bolt

## Станок линейной сварки трением LR200



Axial Forge Load	10 t – 200 t
Welding Area	20,000 mm <sup>2</sup>
Oscillator Frequency	Up to 100 Hz (dependent upon component and tooling mass)
Oscillator Amplitude (±)	0.25 – 5 mm
System Design	Shot Bolt

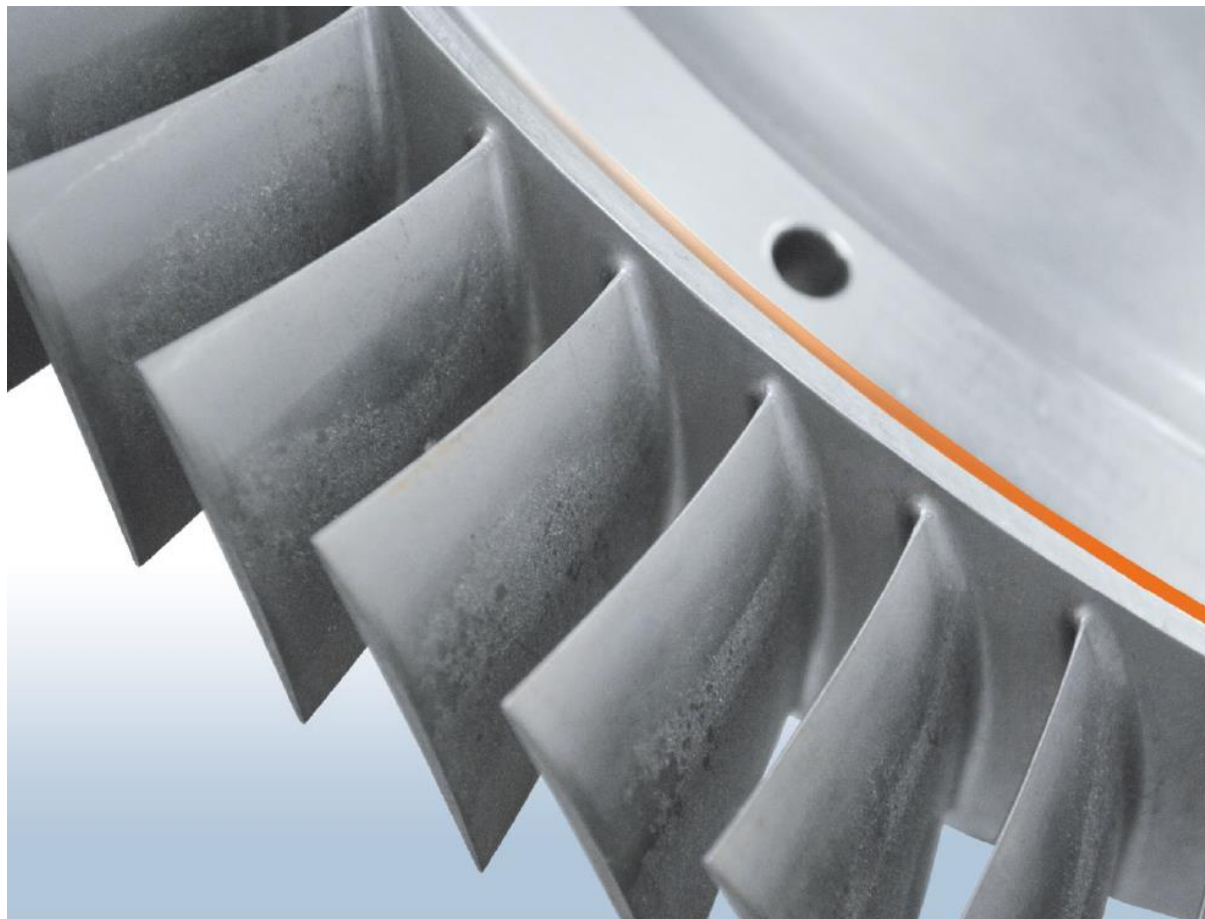




## Advanced Welding Solutions

Rotary friction welding	Magnetarc welding	Friction stir welding	Linear friction welding
Technology	Technology	Technology	Technology
Products	Products	Products	Products
Expertise	Expertise	References	References
References	References		

## Типичные области применения линейной сварки трением в энергетике



### Компоненты

Сварка лопаток турбин для предварительной обработки

Сварка лопаток со статором на турбинном колесе

### Материалы

Высокопроизводительный алюминий

Медь

Титан

### Преимущества

Выдерживают высокие температуры

Многочисленные механические свойства металла

Низкое сопротивление электрического соединения

## Типичные области применения линейной сварки трением в автомобильной промышленности



### **Компоненты**

Моноблоки на специальных подшипниках

Поршни и клапаны двигателя внутреннего сгорания

Валы

### **Материалы**

Алюминий

Сталь

Титан

### **Преимущества**

Термостойкость и коррозионная стойкость

Снижение веса

Мультиметаллическая конструкция

Устранение механических слабых мест

## Типичные области применения линейной сварки трением в аэрокосмической промышленности



### **Компоненты**

Авиационные конструкции

Посадочный шасси

### **Материалы**

Алюминий и сталь

Титан

Суперсплавы из никеля

### **Преимущества**

Экстремально высокая прочность

Однородность

Экономия времени & затрат / Минимальная механическая обработка

Снижение энергопотребления

## Типичные области применения линейной сварки трением в медицине



### **Компоненты**

Костные структуры

Специальные медицинские инструменты

Рентген и криогенные компоненты

### **Материалы**

Хирургические стали

Соединение меди с молибденом

Соединение из нержавеющей стали и титана для криогенных применений

### **Преимущества**

Соединение нескольких хирургических металлов

Высокопрочное однородное соединение



**Компания KUKA - Ваш глобальный партнер в области передовых сварочных решений!**