

# ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ПАО «ОДК-САТУРН» В ОБЛАСТИ СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

V Международный технологический форум  
"Инновации. Технологии. Производство."



Поляков А.Н. - главный сварщик ПАО «ОДК-Сатурн»  
начальник отдела главного сварщика



16 -18 апреля 2018 года

# Газоплазменное напыление



установка производства фирмы Sulzer Metco (Швейцария)

С 2000 г. внедрен процесс роботизированного плазменного нанесения уплотнительных, износостойких, термобарьерных покрытий на оборудовании А-3000S

Изготовитель оборудования фирма Sulzer Metco (Швейцария)

Разработаны и освоены технологии напыления газотермических покрытий на детали и узлы изделий SaM146, 36MT, 64M, ПД-14, морской и наземной тематики

Освоен процесс высокоскоростного напыления различных покрытий на роботизированных комплексах MultiCoat



Модернизация роботизированной установки А-3000S

## ПЛАЗМЕННОЕ НАПЫЛЕНИЕ

- Рабочие и сопловые лопатки турбины, корпусные детали, кольца, втулки и фланцы лабиринта, валы, жаровые трубы кольцевых камер сгорания

Напыляемые покрытия

- уплотнительные (АНБ, 20Б, АЛК, AlSiPolyester)
- износостойкие (ВКНА, СНГН-55, WC17%Co)
- термобарьерные (NiCrAlY+ZrO<sub>2</sub> 8%Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- антифрикционные (ПГС-100, CoCrAlYSi 15%BN)
- жаростойкие (ПВ-НХ16Ю6Ит, ПХ20Н80).

## ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ НАПЫЛЕНИЕ (работы по отработке технологии)

- Рабочие лопатки КНД по «подошве» замка и бандажным полкам, фланец лабиринта

Напыляемые покрытия

- износостойкие (WC17%Co)
- антифрикционные (ПР-БрАМц9-2).

# Газоплазменное напыление

Напыляемые детали





## Напыление лопаток

Отработаны технологии и программы напыления керамического покрытия, обеспечивающие нанесение подслоя и покрытия требуемой толщины



Рабочая лопатка ГТД-110



Сопловая лопатка М90



# Электронно-лучевая сварка



установка ЭЛУР-1АТ

С 2002 г. внедрен процесс ЭЛС крупногабаритных роторных конструкций диаметром 2000 мм, массой более 7,5 т на установке отечественного производства ЭЛУР-1АТ

Изготовитель ПАО «Электромеханика» г. Ржев (Россия)

В полном объеме освоена ЭЛС ДСЕ изделия ГТД-110



установка ЭЛУ-20



установка EBOCAM KS80-2 PN 250 KM

# Электронно-лучевая сварка

## Технические характеристики установок ЭЛС



Технические характеристики	ЭЛУР-1АТ	ЭЛУ-20Р	ЕВОСАМ KS80-2 PN 250 KM
Объем вакуумной камеры	100 м <sup>3</sup>	17 м <sup>3</sup>	7, 9 м <sup>3</sup>
Габариты ДСЕ	Ø 160...3200 мм высота до 1700 мм	Ø 20...1700 мм высота до 1500 мм	Ø 200...950 мм высота до 315 мм
Масса ДСЕ с оснасткой	до 10000 кг	до 1700 кг	до 1470 кг
Свариваемая толщина	5 - 100 мм	5 - 100 мм	3 – 60 мм
Время откачки вакуума	~ 2,5 часа (по паспорту ~ 65 мин.)	~ 3 часа (по паспорту ~ 30 мин.)	~ 15 мин. (по паспорту ~ 15 мин.)
Энергоблок	ЭЛА-60В	ЭЛА 60/60	HCV 25 670M-70000
Ускоряющее напряжение	60 кВ	60 кВ	70 кВ
Максимальная мощность луча	60 кВт	60 кВт	25 кВт
Дата ввода в эксплуатацию	2000 г.	2007 г.	2013 г.



# Электронно-лучевая сварка

## ДСЕ, сваренные на установке ЭЛУР-1АТ

Барaban 5-10 ступени  
(в оснастке для сварки)



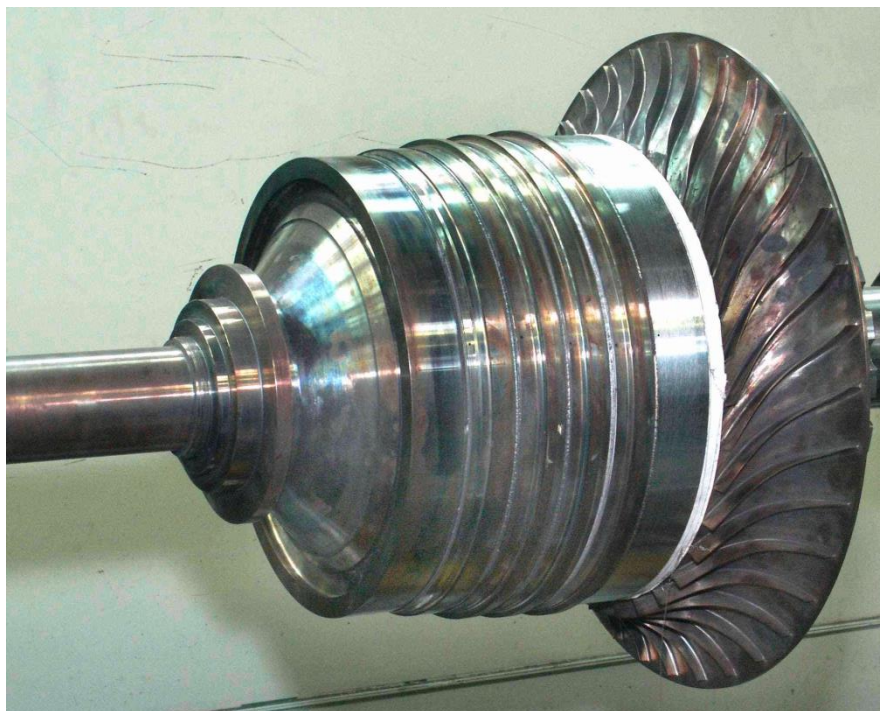
Цапфа-диск 4 ст.





ДСЕ, сваренные на установке ЭЛУ-20Р

Ротор



Ротор



## ДСЕ, сваренные на установке ЕВОКАМ

Барабан 1-2 ступени  
(в оснастке для сварки)



Ротор турбины



# Лазерная сварка



установка лазерной 3D сварки TruLaser Cell 7020

С 2014 г. внедрен процесс лазерной сварки на установке TruLaser Cell 7020

Изготовитель фирма TRUMPF (Германия)

На установке освоена технология лазерной сварки лопаток в наружные кольца титановых направляющих аппаратов 1, 2 ступени, входного направляющего аппарата и спрямляющего аппарата изделия ПД-14





# Лазерная наплавка



Установка HC-205 фирмы Huffman (США)  
приобретена в 2011г.



Установка LAWS 800 фирмы Liburdi (Канада)  
приобретена в 2014г.

Лазерная порошковая наплавка контактных поверхностей бандажных полок рабочих лопаток турбины 1, 2, 3 ступеней изделия SaM146 (применяется порошок на основе кобальта Stellite 694)

Лопатки разных ступеней имеет различную структуру:

- Лопатка 1 ступени – монокристаллическая
- Лопатка 2 ступени – направленная кристаллизации
- Лопатка 3 ступени – поликристаллическая

**Внешний вид лопатки после наплавки**  
(места наплавки указаны стрелками)



**Макроструктура по местам наплавки на лопатке**  
(места наплавки указаны стрелками)

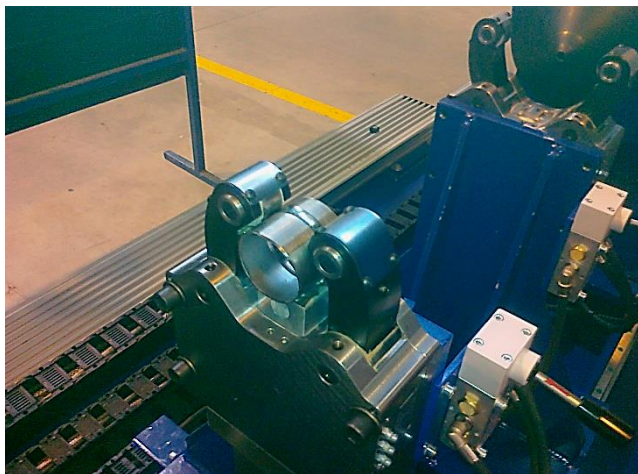
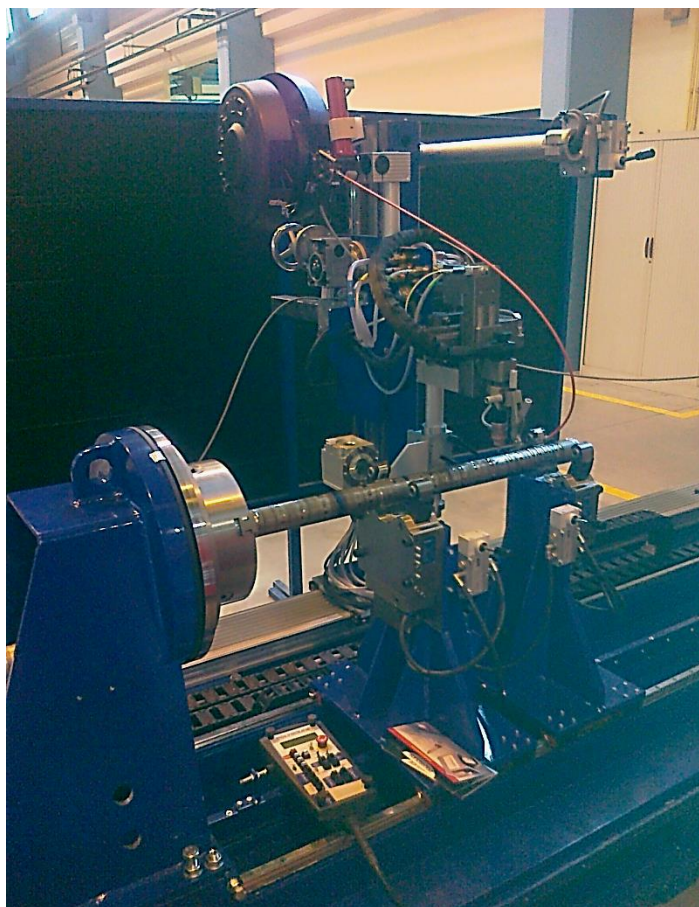


# Автоматическая аргонодуговая сварка

## Автоматическая аргонодуговая сварка валов

В 2010г. введена в эксплуатацию автоматизированная установка  
для аргонодуговой сварки длинноразмерных труб

Изготовитель фирма Полисуд (Франция)



# Автоматическая аргонодуговая и плазменная сварка



Установка FMW

В 2017г. приобретена автоматизированная установка для аргонодуговой и плазменной сварки марки FMW

Изготовитель оборудования фирма Fronius (Австрия)

Применение для автоматизированной сварки корпусных деталей толщиной до 3,0 мм аргонодуговой сваркой  
толщиной от 3,0 до 9,0 мм плазменной сваркой  
диаметром деталей до 3400 мм, массой до 12т

Установка оснащена системой ЧПУ,  
системой регистрации параметров сварки в реальном времени,  
системой видеоконтроля за зоной сварки



# Автоматическая аргонодуговая и плазменная сварка



В 2012г. приобретена автоматизированная установка для автоматической сварки и наплавки на внутренние и внешние поверхности модели FOW

Изготовитель оборудования фирма Fronius (Австрия)

Применение для автоматизированной сварки деталей диаметром от 30,0 до 1000,0 мм

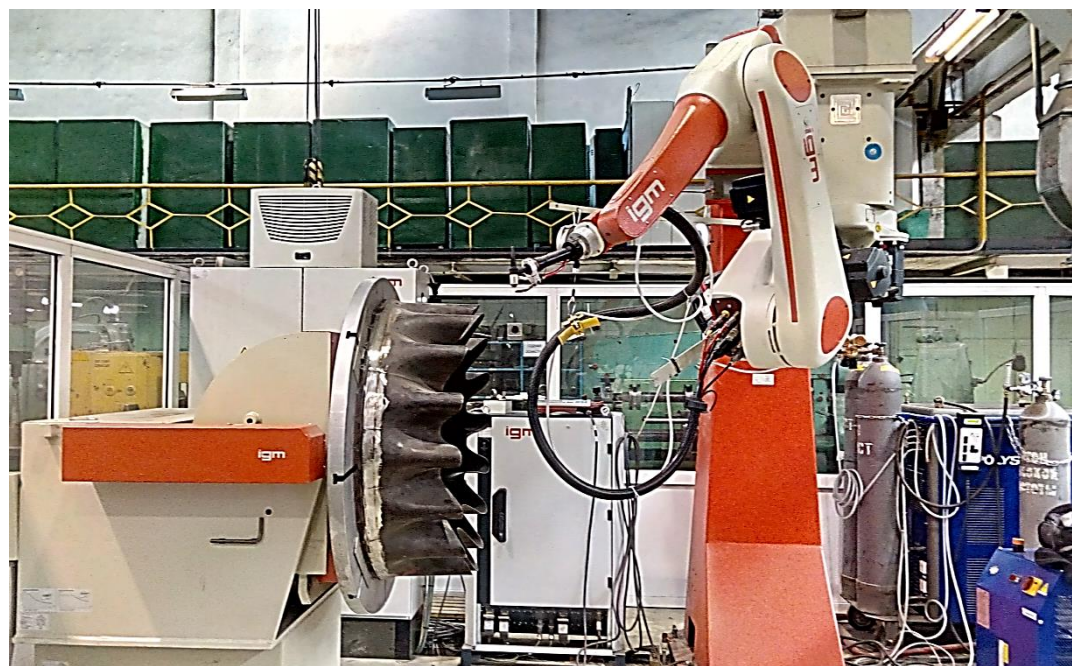
Установка оснащена системой ЧПУ, системой регистрации параметров сварки в реальном времени

Установка FOW

# Роботизированная аргонодуговая сварка

В 2012г. приобретена роботизированная установка аргонодуговой сварки сложнопрофильных деталей

Изготовитель фирма ИГМ (Австрия) – Полисуд (Франция)



Установка приобретена для автоматизации процесса сварки смесителя изделия SaM146 и других ДСЕ



# Аргонодуговая сварка в контролируемой атмосфере



В 2012г. введена в эксплуатацию камера с контролируемой защитной средой

Изготовитель фирма JetLine (США)

Сварочная камера с контролируемой атмосферой VC-72Z



# Аргонодуговая наплавка



Установка Dabber RBM фирмы Liburdi (Канада)

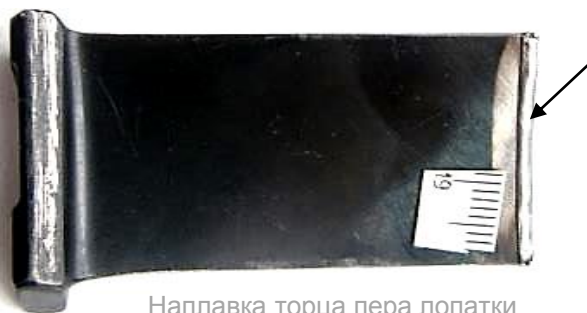


Установка LAWS 4000 фирмы Liburdi (Канада)

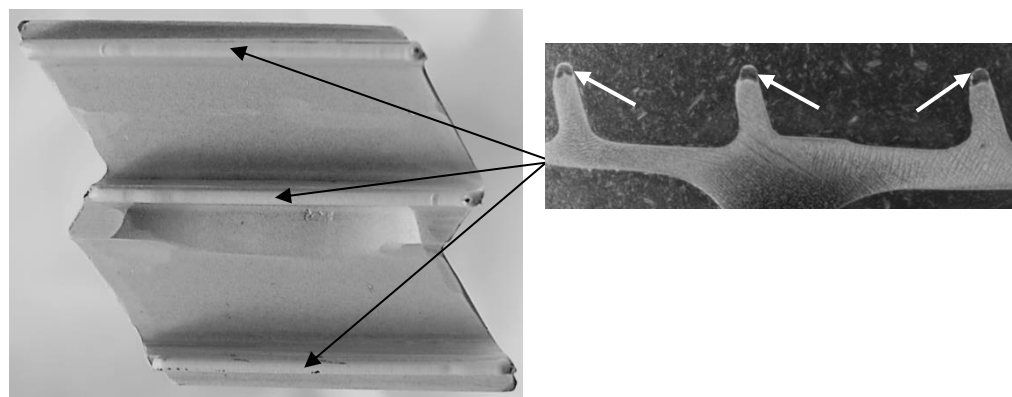
## Ремонт наплавкой

Внедрены ремонтные технологии наплавки на окончательно обработанные детали из никелевых сплавов на установках DABBER RBD и LAWS 4000 с импульсной подачей энергии и одновременно с синхронизированной подачей проволоки

Изготовитель оборудования фирма Liburdi (Канада).



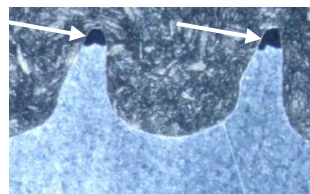
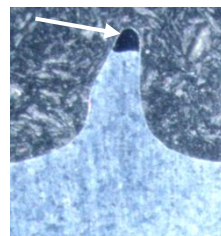
Наплавка торца пера лопатки



Наплавка гребешков лопатки

# Аргонодуговая наплавка

Ремонт лабиринтов наплавкой





# Микроплазменная сварка

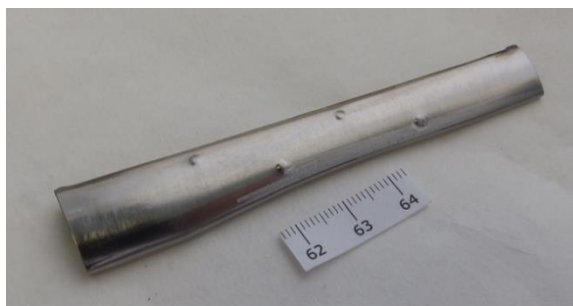
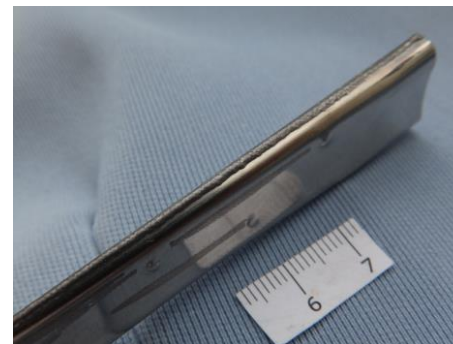


Установка Microplasma 50

Внедрён техпроцесс сварки тонкостенных деталей (толщиной  $t=0,4$  мм) микроплазменной сваркой на роботизированной установке

Изготовитель оборудования фирма EWM (Германия)

Освоена сварка дефлекторов изделия SaM146





# Вакуумная пайка

Вакуумная пайка с нагревом до 1400°C и скоростью охлаждения до 250 °C/ мин в печах ULVAC 90, ULVAC 60, CONSARC деталей компрессора, турбины и камеры сгорания порошковыми и ленточными припоями отечественного и импортного производства на все изготавливаемые изделия



Печь ULVAC с рабочим пространством  $\varnothing 900 \times 900$  мм,  
точность по температуре  $\pm 5^\circ\text{C}$



Печь CONSARC с рабочим пространством  $\varnothing 1210 \times 1300$  мм,  
точность по температуре  $\pm 5^\circ\text{C}$

# Диффузионная сварка



Установка диффузионной сварки УДВ-35.01 УХЛ4

Установка диффузионной сварки для сварки ротора  
специзделия

Изготовитель ООО «Техносвар КС» (г. Псков)

# Неотложные проблемы в области сварки



- Отработка технологии автоматической плазменной сварки толстостенных корпусных деталей из сталей и никелевых сплавов изделий морской и наземной тематики
- Отработка технологии автоматической сварки в щелевую разделку для корпусных деталей (корпуса компрессора) изделия ГТД-110
- Отсутствие на рынке современного, надежного в эксплуатации, высокотехнологичного отечественного оборудования с ЧПУ для процессов автоматической сварки, газотермического напыления покрытий, высокотемпературной вакуумной пайки
- Отсутствие в РФ промышленного изготовления и продажи сварочной проволоки авиационного применения  $\varnothing 0,8-2,4$  мм на кассетах с порядной намоткой для автоматической сварки, наплавки
- Отсутствие отечественного оборудования для изготовления сварных сотовых блоков для паяных сотовых уплотнений
- Отсутствие отечественного производителя качественного порошка никелированного нитрида бора для создания качественных уплотнительных плазменных покрытий
- Низкое качество отечественного производителя по составу и грануляции порошков для газотермического напыления и лазерной наплавки в сравнении с аналогами зарубежных производителей порошков



# Обеспеченность предприятия оборудованием, материалами, кадрами



## Состав оборудования сварочного производства

- Источники питания для ручной и автоматической аргонодуговой сварки - 89 шт.
- Машины контактной и конденсаторной сварки - 42 шт.
- Установки автоматической сварки - 21 шт.
- Установки лазерные сварки и наплавки - 3 шт.
- Установки электронно-лучевой сварки- 3шт.
- Установки микроплазменной сварки - 2 шт.
- Камеры с контролируемой атмосферой - 9 шт.
- Установки для газотермического напыления - 17 шт.
- Оборудование для пайки (вакуумные и камерные печи, установки ТВЧ) – 15 шт.

Для решения перспективных задач Планом инвестиций на приобретение оборудования на 2018-2020 гг. предусмотрено приобретение и модернизация сварочного оборудования на общую сумму 875 тыс. руб.

Необходимо срочно отечественное современное высокотехнологичное оборудование с ЧПУ с надежным ресурсом эксплуатации (минимум 7 лет)

- для автоматической лазерной сварки, наплавки (с наличием системы технического зрения)
- электронно-лучевой сварки
- плазменной сварки
- оборудование для нанесения покрытий
- высокотемпературной вакуумной пайки

# Обеспеченность предприятия оборудованием, материалами, кадрами



## Обеспечение кадрами

- Нехватка квалифицированных кадров с техническим сварочным образованием, из-за резкого уменьшения количества выпускников технических образовательных учреждений
- В настоящее время в сварочном производстве согласно штатному расписанию должно работать 46 инженеров-технологов по сварке, пайке, газотермическому напылению, по факту работает 36 инженеров-технологов

# Взаимодействие с другими предприятиями и организациями



- Ежегодное участие специалистов сварочного производства в Международном технологическом форуме в г. Рыбинске (секция сварки) по перспективным (инновационным) проектам и проблемным вопросам сварки с привлечением специалистов других предприятий и институтов
- Взаимодействие с предприятиями ОДК в вопросах кооперации при изготовлении ДСЕ и обмен опытом
- Технические семинары, конференции по новым материалам на площадке ВИАМ
- Ежегодное посещение специалистами сварочного производства Российских выставок по сварке
- Взаимодействие с представителями отечественных и зарубежных компаний – производителей сварочного оборудования и материалов



# Предложения по проведению НИР



- Проведению НИР по разработке технологии ротационной сварки трением ротора турбины, валов и дисков турбины и компрессора.  
В настоящее время соединение диска и втулки ротора турбины выполняется методом электронно-лучевой сварки. Применение метода ротационной сварки трением позволит повысить качество сварки диска и втулки ротора турбины из трудносвариваемых материалов
- Освоение прорывных технологий ремонта методами автоматической сварки, газотермического напыления и пайки

# Предложения по созданию инжиниринговых центров и других механизмов взаимодействия в области сварки



- Возрождение отраслевого технического института сварки, объединяющего технологии самолето-двигателестроения
- Создание единого Российского института сварки - аналога института сварки им. Е.О. Патона
- Организация тематических ежегодных курсов повышения квалификации специалистов сварочного производства
- Создание инжиниринговых центров по отработке и внедрению в производство прорывных технологических процессов сварки, пайки, напыления
- Участие руководителей и специалистов сварочного производства в ежеквартальных конференциях родственных предприятий по обмену передового опыта
- Организация конкурсов молодых инженеров - сварщиков (до 40 лет) по разработке инновационных проектов в сварочном производстве, с присуждением грандов (по отрасли, РФ)
- Организация коллективных посещений международных выставок по сварке специалистами сварочного производства отрасли, с освещением результатов поездок в тематических журналах (печати) РФ

**СПАСИБО**

**ЗА ВНИМАНИЕ**