

# **XI Международный технологический форум «ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ. ПРОИЗВОДСТВО»**

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

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

17.04.2025



**УСТАНОВКА ЭЛУР-1АТ**



**УСТАНОВКА ТЕТА60Е2500**

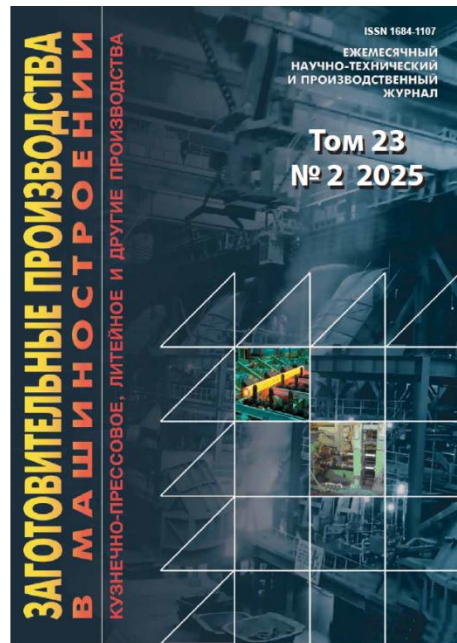


**УСТАНОВКА ЭЛУ-20**



**УСТАНОВКА EBOCAM KS80-2 PN 250 KM**

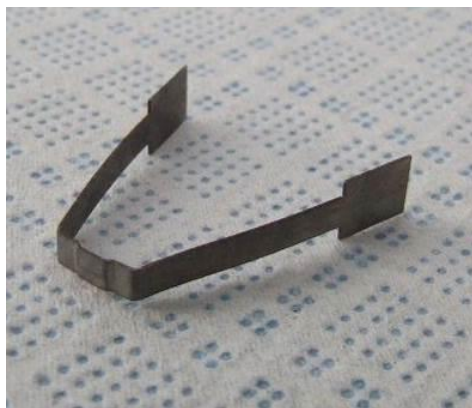




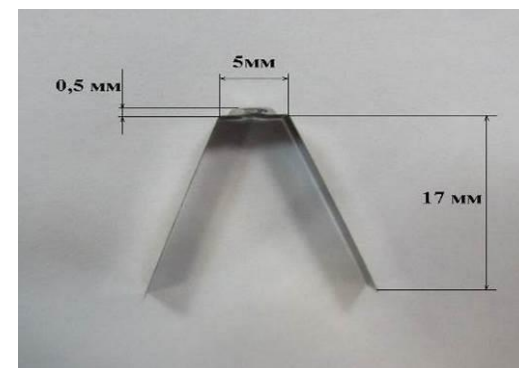
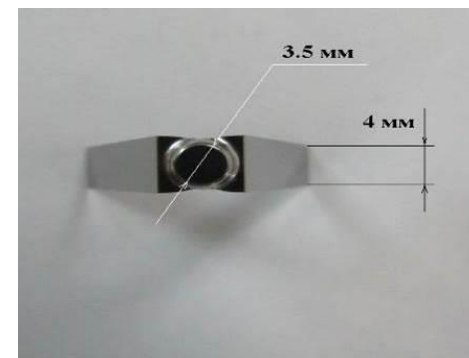
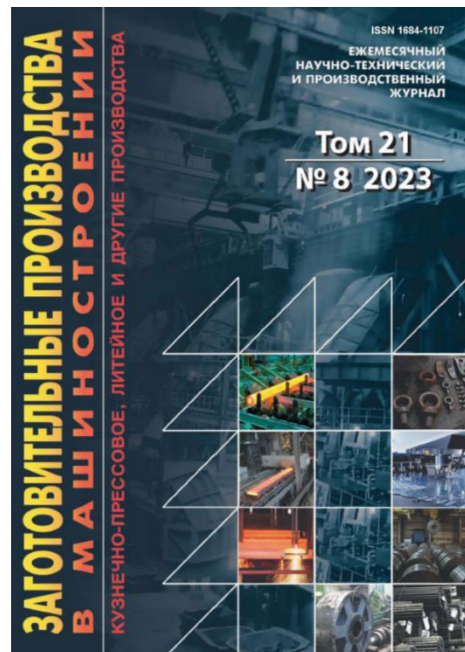
В статье, спустя четверть века эксплуатации ЭЛУР-1АТ, выполнен анализ целесообразности тех или иных технических решений, применённых при изготовлении оборудования для ЭЛС. В результате проведенного анализа выбраны новые решения, реализованные сегодня в установке ЭЛС ТЕТА60Е2500, спроектированной и изготовленного ООО «НПК ТЭТА» г. Томск.



УСТАНОВКА EBOCAM KS80-2 PN 250 KM



Катоды ООО «НПК ТЭТА» материал катодов тантал



Катод Plansee №317748  
из WVM4-36.876d



## ДСЕ, СВАРЕННЫЕ НА УСТАНОВКЕ ЭЛУР-1АТ и ТЕТА60Е2500

**КОРПУС КОМПРЕССОРА**

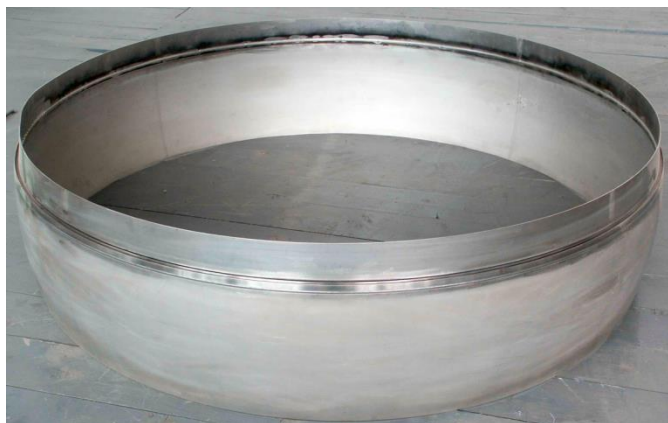


**ЦАПФА-ДИСК 4 СТ.**



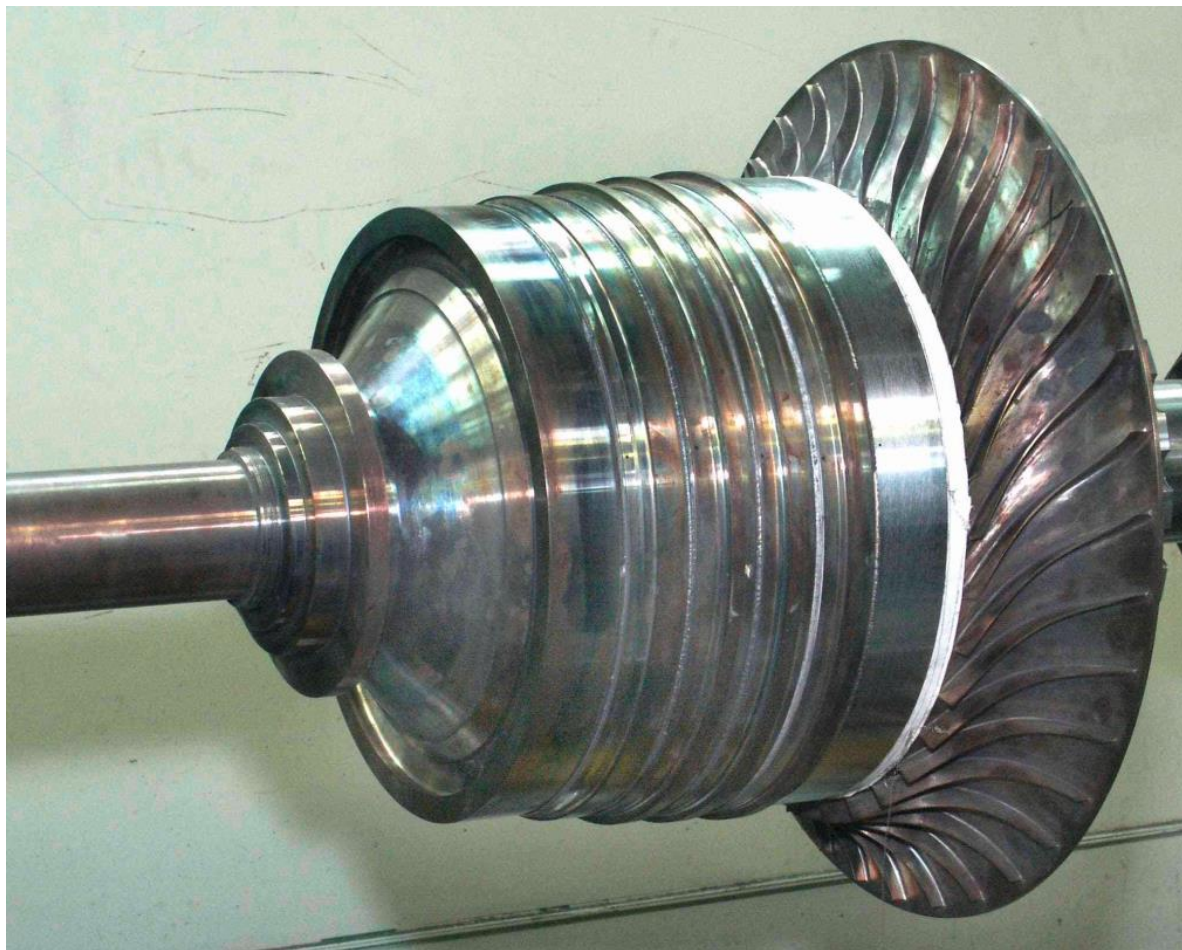


ДСЕ, СВАРЕННЫЕ НА УСТАНОВКЕ ЭЛУР-1АТ





## ДСЕ, СВАРЕННЫЕ НА УСТАНОВКЕ ЭЛУ-20Р



РОТОР



РОТОР

## ДСЕ, СВАРЕННЫЕ НА УСТАНОВКЕ ЕВОКАМ

**БАРАБАН 1-2 СТУПЕНИ  
(В ОСНАСТКЕ ДЛЯ СВАРКИ)**

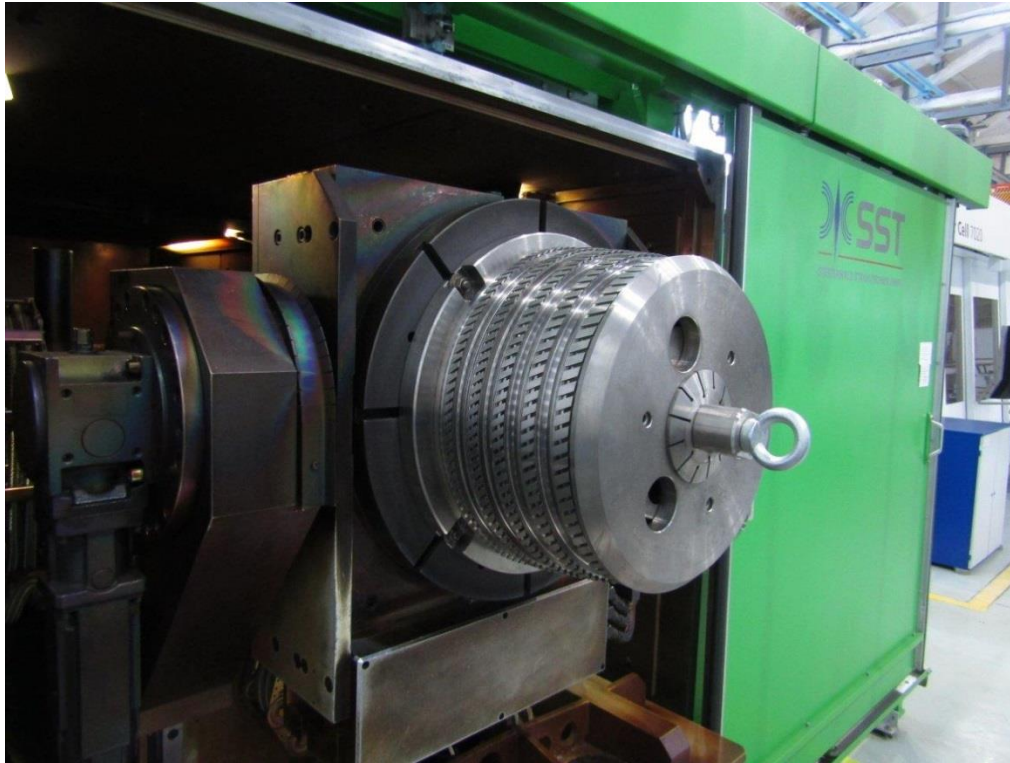


**ПОТОР**





## ДСЕ, СВАРЕННЫЕ НА УСТАНОВКЕ ЕВОКАМ



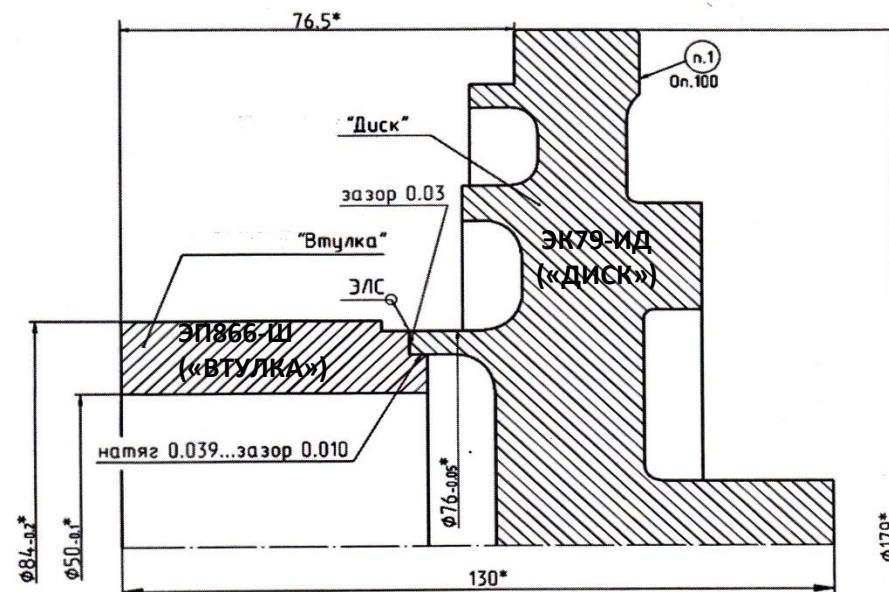
Барaban 1-5 ступени КНД



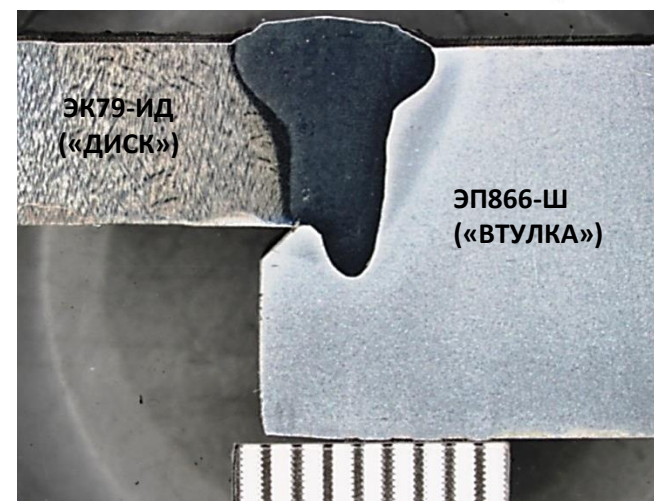
Ротор КВД свариваемая  
толщина 15,0 мм  
После сварки выполняется  
локальная термообработка  
сварных швов ротора  
электронным лучом



УСТАНОВКА ЭЛС ЕВОСАМ KS80-2 PN 250 KM



\* Размеры для справок



МАКРОШЛИФ СВАРНОГО  
СОЕДИНЕНИЯ ЭЛС





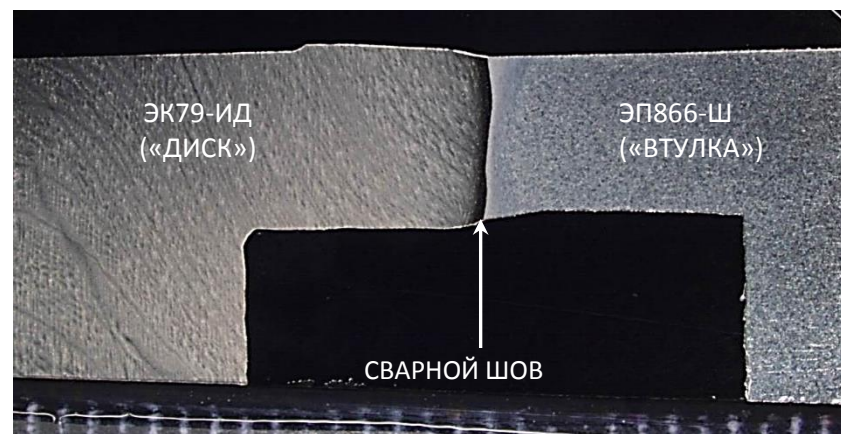
УСТАНОВКА РСТ-100 ПРОИЗВОДСТВА ООО «КТИАМ»



КОНТРОЛЬ ЦД-15В НАТУРНЫХ ОБРАЗЦОВ ДИСКОВ  
ПОСЛЕ ТЕРМООБРАБОТКИ



МАКРОСТРУКТУРА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ  
ПОСЛЕ РСТ



МАКРОСТРУКТУРА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ  
ПОСЛЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ:

По результатам проведённых работ получена технология РСТ роторов газотурбинных двигателей, позволяющая значительно снизить трудоемкость изготовления изделия и исключая появление трещин во время сварки, что значительно увеличивает выпуск годных деталей и обеспечивает выполнение ПАО «ОДК-Сатурн» программы по изготовлению газотурбинных двигателей.

### СРАВНЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ:

Трудоёмкость электронно-лучевой сварки (ЭЛС) - 2,0 часа;

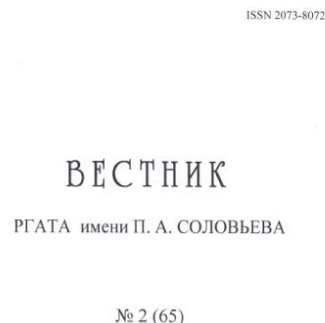
Трудоёмкость ротационной сварки трением (РСТ) – 0,1 часа.

### ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРКИ:

ЭЛС - Брак 20-30% в зависимости от партии дисков турбины ;

РСТ – с момента внедрения технологии случаев брака не зафиксировано.

Лауреаты конкурса «Авиастроитель года» по итогам 2022 года.

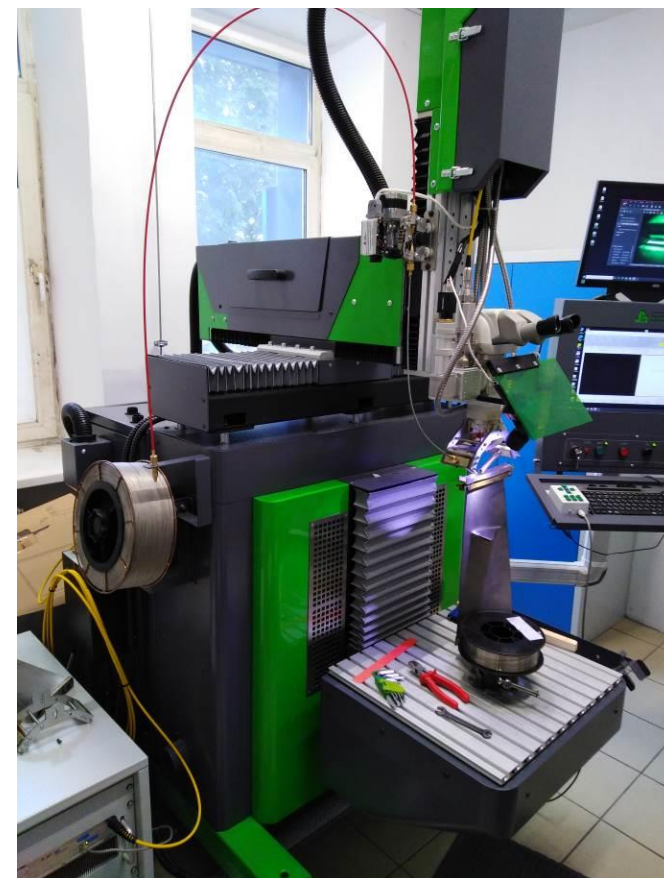
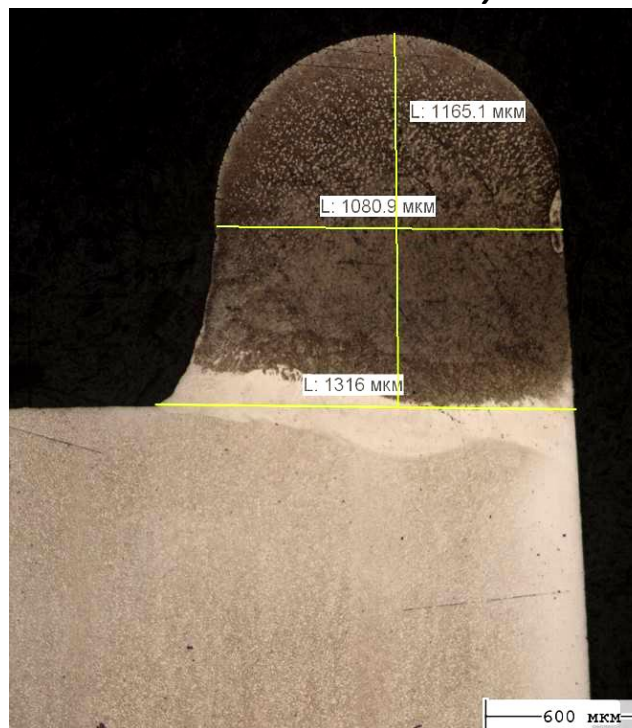


«Создание технологии ротационной сварки трением роторов газотурбинных двигателей»





Внешний вид наплавленной «Рабочей лопатки 1 степени»



Установка МЛК4-QCW

Микроструктура лопатки в зоне лазерной наплавки по торцу пера



**УСТАНОВКА NC-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).

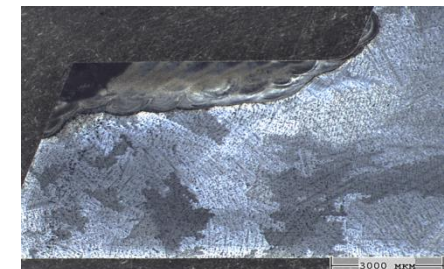
Лопатки разных ступеней имеет различную структуру:

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

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



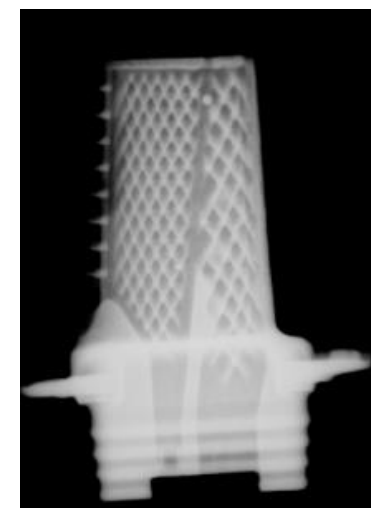
**Макроструктура по местам наплавки на лопатке**  
(места наплавки указаны стрелками)



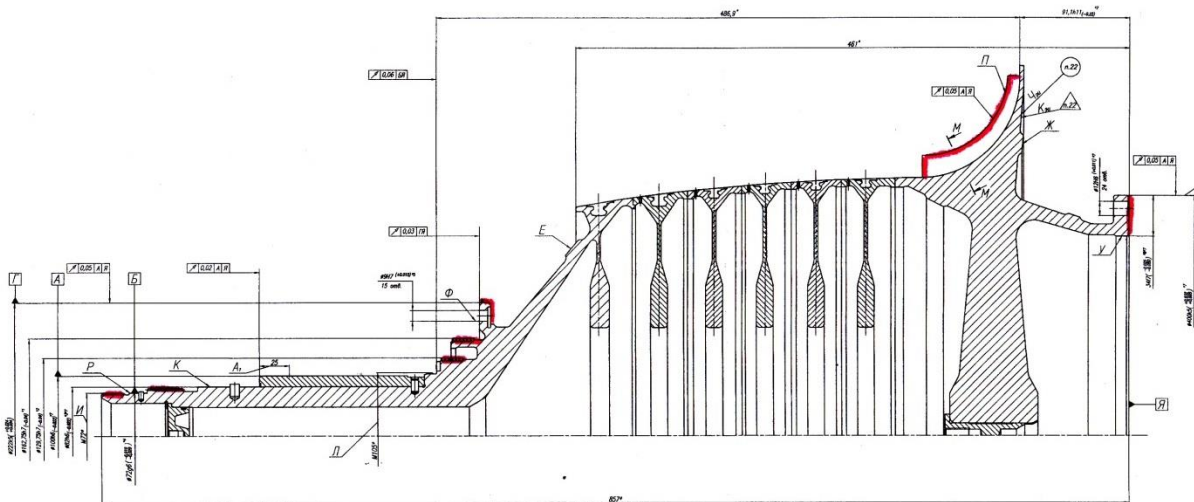




**УСТАНОВКА МЛ-7**



Лазерная порошковая наплавка по торцу пера рабочей лопатки 1 ст. Материал детали: ХН58КВТЮМБЛ-ВИ (ЧС70-ВИ, СН25-ВИ Применяется порошок ПР-КХ28В20Н5Ф производства АО «Полема» аналог Stellite 694.



Вышеуказанные задачи, способна решить установка лазерной наплавки с коаксиальной подачей присадочной проволоки. Наплавочное сопло с коаксиальной системой подачи присадочной проволоки позволяет непрерывно выполнять прецизионную наплавку в любом направлении.



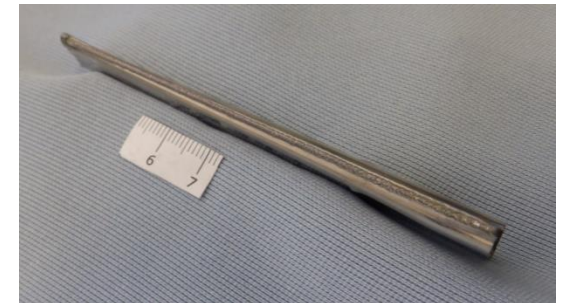
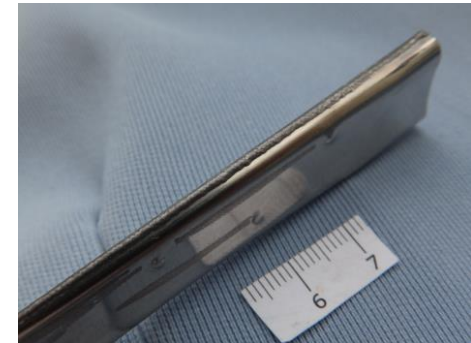
Повреждение крыльчатки ротора морского ГТД

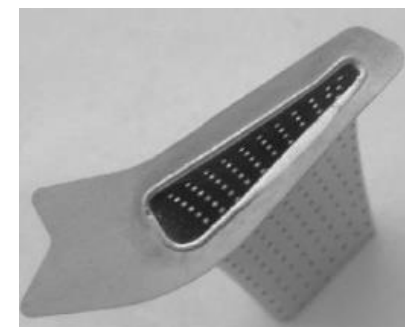


Сварка тонкостенных деталей (толщиной  $t=0,4$  мм) микроплазменной сваркой на роботизированной установке.  
Изготовитель оборудования фирма EWM (Германия).  
Освоена сварка дефлекторов изделия SaM146.



**УСТАНОВКА MICROPLASMA 50**



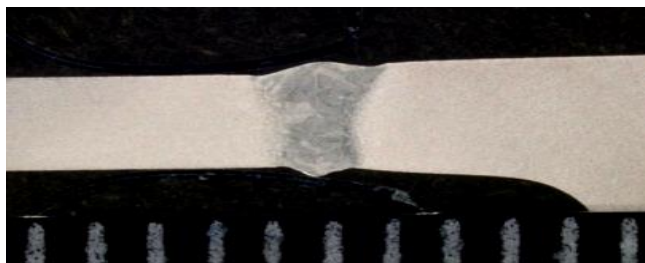


Материал дефлектора – ХН60ВТ (ЭИ868).





### УСТАНОВКА ЛАЗЕРНОЙ 3D СВАРКИ TRULASER CELL 1050 и 7020





**УСТАНОВКА ПРОИЗВОДСТВА ФИРМЫ SULZER METCO  
(ШВЕЙЦАРИЯ)**



**МОДЕРНИЗАЦИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ  
А-3000S**

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, ПД-8, ПД-14, морской и наземной тематики.

Освоен процесс высокоскоростного напыления различных покрытий на роботизированных комплексах MultiCoat.



**УСТАНОВКА ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ UC1000A**



## 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).

## НАПЫЛЯЕМЫЕ ДЕТАЛИ



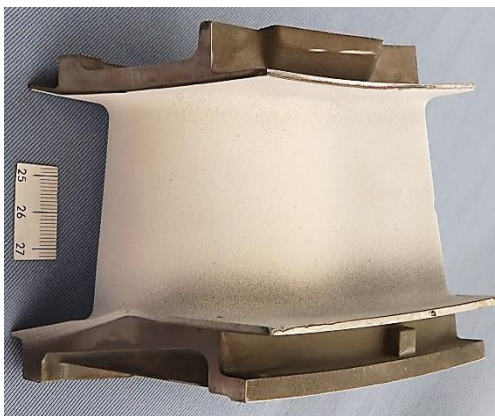


## НАПЫЛЕНИЕ ЛОПАТОК

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



**РАБОЧАЯ ЛОПАТКА ГТД-110**



**СОПЛОВАЯ ЛОПАТКА М90**



ККА VC-72Z пр-во JetLine (США).



НА 1 ст. КДС



ККА мод.IRS VW8 пр-во ООО «ИРС» .





**ПРОДОЛЬНЫЕ СТЕНДЫ модернизация ООО «ИТС»**



ККА мод. УСКА-1,5С производства  
ОАО «НИТИ «Прогресс» г. Ижевск

ККА модернизация ООО «ТЦ  
ТЕНОСВАР» г. Псков

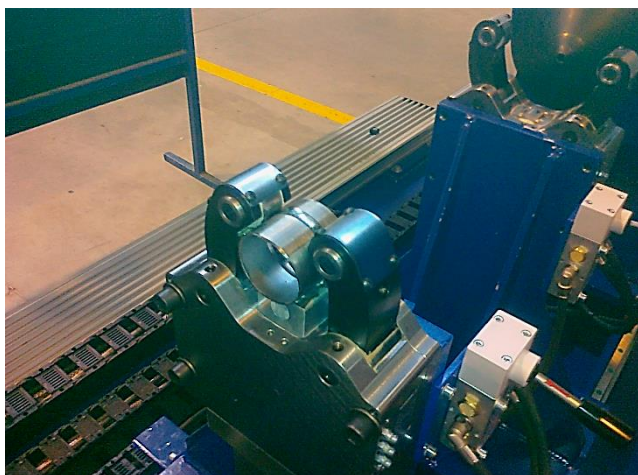
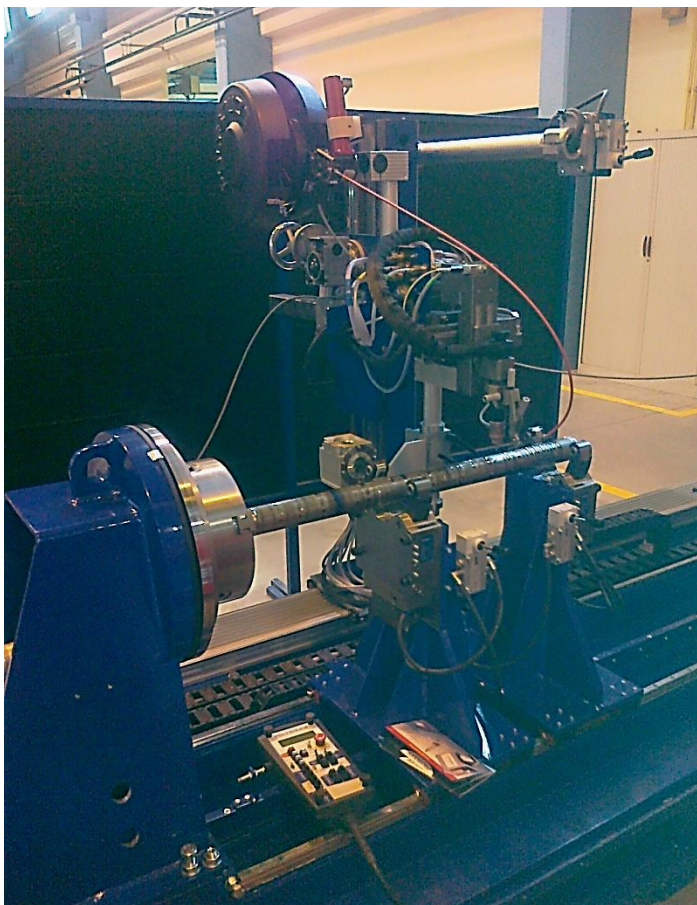


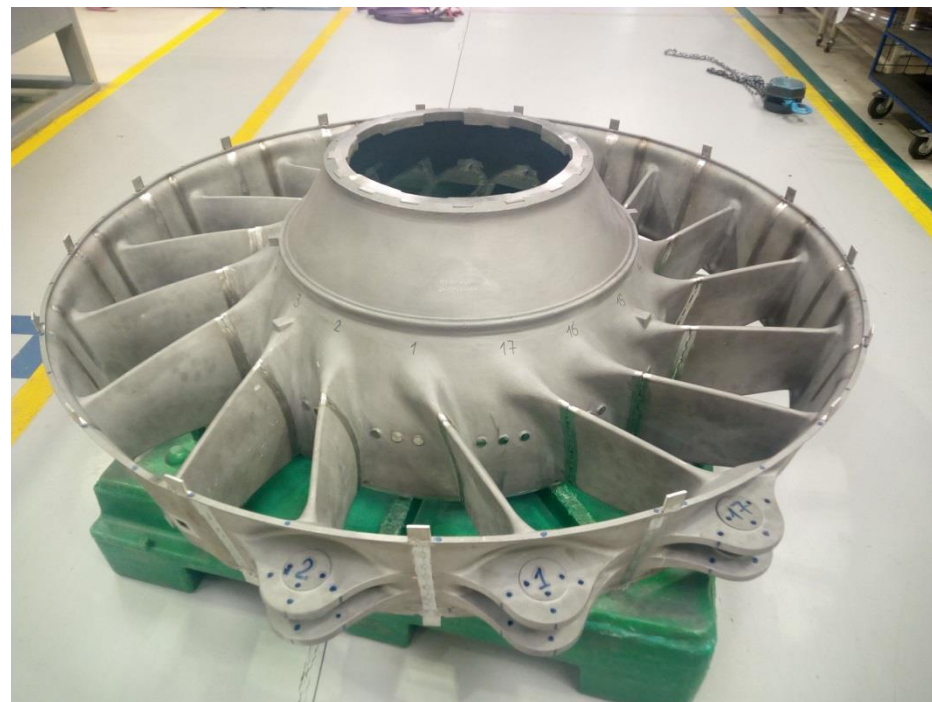


## АВТОМАТИЧЕСКАЯ АРГОНОДУГОВАЯ СВАРКА ВАЛОВ

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

Изготовитель фирма Полисуд (Франция).





В 2017 г. 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.





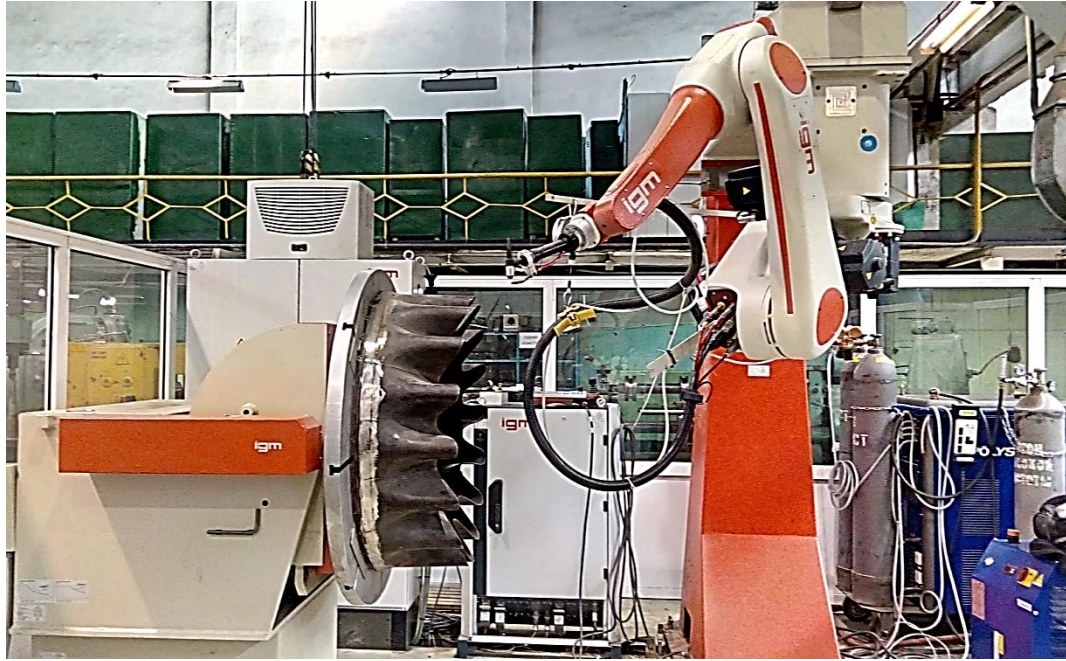


Автоматизированная установка для автоматической сварки и наплавки на внутренние и внешние поверхности модели FOW пр-ва Fronius

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



Установка для автоматической сварки продольных и кольцевых швов мод. УАДСН-1510 пр-ва ОАО «DeltaSvar» г. Екатеринбург



**РОБОТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА АРГОНОДУГОВОЙ  
СВАРКИ**

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.





## 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).



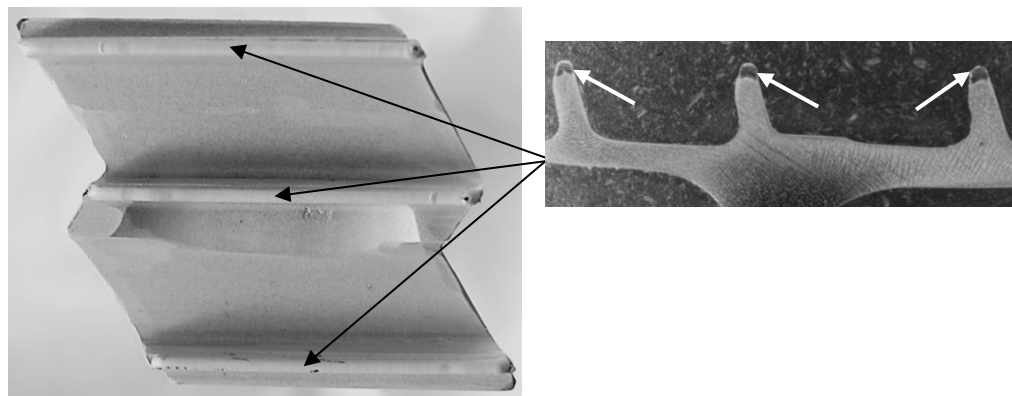
**УСТАНОВКА DABBER RBM ФИРМЫ LIBURDI (КАНАДА)**



**УСТАНОВКА LAWS 4000 ФИРМЫ LIBURDI (КАНАДА)**

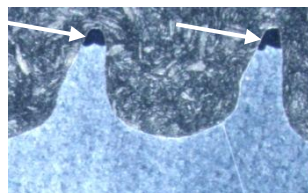
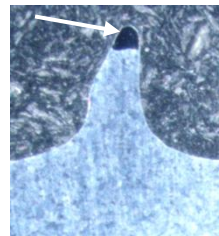


**НАПЛАВКА ТОРЦА ПЕРА ЛОПАТКИ**

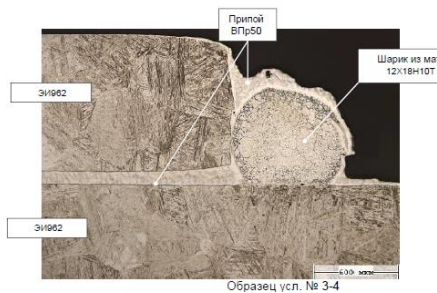
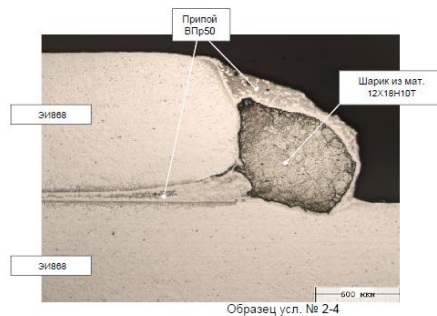


**НАПЛАВКА ГРЕБЕШКОВ ЛОПАТКИ**

## РЕМОНТ ЛАБИРИНТОВ НАПЛАВКОЙ







Сборка ДСЕ под пайку

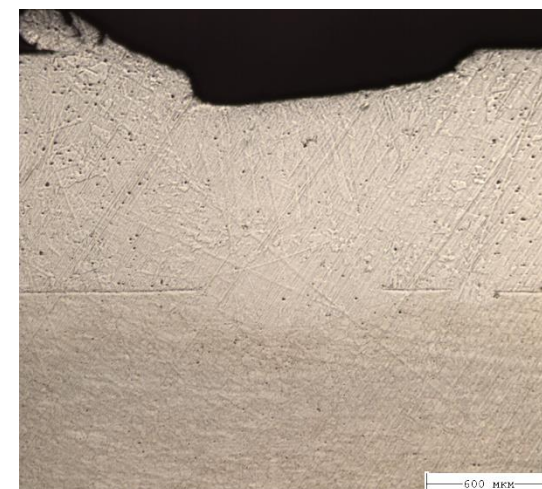
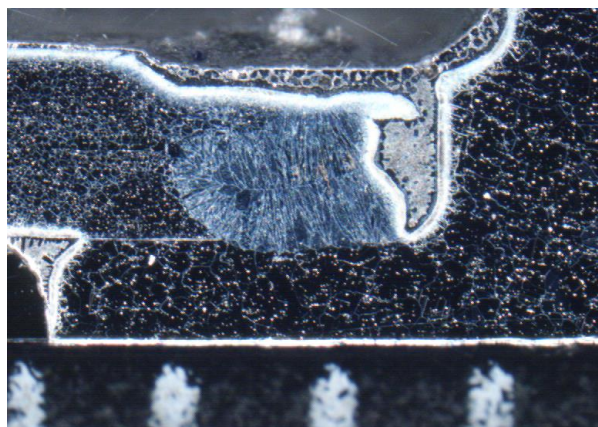
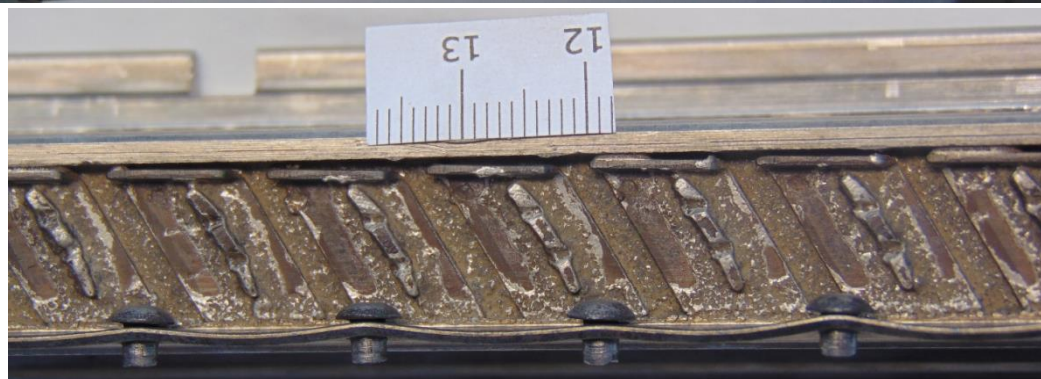
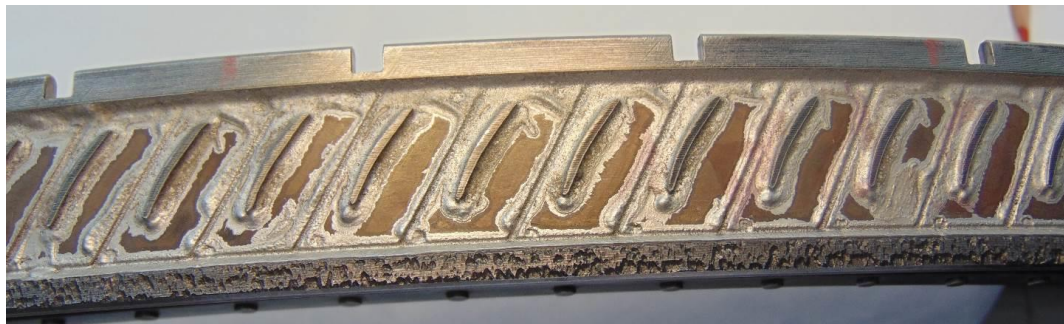


«SOUDAX» Франция



ОАО «НПФ «Электрик»  
г. Санкт-Петербург





Аппарат направляющий 1-6 ступени  
КВД Свариваемая толщина 1,2 мм

Установке iSpot HFG-80W.00



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 Ø 900 X 900 ММ, ТОЧНОСТЬ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ ± 5°C**



**ПЕЧЬ CONSARC С РАБОЧИМ ПРОСТРАНСТВОМ Ø 1210 X 1300 ММ, ТОЧНОСТЬ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ ± 5°C**

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.



Печи вакуумные для термообработки и пайки VHGX-669





**УСТАНОВКА ДИФфуЗИОННОЙ СВАРКИ УДВ-35.01 УХЛ4**

Установка диффузионной сварки для сварки роторов.

Изготовитель ООО «Техносвар КС» (г. Псков).



Ротор сваренный диффузионной сваркой.

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВАРОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

- 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
- Низкое качество порошков для газотермического напыления и лазерной наплавки отечественного производства по составу и грануляции в сравнении с аналогами зарубежных производителей порошков

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАДРАМИ**

- Нехватка квалифицированных кадров с техническим сварочным образованием, из-за резкого уменьшения количества выпускников технических образовательных учреждений.



- 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.

- 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 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!

