

Электро-Искровое Легирование (ЭИЛ)



ЭИЛ - Электро-Искровое Легирование. Что это? - Метод электро-искрового переноса анод-катод материала на поверхность лопатки.

Технико-экономический анализ способов пассивной защиты от эрозионно-коррозионного изнашивания входных и выходных кромок РЛ последних ступеней паровых турбин позволил обратить серьезное внимание на возможности метода ЭИЛ при формировании эрозионностойких защитных покрытий на входной и выходной кромках.



Если говорить о достоинствах метода ЭИЛ с точки зрения упрочнения поверхности лопаток, то они следующие:

- возможность нанесения в виде покрытия любого токопроводящего материала, в том числе коррозионно- и износостойкого;
- локальное формирование покрытия в местах эрозионного изнашивания (входная и выходная кромка);
- возможность формирования покрытия за счет поочередного нанесения электродных материалов;
- высокая прочность сцепления сформированного покрытия с материалом подложки, близкая к когезионной прочности наносимого материала или материала подложки, за счет поверхностных металлургических процессов и образования диффузионной зоны между покрытием и подложкой;
- возможность формирования гидрофильного покрытия за счет высокой шероховатости, позволяющей удерживать определенный слой влаги на поверхности сформированного покрытия;
- отсутствие нагрева материала лопатки;
- универсальность применения технологии ЭИЛ относительно других деталей;
- возможность механизации и автоматизации процесса;
- сравнительно высокие характеристики по производительности (0,5–2,0 мин/см²).

Ответы на вопросы

Какие лопатки?

Лопатки последней и предпоследней ступени паровых турбин, входные и выходные кромки лопаток.

Какие турбины?

Любые паровые турбины.

Как это делается?

Все работы проводятся на станции, турбину разбирать не нужно. Нанесение покрытий происходит без разлопачивания, на территории станции. Лучше всего на опорах, с возможностью проворота ротора. Можно на постели и без вынимания ротора, но это неудобно физически. В условиях закрытых цилиндров (через конденсатор) тоже можно - это сложно и неудобно, крайний вариант. Плюс получается залезть только в турбины с мощностью 300 МВт и больше, в маленьких турбинах нет места.

Кто делает?

Бригада из 4-5 человек и работают по 10-12 часов в день

Ответы на вопросы

Какие сроки?

Защитным слоем покрыть лопатки последних двух-трех ступеней можно за 7-12 дней, в зависимости от вида турбины и количества работы.

Где разрабатывалась методика покрытия?

Метод ЭИЛ разработан в 50-х годах, ещё в СССР. Активно применялся на ХТЗ.

Чья установка для покрытия?

Компактные установки для ремонта лопаток ЦНД начали впервые делать в Молдавии в 90х годах. В России восстановили технологию на основе старой молдавской установки. Сейчас же, в работе совершенно новая Установка - это усовершенствованная и улучшенная модель. Построена по чертежам, которые разработал автор технологии.

Кто руководитель проекта?

Разработчик оборудования и оригинальной технологии.

Ответы на вопросы

Референции есть?

Да, есть референции. Технология использовалась раньше и сейчас.

Для чего разрабатывалась технология изначально?

ХТЗ разрабатывал для упрочнения своих собственных лопаток для ТЭС.

Какие ориентиры цены?

15% от стоимости новой лопатки. Считается по факту.

Какие размеры лопаток?

Любые размеры турбинных лопаток с двух-трех последних ступеней.

Можно ли покрывать регулируемые лопатки?

Да, можно.

Ответы на вопросы

Можно ли восстанавливать поверхность лопатки с оторванной стеллитовой пластиной?

Да, можно восстановить поверхность (фото и референции имеются).

Какие есть сложности на поверхностях лопаток со стеллитовыми пластинами, которые затрудняют процесс нанесения восстановительного покрытия, а иногда делают его невозможным?

Да, препятствия имеются - сквозные повреждения полотна лопатки, так как ускоряется промыв металла за пластинами, в зоне резкого изменения профиля, имеющего вид почти ступеньки.

На сколько лет можно продлить эксплуатацию лопаток?

Гарантия 5 лет, реально 6-7 лет. Есть ТЭС в Сербии, где наносят покрытие уже три раза (2011 год, 2017 и 2025), а есть пример с одной из станций, где обратились за повторным нанесением защитного слоя через 14 лет.

Ответы на вопросы

Можно ли восстанавливать профиль стеллитовой пластины на турбинной лопатке?

Да, можно делать профилирование формы стеллитовых пластин.

Какие еще узлы можно обрабатывать?

Входные кромки диафрагм 14-18 ступеней, входные кромки направляющих лопаток и обод регулирующей ступени ЦСД, стенки корпуса ЦВД в местах эрозийного износа.

Когда начались первые научные разработки по этой теме?

Метод ЭИЛ разработан в 50-х годах, ещё в СССР. Активно применялся на ХТЗ. ЭИЛ применяли во многих отраслях, но ХТЗ применял для упрочнения своих лопаток для ТЭС. Компактные установки для ремонта лопаток ЦНД начали первые делать в Молдавии в 90-х, но там были проблемы с производительностью, толщиной покрытия и надёжностью оборудования, поэтому у них в итоге результат получился средний.

Ответы на вопросы

Можно ли, получить первичную консультацию только по фото лопатки?

Да, можно. Присылайте фото своих лопаток для первичной оценки возможностей восстановления и начала переговорного процесса.

Юрисдикция компании

Российская Федерация.

Проведение конференции по видеосвязи

Да, возможно и приветствуется.

Фото выполненных работ

Да, имеется.

Предложение от оригинального изготовителя и разработчика технологии

Посредники отсутствуют.

Проведенные Работы

До



После



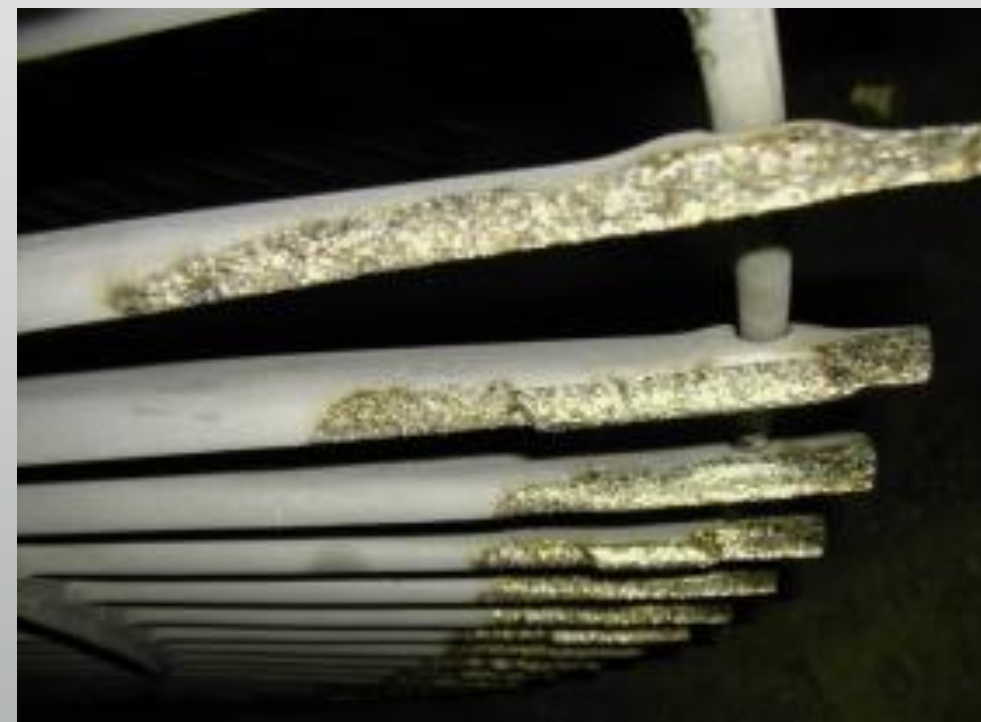
Восстановительный ремонт (упрочнение) входных кромок рабочих лопаток 26 и 30 ступеней РНД турбины К-200-130 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



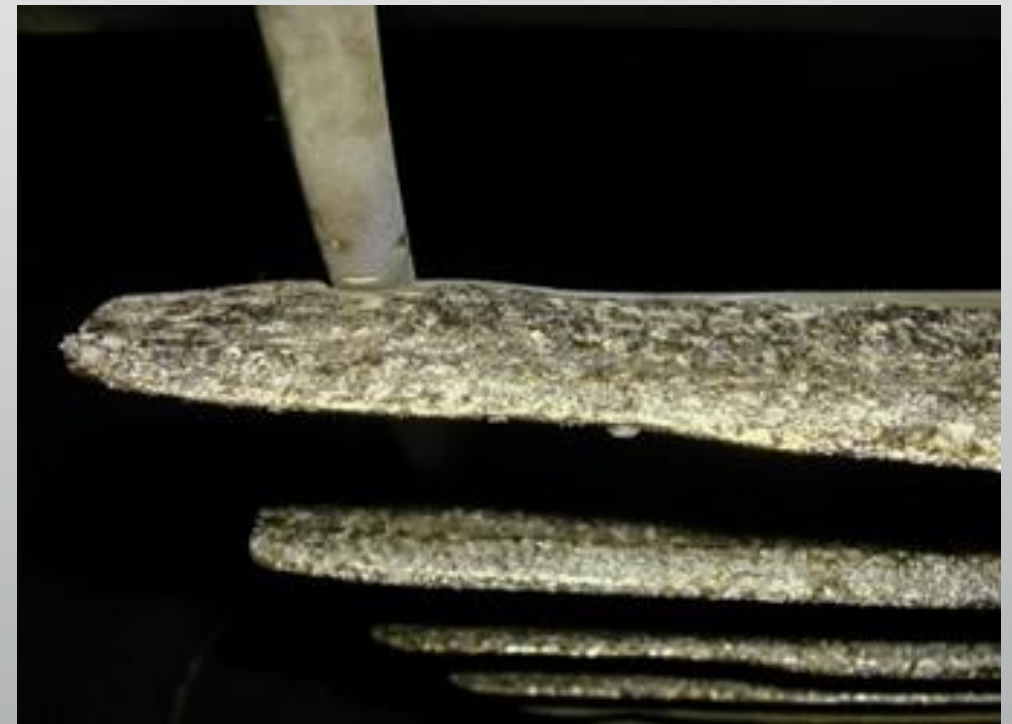
Восстановительный ремонт (упрочнение) входных кромок рабочих лопаток 30 ступени РНД турбины К-200-130 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



Восстановление и упрочнение входных кромок рабочих лопаток 27-й и 31-й ступеней РНД турбины К-200(215)-130-1М1 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



Восстановление кромок рабочих лопаток 27-й и 28-й ступеней РНД турбины ПТ-80-130 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



Восстановление рабочих лопаток методом ЭИЛ

Проведенные Работы

До



После



Работы по электроискровой обработке проточной части турбины К-200-130 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



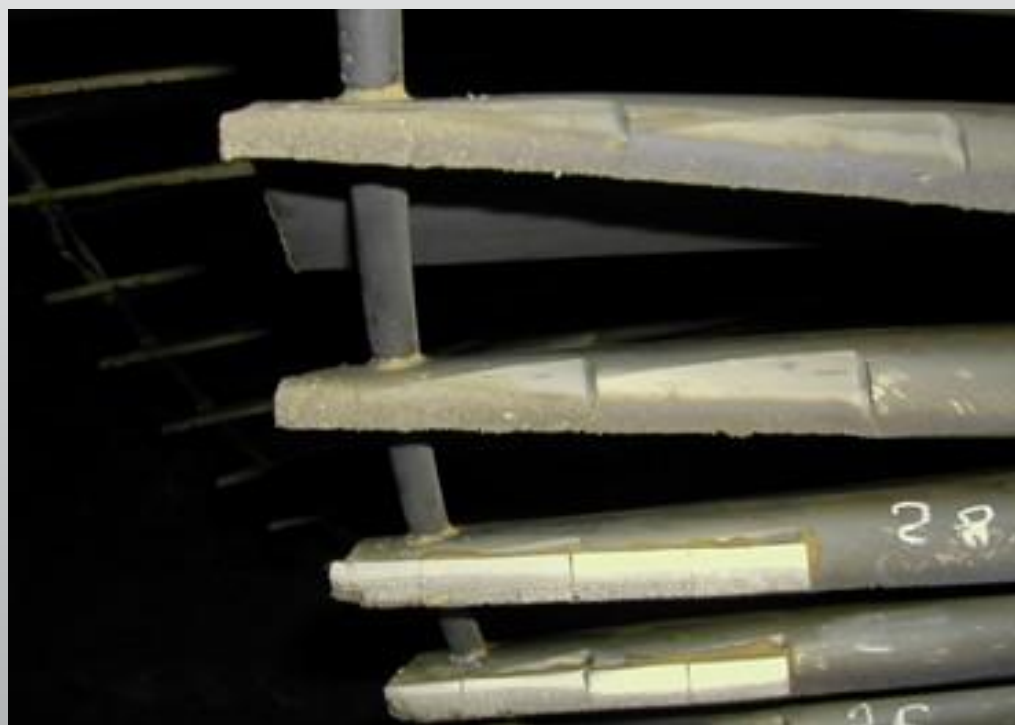
После



Работы по электроискровой обработке четырех ступеней ЦНД

Проведенные Работы

До



После



Капитальный ремонт ПТ-65-130 ЛМЗ Нанесение защитного покрытия на рабочие лопатки 29-й ступени

Проведенные Работы

До



После



Ремонт рабочих лопаток 1-го потока 5-й ступени ЦНД турбины

Проведенные Работы

До



После



Восстановление рабочих лопаток методом ЭИЛ

Проведенные Работы

До



После



Ремонт рабочих лопаток ступеней №№ 19, 20, 21, 29 ЦСД турбины К-300-240 ЛМЗ без разлопачивания

Проведенные Работы

До



После



Ремонт рабочих лопаток 30-й ступени турбины ПТ-65/75-130 ЛМЗ формированием на входных кромках лопаток защитно-упрочняющего покрытия методом ЭИЛ без разлопачивания ротора

Проведенные Работы

До



После



Работы по нанесению защитного покрытия методом электроискрового легирования на рабочие лопатки 24, 26 ступеней РНД турбины Т-100-130

Проведенные Работы

До



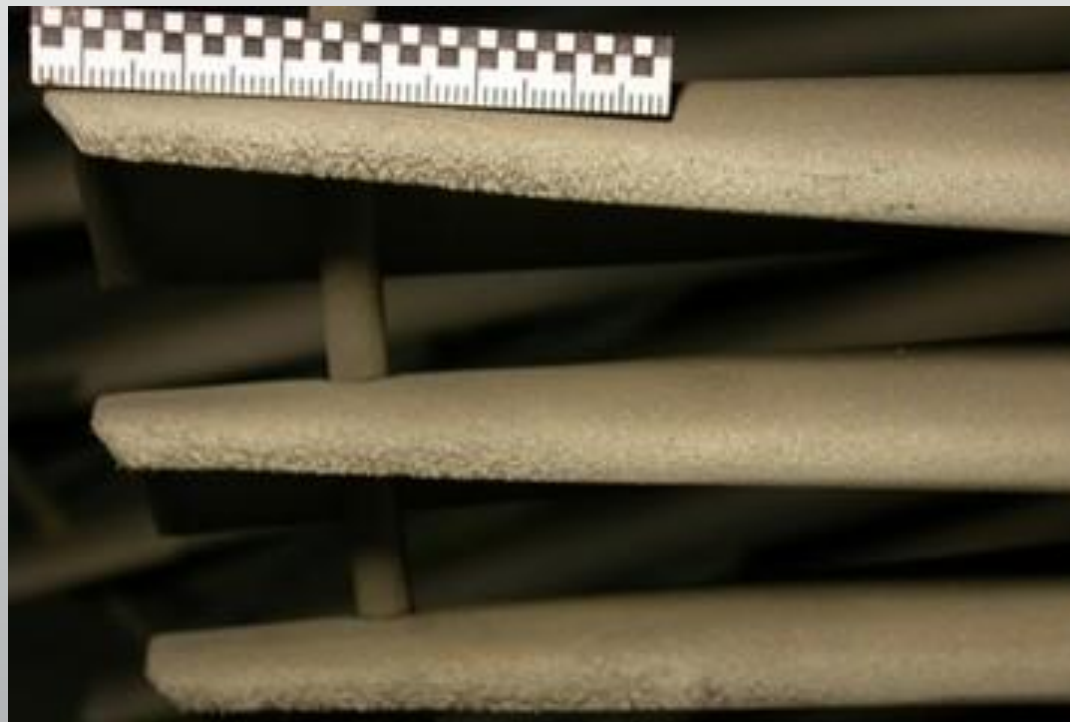
После



Ремонт рабочих лопаток ступеней №№ 29, 33, 38 ЦСД турбины К-300-240 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



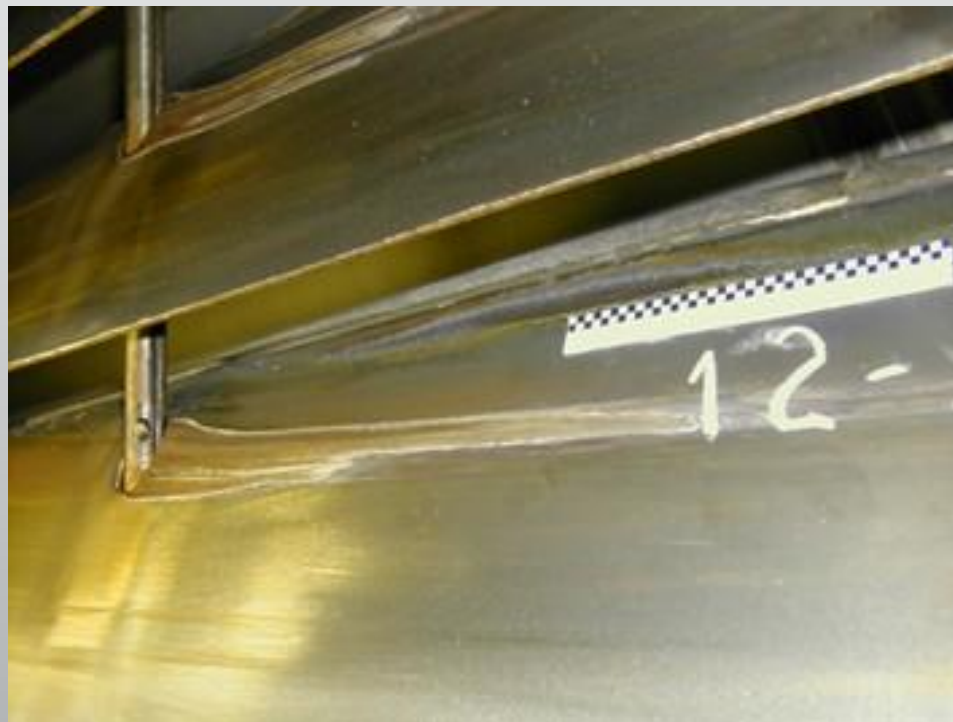
После



Нанесение защитного покрытия методом электроискрового легирования на рабочие лопатки РНД турбины ПТ-60-130 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



Ремонт рабочих лопаток формированием защитно-упрочняющего покрытия на входных кромках лопаток ступеней № 55, 60 РНД-3 паровой турбины К-800-240 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



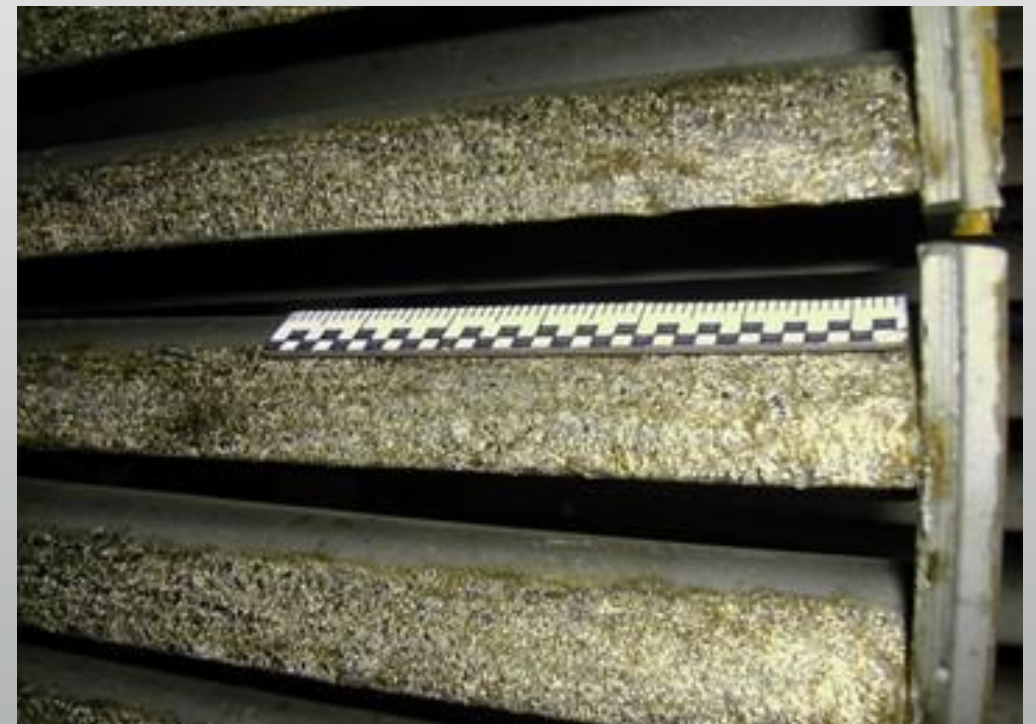
Работы по капитальному ремонту турбоагрегата ПТ-65-130

Проведенные Работы

До



После



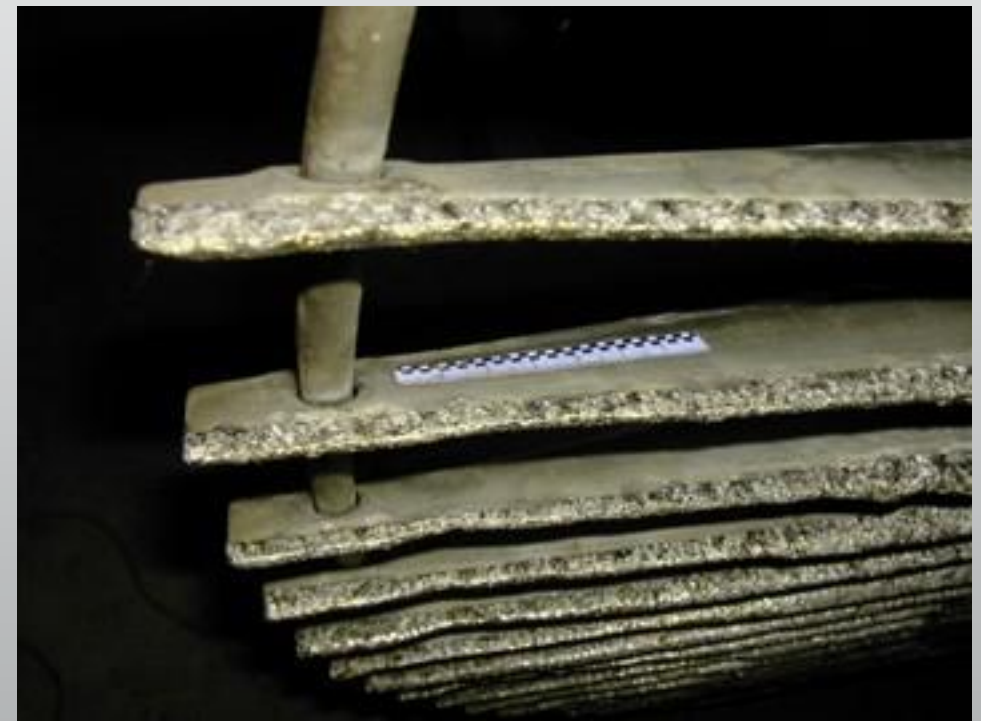
Восстановление рабочих лопаток методом ЭИЛ

Проведенные Работы

До



После



Ремонт рабочих лопаток 30-й ступени ротора низкого давления турбины ПТ-80-130/13 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



Восстановление кромок рабочих лопаток 29-й и 30-й ступеней РНД турбины ПТ-80-130/13 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



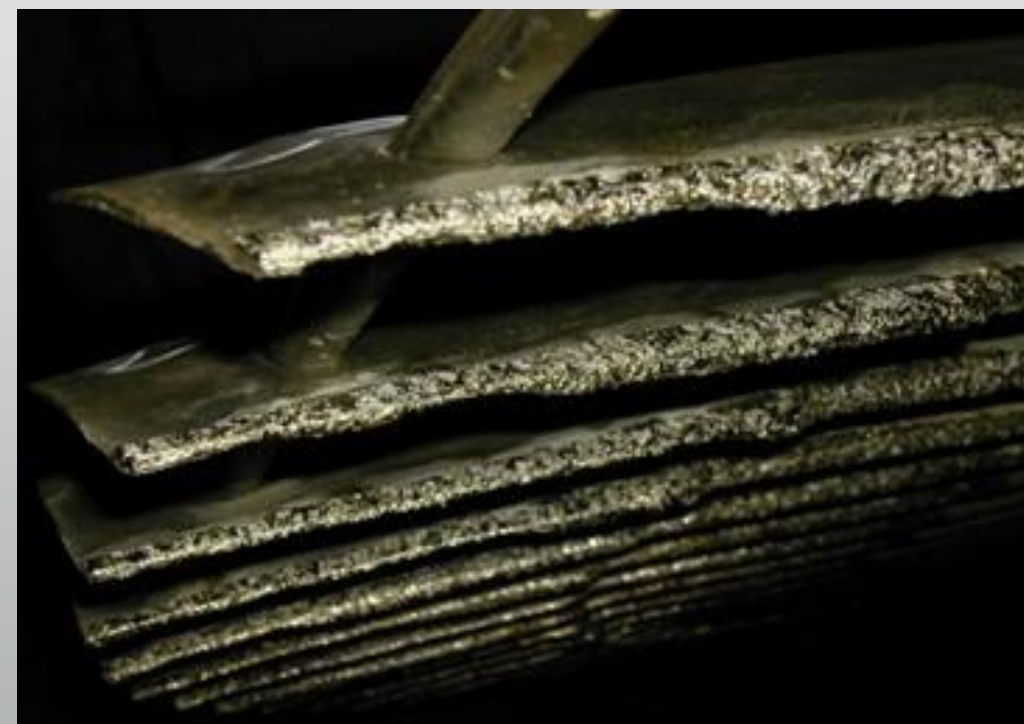
Ремонт рабочих лопаток ступени № 29 РНД турбины ПТ-80/100-130

Проведенные Работы

До



После



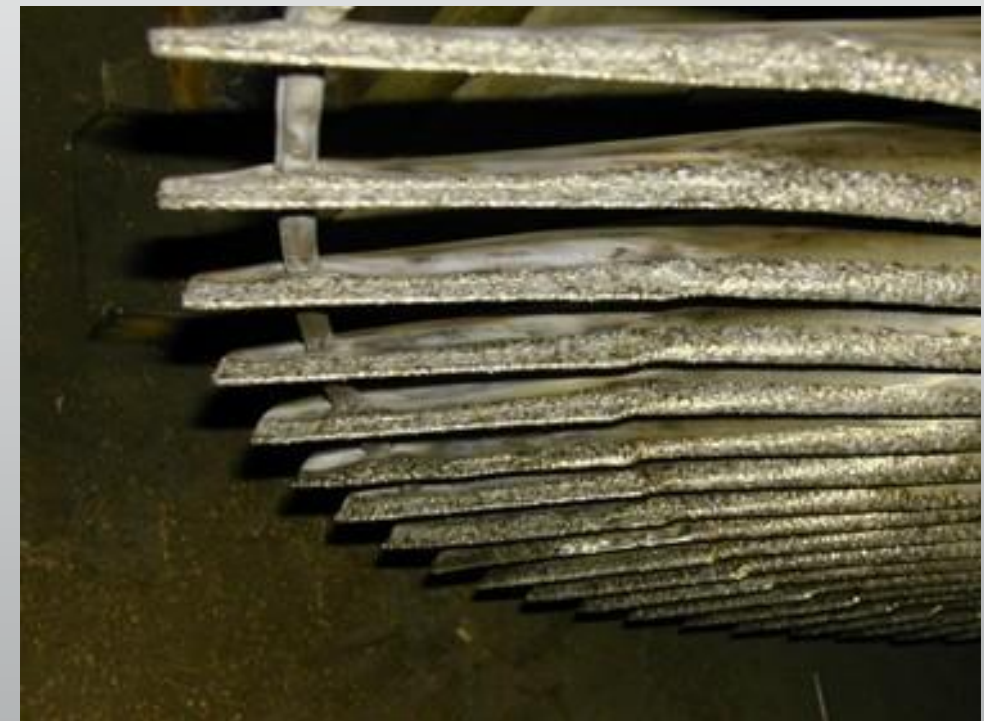
Работа по восстановительному ремонту рабочих лопаток 25-й ступени РНД турбины типа Т-50-130

Проведенные Работы

До



После



Ремонт входных кромок и стеллитовых пластин рабочих лопаток ступеней 25-й и 27-й РНД турбины Т-110/120-130-5 без разлопачивания, с формированием электроискровых покрытий.

Проведенные Работы

До



После



Формирование защитного противозерозионного покрытия без разлопачивания на входных кромках рабочих лопаток 25-й и 30-й ступеней турбины К-100-90 ЛМЗ.

Проведенные Работы

До



После



Работа по ремонту рабочих лопаток 29-й и 30-й ступеней РНД турбины ПТ-80-130/13 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



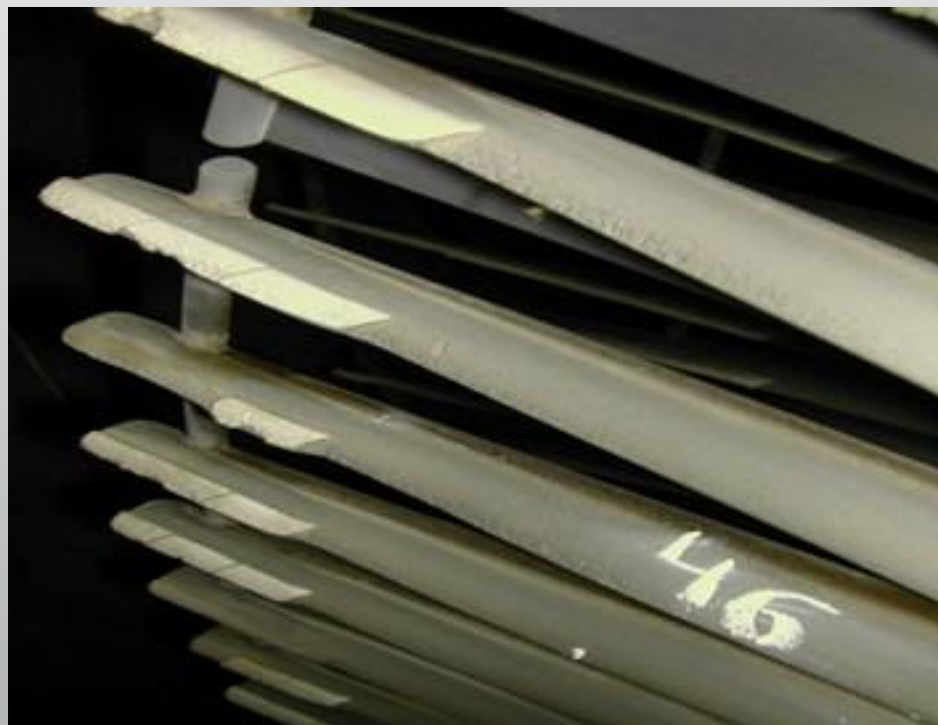
После



Работа по восстановлению лопаток методом ЭИЛ

Проведенные Работы

До



После



Производство работ по текущему ремонту турбоагрегата ПТ-60-130/13 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



Работа по восстановлению лопаток методом ЭИЛ

Проведенные Работы

До



После



Ремонт входных и выходных кромок лопаток 30-й ступени турбины ПТ-60-130/13 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



Ремонт рабочих лопаток 5-й ступени РНД-1 турбины К-500-240-1 ХТГЗ

Проведенные Работы

До



После



Формирование защитно-упрочняющего покрытия без разлопачивания на входных кромках рабочих лопаток 31-й ступени турбины К-200-130 ЛМЗ тепловой электростанции «Костолац» г. Костолац, Республики Сербия

Проведенные Работы

До



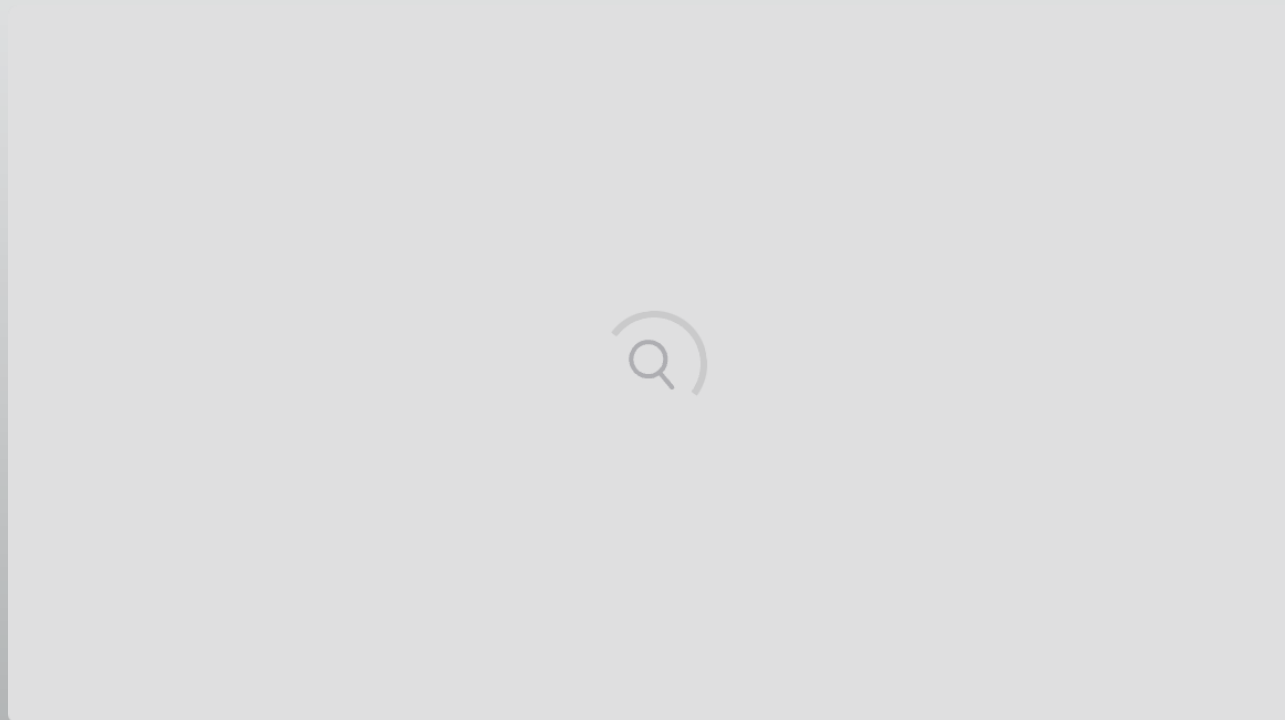
После



Работы по нанесению защитного покрытия на рабочие лопатки 30-й ступени во время текущего ремонта турбоагрегата ПТ-60-130/13

Проведенные Работы

До



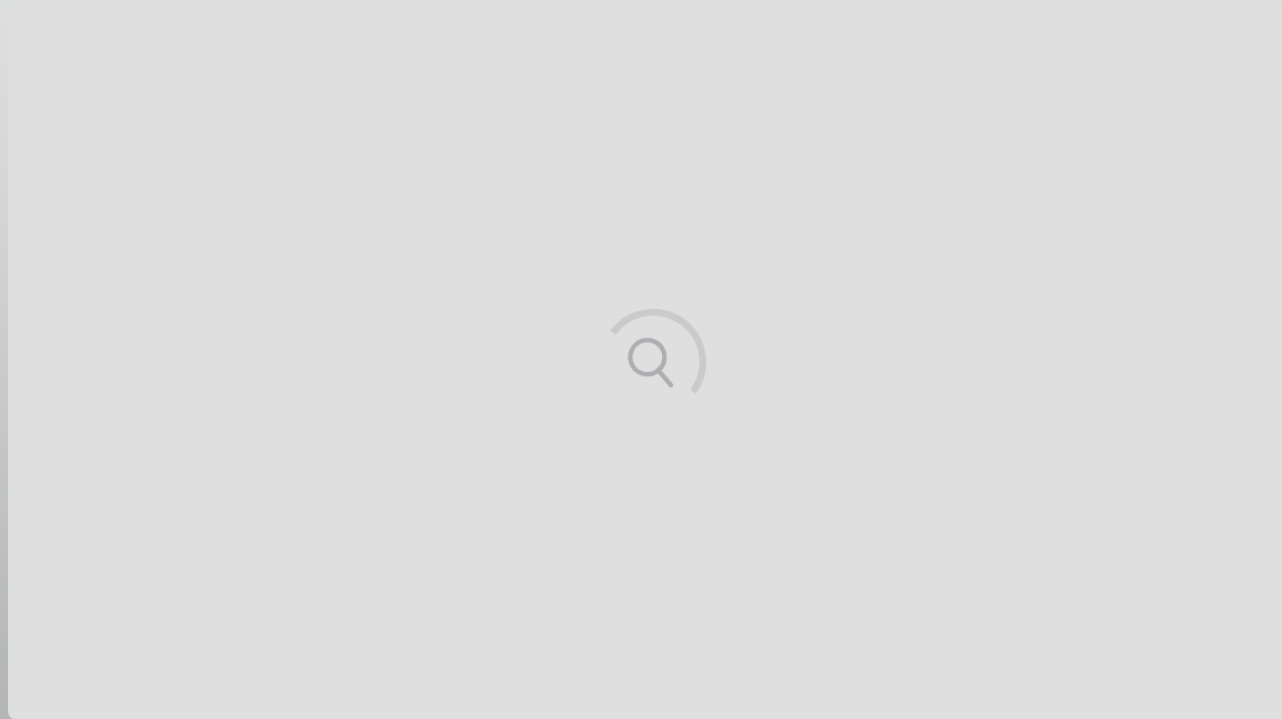
После



Формирование защитно-упрочняющего покрытия из металлокерамического твердого сплава ВК6ОМ на входных и выходных кромках 2-х комплектах рабочих лопаток (черт. Б-382-20-03 104 шт. и Б-382-20-74 104 шт.) методом электроискрового легирования

Проведенные Работы

До



После



Увеличение срока эксплуатации рабочих лопаток ступени №31 турбоагрегатов типа Т-250 и модификаций

Проведенные Работы

До



После



Ремонт (нанесение защитно-упрочняющего покрытия) рабочих лопаток 29 ступени ТГ №5

Проведенные Работы

До



После



Формирование защитно-упрочняющего противозерозионного покрытия без разлопачивания на входных кромках рабочих лопаток 27-й и 31-й ступени турбины К-200-130-1 ЛМЗ тепловой электростанции имени Никола Тесла, Сербия

Проведенные Работы

До



После



Ремонт входных и выходных кромок лопаток 19-20 ступени турбины ПТ-25

Проведенные Работы

До



После



Ремонт защитно-уплотняющего покрытия рабочих лопаток 25-й и 27-й ступеней РНД турбины Т-100/120-130

Проведенные Работы

До



После



Ремонт входных и выходных кромок рабочих лопаток 1-го венца 1-й ступени и 2-й ступени РВД турбины Т-110/120-130

Проведенные Работы

До



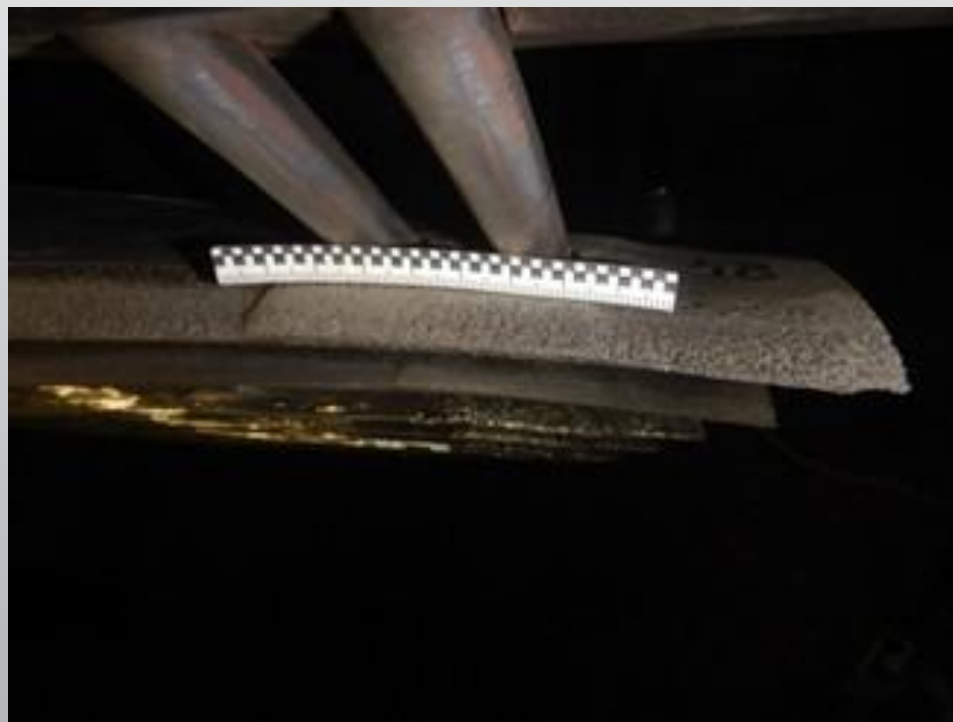
После



Ремонт защитно-упрочняющего покрытия рабочих лопаток РНД турбины Т-110-130

Проведенные Работы

До



После



Ремонт рабочих лопаток 6-х ступеней РНД турбины КТ-135/150-130 ХТГЗ

Проведенные Работы

До



После



Ремонт рабочих лопаток 5-й и 6-й ступеней РНД турбины К-160-130

Проведенные Работы

До



После



Составление акта идентификации резервного комплекта рабочих лопаток и доработка эрозионно-стойкого покрытия на входных кромках в соответствии с требованиями завода-изготовителя 5-й ступени обратного потока, ремонт рабочих лопаток 6-й ступени обратного потока РНД турбины К-160-130 ХТГЗ

Проведенные Работы

До



После



Реконструкция лопаток ротора и диафрагм ступени №1-23 турбины ПР-24(25)-90/10-0,9

Проведенные Работы

До



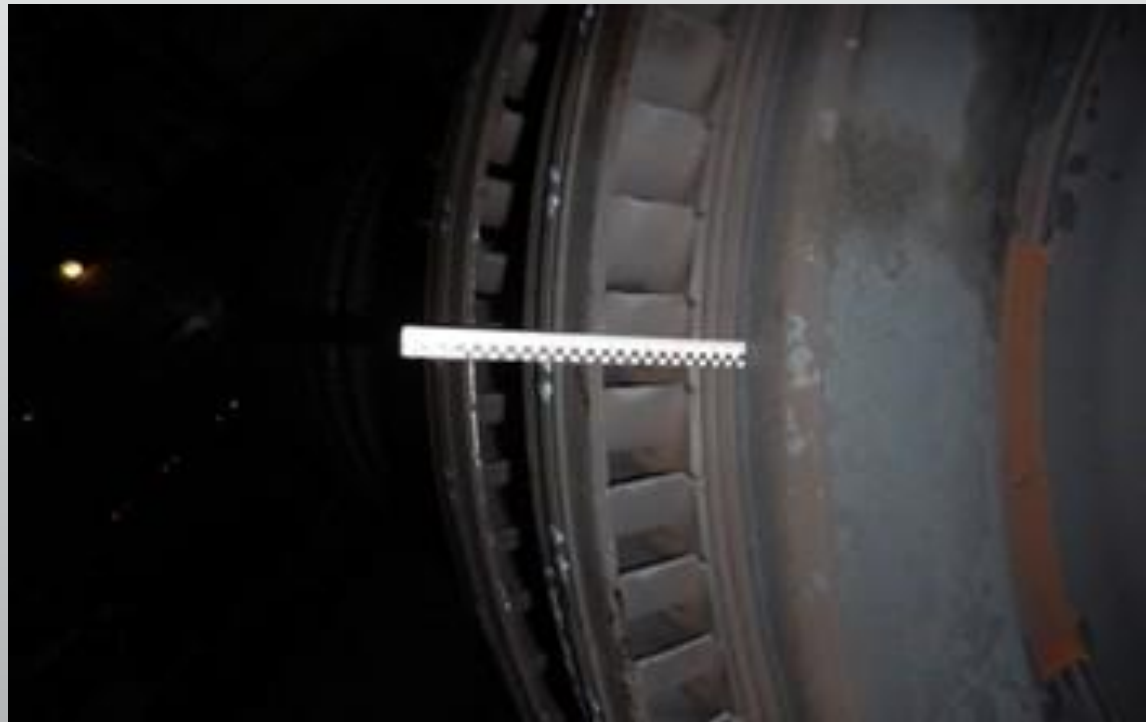
Восстановление лопаток методом ЭИЛ

После

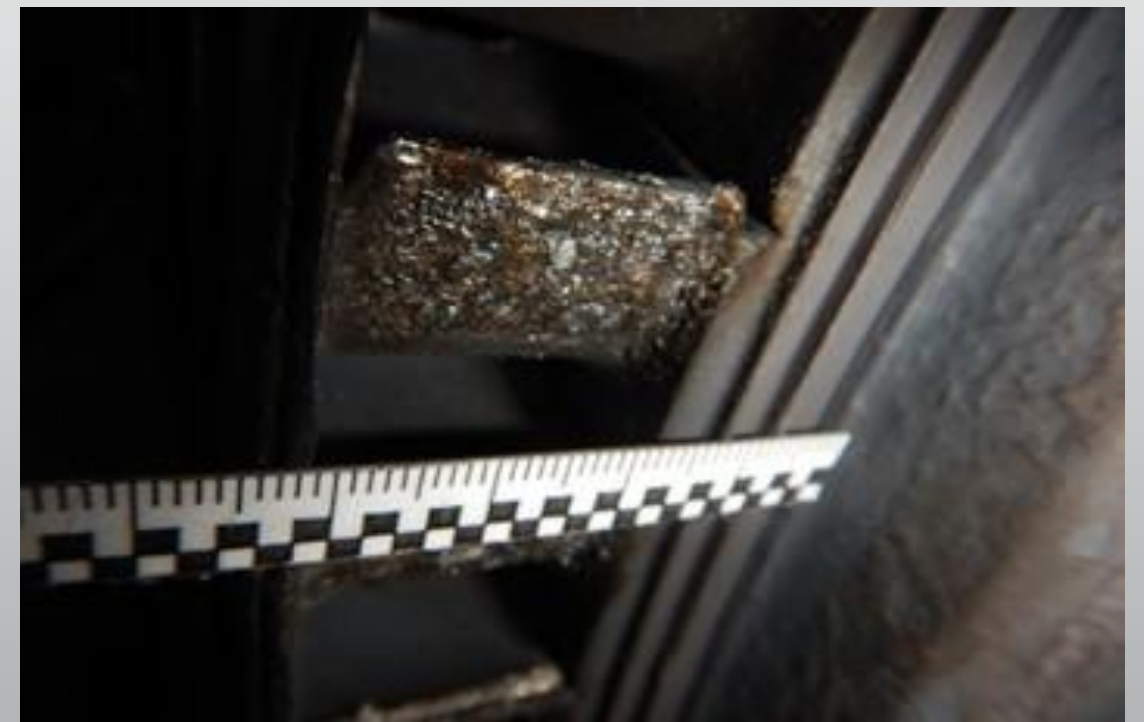


Проведенные Работы

До



После



Ремонт защитно-упрочняющего покрытия рабочих лопаток первого и второго ряда регулирующей ступени РВД турбины Т-110/120-130

Проведенные Работы

До



После



Ремонт входных кромок рабочих лопаток ступеней №№ 25 и 27 РНД турбины Т-110/120-130-3 без разлопачивания формированием электроискровых покрытий

Проведенные Работы

До



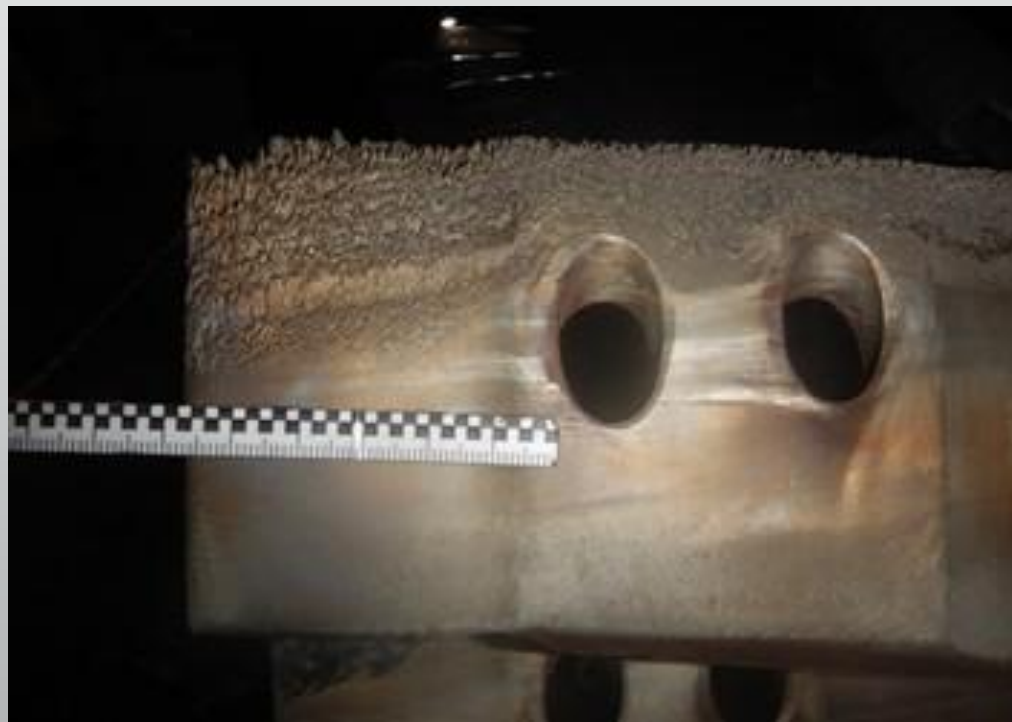
После



Проведение работ по нанесению защитного покрытия из стеллита марки ВЗК на рабочие и замковые лопатки

Проведенные Работы

До



После



Восстановление рабочих лопаток 6-х ступеней РНД турбины К-160-130

Проведенные Работы

До



После



Ремонт защитно-упрочняющего покрытия рабочих лопаток 25-й и 27-й ступеней РНД турбины Т-110/120-130

Проведенные Работы

До



После



Ремонт защитно-упрочняющего покрытия рабочих лопаток 25-й и 27-й ступеней РНД турбины Т-110/120-130

Проведенные Работы

До



После



Формирование защитно-упрочняющего противозерозионного покрытия без разлопачивания из кобальтового стеллита на входных кромках рабочих лопаток 27-й и 31-й ступеней паровой турбины К-210-130 ЛМЗ (энергоблок №1) ТЭС им. Никола Теслы (г. Обреновац)

Проведенные Работы

До



После



Проведение работ по нанесению защитного покрытия из стеллита марки В3К на рабочие и замковые лопатки

Проведенные Работы

До



После



Восстановление рабочих лопаток 4-й. 5-й и 6-й ступеней обратного потока РНД турбины КТ-135/150-130 ХТГЗ

Проведенные Работы

До



После



Формирование электроискрового эрозионностойкого защитно-упрочняющего покрытия из кобальтового стеллита марки ВЗК на входные кромки комплекта рабочих лопаток

Проведенные Работы

До



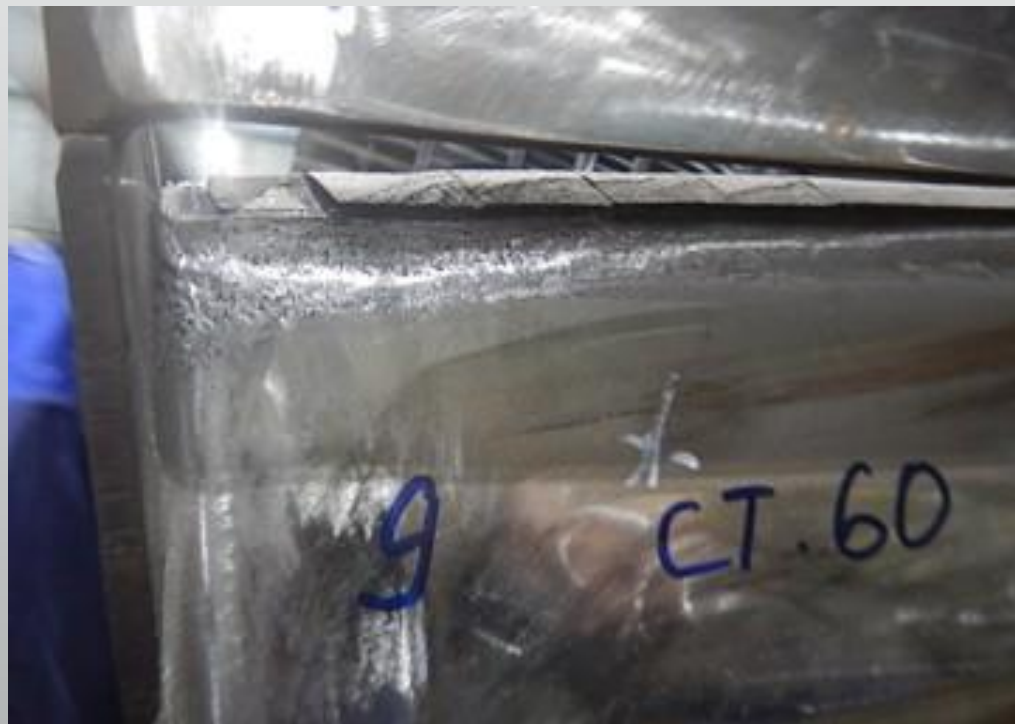
После



Ремонт защитно-упрочняющего покрытия рабочих лопаток 1-й, 2-й, 3-й ступеней РВД

Проведенные Работы

До



После



Восстановление рабочих лопаток последних ступеней РНД турбины К-800-240-5 в условиях станции

Проведенные Работы

До



После



Формирование защитно-упрочняющего эрозионностойкого покрытия из кобальтового стеллита марки ВЗК на входные кромки рабочих лопаток 28-й ступени турбины ПТ-65/75-90/13 ЛМЗ

Проведенные Работы

До



После



Формирование защитно-упрочняющего покрытия на входные кромки рабочих лопаток РНД №25А, 25Б турбины Т-100-130

Проведенные Работы

До



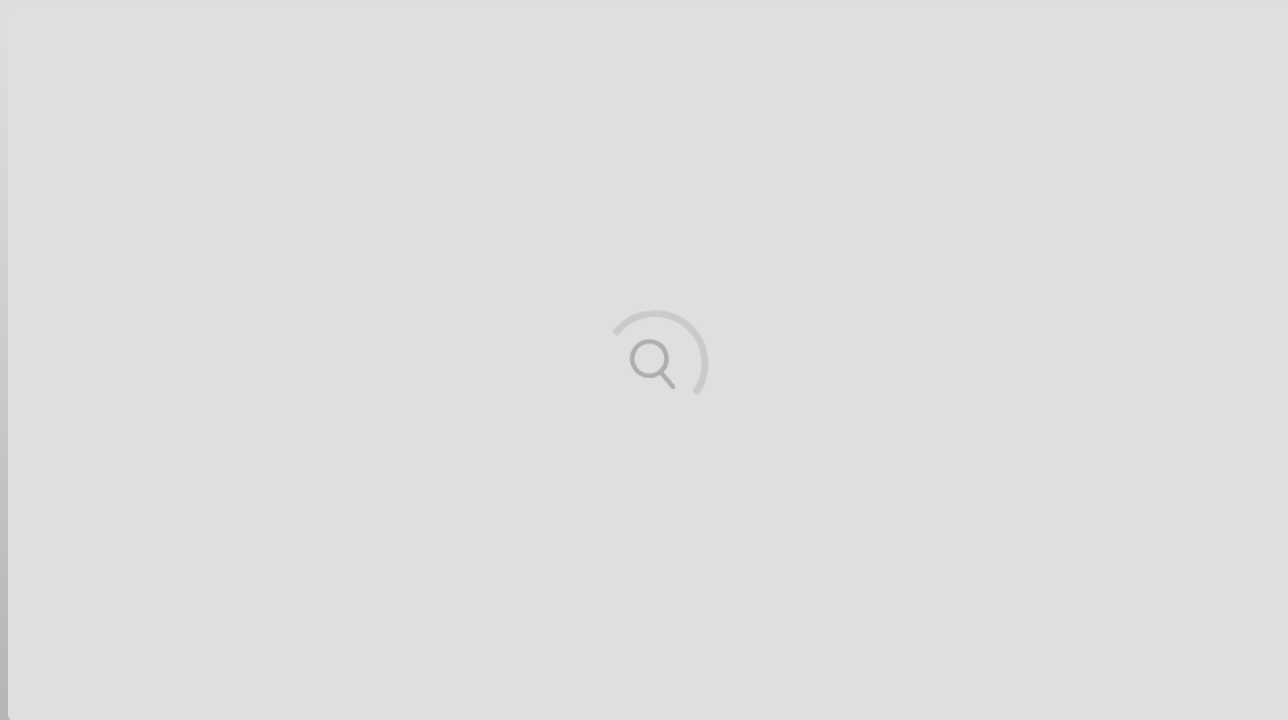
После



Формирование электроискрового эрозионностойкого защитно-упрочняющего покрытия из кобальтового стеллита марки ВЗК на входные кромки комплекта рабочих лопаток

Проведенные Работы

До



После



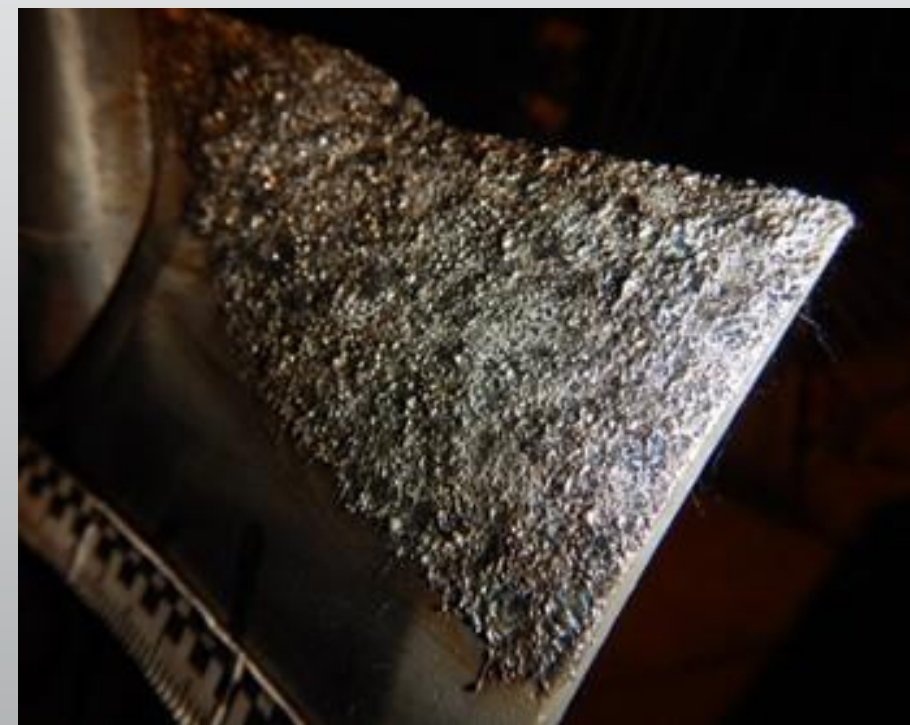
Формирование противэрозионного защитно-упрочняющего покрытия из кобальтового стеллита марки ВЗК на входных кромках рабочих лопаток паровой турбины П-12-4,7/0,8/0,4 методом электроискрового легирования, согласно требованиям чертежей КЭ54.201.05.002 изм. и КЭ54.201.05.003 изм.

Проведенные Работы

До



После



Восстановление входных кромок рабочих лопаток 6-х ступеней прямого и обратного потоков РНД турбины К-160-130 ХТГЗ

Проведенные Работы

До



После



Восстановление рабочих лопаток 5-й ступени прямого и обратного потока РНД турбины КТ-135/150-130 ХТГЗ

Проведенные Работы

До



После



Ремонт защитно-упрочняющего покрытия рабочих лопаток 25-й и 27-й ступеней РНД турбины Т-110/120-130

Проведенные Работы

До



После



Текущий ремонт турбоагрегата тип К-50-90-3 с восстановлением лопаток № 7, 8, 23, 32, 36 ступени

Проведенные Работы

До



После



Работы по электроискровому легированию лопаток турбины К-810-240-5

Проведенные Работы

До



После



Ремонт входных кромок рабочих лопаток 27, 28 ступеней при проведении капитального ремонта турбоагрегата типа ТП-60-90

Проведенные Работы

До



После



Формирование защитно-упрочняющего покрытия входных и выходных кромок рабочих лопаток ступеней РНД №25, 27 турбины Т-100/120-130

Проведенные Работы

До



После



Работы по электроискровому легированию рабочих лопаток с удалением оставшихся стеллитовых пластин

Проведенные Работы

До



После



Ремонт лопаток 28-й ступени РНД турбоагрегата типа ПТ-80/100-130/13

Проведенные Работы

До



После



Ремонт рабочих лопаток 10-й ступени турбины E-GT-201

Наши партнеры

Азовский Механический Завод (АМЗ) Бердянск

Отливаем детали на насосы, колеса рабочие, аппараты направляющие, корпуса подшипников, кольца щелевые. Отливки на линейку насосов ПЭ (720, 580, 500, 380, 270, 150, 100, 90, 65), КСВ, ЦН, ЦНС, СД, СДВ, НК, НКВ, НПС, НКУ. Последующая металлообработка, ТВЧ, испытания, лаборатория, УЗК.



Наши партнеры

Азовский Механический Завод (АМЗ) Бердянск

Наши преимущества:

- Собственные литейные возможности;
- Наличие на складе большого количества нормализованных поковок и специального проката для изготовления валов.

За счет этого достигаются самые короткие сроки изготовления валов, роторов и проточной части среди всех прочих конкурентов.

Имеем возможность оперативно поставлять запчасти на станции во время аварийных ситуаций.

Всегда в наличии нормализованные поковки для валов длиной до 3100 мм.

Качественное ТВЧ и компетентное производство позволяют добиться биения вала не более 0,02 для скоростей вращения 6000 об/мин.

Сертификаты, ГОСТ, Ст1, гарантия.

Наши партнеры

Азовский Механический Завод (АМЗ) Бердянск



По этому ассортименту завод гарантирует изготовление как насосов в сборе, так и запчастей по самым выигрышным ценам среди других прочих производителей.

Перечень составлен исходя из текущих возможностей по КД, материалу, поковкам и обработке.

Пэ720-185
Пэ600-300
Пэ580-185/200
Пэ500-180
Пэ400-180
Пэ 380-185/200
Пэ300-180
Пэ270-150
Пэ250-75
Пэ250-45
Пэ150-145
Пэ150-85
Пэ150-58
Пэ150-53
Пэ150-45
Пэ90-110

Пэ65-53
Ксв500-220
Ксв500-85
КсВ320-160
КсВ320-160-2
НКВ 600/125
НКВ 360/200
НКВ 360/125
НКВ 360/80
НК 560/335-120
НК 560/180А
НК 200/370
НК 200/210
НК 200/120-210
НК 200/120-120
НК 210/80

НК 65/35-240
НК 65/35-70
НПС 65/35-500
НПС 200-700
ХБ630
ХБЕ630-390
ХБ600
ХБ500
ХБ500-260
ХБ160-210

Наши партнеры

ООО «Внедрение» Донецк



Изготовление запчастей паровых турбин.

Запасные части турбин: кольца, пружины, колпачковые гайки, шпильки, призонные болты, диафрагмы, буксы и др з/ч, изготовленные по чертежам и технической документации заводов "Турбоатом", "Силовые машины", КТЗ.

Запчасти на турбины:

К-500-240; К-300-240; К 200-130; К-210-130; Т-110-120; ПТ-60-130; Р-25-90/18; Р-12-3,4/1,0; Р-27-8,8/1,35 и др., согласно номенклатуре заводов производителей турбин.

Контакты для связи

Телефон: +7 (990) 006 – 12 – 00

E-mail: stanok-expert@rambler.ru

Telegram: t.me/tehturbo