ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИНЖИНИРИНГОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ • ОСНОВАНО В 2011 ГОДУ

ООО НПО «РЕНОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

МОСКВА (ГОЛОВНОЙ ОФИС) • ЕКАТЕРИНБУРГ — ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ «ЕЗЭО» • WWW.RENOTECH.ORG

КОРПОРАТИВНЫЙ И ИНЖЕНЕРНЫЙ БУКЛЕТ-КАТАЛОГ • ВЫПУСК 2026

РЕНОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ГАЗОТУРБИННОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Специализированное российское производственно-инжиниринговое предприятие (Головной офис в г. Москве и **Обособленное подразделение «Екатеринбургский завод энергомеханического оборудования» — ОП «ЕЗЭО»**): **комплекс горячей части (инспекция КГЧ, ремонт КГЧ)**, реверс-инжиниринг, точное вакуумное литьё и серийное производство запасных частей и узлов ГПА (ГТК-10-4, ГТК-25И, ГТК-10И) и импортных ГТУ (Siemens SGT-700 / SGT-800, Solar Taurus 60, GE PGT-10 / MS5002E).

С 2011 г.
15 ЛЕТ В ОТРАСЛИ
Площадка в Екатеринбурге с основания (ОП «ЕЗЭО» с 2013 г.)

> 150 чел.
ШТАТ СПЕЦИАЛИСТОВ
Значительный рост выпуска импортозамещённой продукции

ОП «ЕЗЭО»
ЗАВОД В ЕКАТЕРИНБУРГЕ
Ул. Фронтовых Бригад, стр. 18: печи ВИП, станки ЧПУ и КТО

12,15 МВт
ПРОЕКТ ГТК-10-4
Модернизация с ростом КПД до 30,5% на штатной раме

ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫЕ КАДРЫ • ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ • НАДЁЖНАЯ РЕПУТАЦИЯ

ГОСТ Р 15.301–2016 • ГОСТ Р ИСО 9001–2015 • ТЕЛ.: +7 (499) 653-61-91 • INFO@RENOTECH.ORG



01 / МЕХАНООБРАБОТКА ЧПУ

МЕХАНООБРАБОТКА УЗЛОВ КАМЕР СГОРАНИЯ И СТАТОРОВ
Сплавы ХН60ВТ, ХН78Т, ЭП800-ВД, ЖС6У-ВИ



02 / КОМПЛЕКС ГОРЯЧЕЙ ЧАСТИ (КГЧ)

Инспекция КГЧ, ремонт КГЧ и диски роторов ТВД



03 / СЕРИЙНЫЙ ВЫПУСК ЛОПАТОК

Рабочие и сопловые лопатки ТВД, ТНД и ОК



04 / ЗАВОД ОП «ЕЗЭО» (ЕКАТЕРИНБУРГ)

Екатеринбургский завод энергомехоборудования

АРХИТЕКТУРА ИЗДАНИЯ (20 ПОЛОС • НАВИГАЦИЯ НА ПОЛОСЕ 03)

ПОЛНЫЙ КАТАЛОГ 2026

02–03 • Слово Генерального директора В. В. Половникова и Оглавление

04–06 • Структура компании, история (2011–2026) и завод ОП «ЕЗЭО»

07–08 • Номенклатура ЗИП, ремонт ГПА, отдел КТО и реверс-инжиниринг

09–11 • Программы ЗИП: свеча зажигания ГПА MS5002E и ЗИП ТНМ-1203, PGT-10/GE10, SGT-700/800

12–14 • Ремонт ГПА («Газпромнефть-Ямал») и модернизация ГТК-10-4

15–20 • Точное литьё (РЛ/НК/МОНО), парк вакуумных печей, ЦКТИ и контакты

ОСНОВАТЕЛЬ И РУКОВОДИТЕЛЬ С 2011 ГОДА
ООО НПО «РЕНОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

С 04.04.2011



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР

Половников Валерий Валериевич

Возглавляет ООО НПО «Реновационные технологии» с момента государственной регистрации предприятия **4 апреля 2011 года**. Под руководством В. В. Половникова сформирован полный производственно-инжиниринговый комплекс с собственным заводом в г. Екатеринбурге — **Обособленным подразделением «Екатеринбургский завод энергомеханического оборудования» (ОП «ЕЗЭО»)** и штатом **свыше 150 специалистов**.

РУКОВОДЯЩИЙ СОСТАВ ПРЕДПРИЯТИЯ

● МОСКВА (ГО) ● ЕКАТЕРИНБУРГ (ОП «ЕЗЭО»)

ГОЛОВНОЙ ОФИС • Г. МОСКВА (ВАРШАВСКОЕ ШОССЕ, Д. 1, СТР. 1–2)

Гусев Виктор Олегович Заместитель генерального директора	**Зеркова Наталья Владимировна** Главный бухгалтер

ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ «ЕЗЭО» • Г. ЕКАТЕРИНБУРГ (УЛ. ФРОНТОВЫХ БРИГАД, СТР. 18)

Щукин Семён Леонидович **Управляющий директор ОП «ЕЗЭО»**	**Пермяков Евгений Александрович** Технический директор
Половников Александр Валерьевич Коммерческий директор	**Решетник Эдуард Вячеславович** Начальник производства
Андрияш Иван Александрович Главный конструктор	**Попов Владимир Георгиевич** Главный технолог

КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТУР

> 150 чел.	25.11.2013	ГОСТ 15.301
Штат компании (ГО + ОП «ЕЗЭО»)	Регистрация ОП «ЕЗЭО» в ЕКБ	СМК ИСО 9001 • ОКВЭД 25.61

Инженерная и научная кооперация: Конструкторско-технологический отдел (КТО), АО «НПО ЦКТИ им. И.И. Ползунова» и Институт энергетики СПбПУ Петра Великого.

ИНН 7701913185 • ОГРН 1117746251116 • КПП ОП 668645001

ШТАТ СВЫШЕ 150 ЧЕЛ.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ РУКОВОДИТЕЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ, ИНЖЕНЕРНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ И КАЧЕСТВО БЕЗ КОМПРОМИССОВ

МОСКВА — ЕКАТЕРИНБУРГ

01 / ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

ООО НПО «Реновационные технологии» — специализированное предприятие, обеспечивающее изготовление запасных частей, сборочных единиц и агрегатно-узловой ремонт в заводских условиях для газотурбинных установок отечественного и иностранного производства. Наше участие в программе импортозамещения позволяет газотранспортным и энергетическим предприятиям в кратчайшие сроки получать паспортизированную продукцию, не уступающую по ресурсу и надёжности лучшим мировым аналогам.

02 / ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ И СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Главная ценность нашей компании — коллектив из **свыше 150 высококвалифицированных инженеров-конструкторов, технологов, металлургов и операторов ЧПУ** (в Головном офисе и Обособленном подразделении). Осознавая высокую ответственность перед работниками и обществом, мы инвестируем в непрерывное повышение квалификации персонала, создаём современные безопасные рабочие места на площадке **Обособленного подразделения «ЕЗЭО» в Екатеринбурге** и укрепляем преемственность инженерных школ.

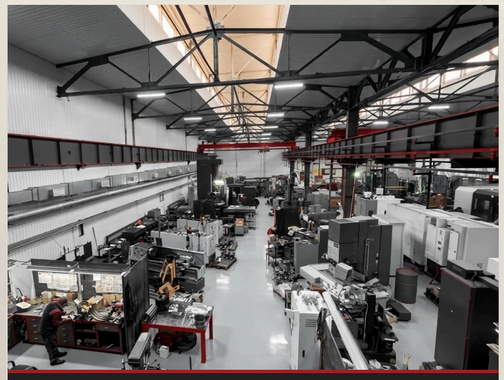
03 / СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА, ПРОМБЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ

Постановка продукции на производство осуществляется в строгом соответствии с **ГОСТ Р 15.301-2016** и нормативно-технической документацией Заказчика, а система менеджмента качества сертифицирована по **ГОСТ Р ИСО 9001-2015**. Мы неукоснительно соблюдаем требования промышленной и экологической безопасности, внедряя энергоэффективные вакуумные, лазерные и плазменные технологии с минимальным воздействием на окружающую среду.

04 / СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ И РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА

Среди приоритетных задач ООО НПО «Реновационные технологии» — дальнейшее расширение станочного и печного парка **ОП «ЕЗЭО»**, освоение серийного выпуска самых наукоёмких охлаждаемых лопаток и узлов горячего тракта для ГТУ **GE10/PGT-10, MS5002E, Siemens SGT-700/800, THM-1203**, а также тиражирование проекта глубокой модернизации **ГТК-10-4 с повышением мощности до 12,15 МВт**.

> ***«Каждая изготовленная или восстановленная нами деталь — это вклад в бесперебойную работу газотранспортной и энергетической системы страны».***
>
> **В. В. Половников**
> ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР



Производственная база ... УЛ. ФРОНТОВЫХ БРИГАД, СТР. 18



Лазерное 3D-сканирование и конт... КОНТРОЛЬ ОТК • ATOS



Сборочно-испытательный прол... КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА 100%



СТРУКТУРА И УКАЗАТЕЛЬ РАЗДЕЛОВ • 20 ПОЛОС

СОДЕРЖАНИЕ

КОРПОРАТИВНЫЙ И ИНЖЕНЕРНЫЙ КАТАЛОГ • ВЫПУСК 2026

В издании представлены производственные мощности ОП «ЕЗЭО» (г. Екатеринбург), отдел КТО, серийная номенклатура ЗИП ГТУ, модернизация ГТК-10-4 и комплекс точного литья.

ЧАСТЬ I • О КОМПАНИИ, ЗАВОДЕ ОП «ЕЗЭО», КТО И ПРОГРАММАХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ (ПОЛОСЫ 01–10)

01 **ТИТУЛЬНАЯ ОБЛОЖКА ИЗДАНИЯ** ..... СТР. 01
Ключевые компетенции, комплекс горячей части (инспекция и ремонт КГЧ) и ориентиры компании

02 **ОБРАЩЕНИЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА И РУКОВОДСТВО КОМПАНИИ** ..... СТР. 02
Слово основателя и генерального директора В. В. Половникова, управленческая команда Москвы и ОП «ЕЗЭО»

03 **СОДЕРЖАНИЕ (НАВИГАЦИОННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ РАЗДЕЛОВ)** ..... СТР. 03
Структурированное оглавление корпоративного и инженерного буклета-каталога 2026 года

04 **СТРУКТУРА КОМПАНИИ И ГЕОГРАФИЯ ПРИСУТСТВИЯ** ..... СТР. 04
Головной офис в Москве, Обособленное подразделение «ЕЗЭО» в Екатеринбурге (стр. 18), отдел КТО и научная кооперация

05 **ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ, ИСТОРИЯ (2011–2026) И ЗАСЛУГИ** ..... СТР. 05
Значительный рост производства импортозамещённой продукции, штат свыше 150 чел., ГОСТ Р 15.301-2016 и 5 направлений

06 **ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ «ЕЗЭО» И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ** ..... СТР. 06
Екатеринбургский завод энергомеханического оборудования: станочный и печной парк, ЭЭО, покрытия KUKA и руководство

07 **ОСНОВНАЯ НОМЕНКЛАТУРА ЗИП И КОМПЛЕКС ГОРЯЧЕЙ ЧАСТИ (КГЧ)** ..... СТР. 07
Перечень выпускаемых узлов ГТУ и ОК, инспекция КГЧ и восстановительный ремонт ГТК-25И / ГТНР-25И

08 **КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ (КТО) И РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ** ..... СТР. 08
9-этапная блок-схема постановки деталей на производство, 3D-сканирование, CAE-расчёты и карта замещения сплавов

09 **ПРОГРАММА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ: СВЕЧА ЗАЖИГАНИЯ ГПА MS5002E И ЗИП ГТУ ТНМ-1203** ..... СТР. 09
Выдвижная свеча зажигания КС ГПА MS5002E, диски, жаровые трубы, сопловые и рабочие лопатки 1-й и 2-й ст. ТВД и ОК ТНМ-1203

10 **КАТАЛОГ ГОРЯЧЕГО ТРАКТА И КОМПРЕССОРА ГТУ GE10-1 / PGT-10** ..... СТР. 10
Серийное производство охлаждаемых рабочих и направляющих лопаток (статор), ступеней ОК 1–11 и переходных патрубков

ЧАСТЬ II • КАТАЛОГ ЗИП, МОДЕРНИЗАЦИЯ ГТК-10-4, ТОЧНОЕ ЛИТЬЁ, ПЕЧИ И ОТЗЫВЫ (ПОЛОСЫ 11–20)

11 **КОМПЛЕКТУЮЩИЕ ГТУ MS5002E, НОВАЯ КС SGT-700, РЕМОНТ SGT-800 И TAURUS 60** ..... СТР. 11
Система зажигания и узлы MS5002E, вновь изготовленная КС SGT-700, ремонт КС SGT-800 и КС с ТЗП и дисков Taurus 60

12 **РЕМОНТ КГЧ ГТУ MS5002E (50 000+ Ч), ГТК-25И И ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЦКТИ** ..... СТР. 12
Кейс «Газпромнефть-Ямал» по ГТУ MS5002E (+24 000 ч по заключению ЦКТИ №127/8908), СА и сегменты ТВД ГТК-25И с ТЗП

13 **ФЛАГМАНСКИЙ ПРОЕКТ МОДЕРНИЗАЦИИ ГТУ ГТК-10-4 (ЧАСТЬ I: АУДИТ И ПРОЧНОСТЬ)** ..... СТР. 13
Анализ парка 600+ ГПА, поворот НА4 на 3° (10 ГПА), диски ЭИ698ВД, устранение коробления вставки до 12–15 мм

14 **МОДЕРНИЗАЦИЯ ГТУ ГТК-10-4 (ЧАСТЬ II: ВСТАВКА ТУРБИНЫ И РОСТ ДО 12,15 МВТ)** ..... СТР. 14
Дискретные пазы НА по типу SGT-700, CFD-расчёты, Вариант 1 (πк=5,6 → 12,15 МВт) и Вариант 2 (Тг+50°С → 11,30 МВт)

15 **СВОДНЫЙ НОМЕНКЛАТУРНЫЙ КАТАЛОГ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ (20 ПОЗИЦИЙ ЗИП)** ..... СТР. 15
Иллюстрированная матрица серийно освоенных лопаток, дисков, сопловых сегментов ГТК-25И, КС Taurus 60, горелок и колёс

16 **НАШИ ТЕХНОЛОГИИ: ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ, ПОКРЫТИЯ И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ** ..... СТР. 16
Виды очистки, входной контроль, 5-осевая ЧПУ, вакуумное литьё, 5 видов защитных покрытий, 3D КИМ и методы НК

17 **ПРОИЗВОДСТВО ТОЧНОГО ЛИТЬЯ ГТД: СТРУКТУРЫ РЛ, НК И МОНО, СПЛАВЫ И ФОРМЫ** ..... СТР. 17
Классификация литья (до >1150 °С, 40 000+ ч, +10% КПД ГТД), шихта ВИАМ/Русполимет, стержни и робот-линия Va-Tech

18 **ПАРК ВАКУУМНЫХ ПЛАВИЛЬНЫХ И ТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ И КРИТЕРИИ ГЛАВНОГО ИНЖЕНЕРА** ..... СТР. 18
Установки ВИП-НК-Р-300, ВИПЭ-3Р, УППФ, вакуумная печь ВТО, КТ FILIN СТ-600, Isovolt 320 кВ (в кооперации), ЛЮМ1-ОВ и ATOS

19 **СПЕЦПРОЕКТЫ КТО, МИКРОТУРБИНА CAPSTONE C65 (3 ЭТАПА), ЦКТИ / СПБПУ И ОТЗЫВЫ** ..... СТР. 19
Модули ДК ТГ, импеллеры, 3 этапа локализации МТУ С65 (65 кВт), испытания с ЦКТИ и СПбПУ, отзывы Заказчиков

20 **КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, РЕКВИЗИТЫ, КАРТЫ ПЛОЩАДОК И QR-КОДЫ** ..... СТР. 20
Официальные адреса в Москве и Екатеринбурге (ОП «ЕЗЭО», ул. Фронтовых Бригад, стр. 18), регламент работы

ЮРИДИЧЕСКОЕ ЛИЦО: ООО НПО «Реновационные технологии» (ИНН 7701913185 / ОГРН 1117746251116) • **ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР:** Половников Валерий Валериевич

ГОСТ Р 15.301–2016 • ГОСТ Р ИСО 9001–2015

ЕДИНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИНЖИНИРИНГОВЫЙ КОНТУР

СТРУКТУРА ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ООО НПО «РЕНОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

МОСКВА • ЕКАТЕРИНБУРГ

ГОЛОВНОЙ ОФИС • ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ — Г. МОСКВА • ГО

ДИРЕКЦИЯ И ДЕПАРТАМЕНТ ПО РАБОТЕ С ЗАКАЗЧИКАМИ ТЭК (Г. МОСКВА)

Адрес: 117105, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 1, стр. 1-2, офис А404 • **Тел.:** +7 (499) 653-61-91.
Стратегическое управление, договорная работа с газотранспортными и генерирующими компаниями, финансово-экономический блок, управление проектами модернизации ГПА и контроль качества поставок.

ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ • УРАЛЬСКИЙ ФО (ЗАРЕГИСТРИРОВАНО 25.11.2013) — Г. ЕКАТЕРИНБУРГ • ОП «ЕЗЭО»

ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ «ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ ЗАВОД ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ» (ОП «ЕЗЭО»)

Адрес: 620017, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Фронтовых Бригад, стр. 18.
Основная индустриальная база компании (площадка функционирует с момента основания в 2011 г.): вакуумно-индукционное литьё, цеха 5-осевой механообработки ЧПУ, электроэрозии, газотермического напыления ТЗП, инспекции и ремонта КГЧ.

ИНЖЕНЕРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР • ПОСТАНОВКА НА ПРОИЗВОДСТВО — ГОСТ Р 15.301–2016

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ (КТО) И ВЫЕЗДНЫЕ БРИГАДЫ 3D-АУДИТА

Оптическое 3D-сканирование на компрессорных станциях Заказчика, разработка полного комплекта РКД по ЕСКД, газодинамические (CFD) и термопрочностные (FEA) расчёты, проектирование штамповой и литейной оснастки.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ КООПЕРАЦИЯ • СЗФО — Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КООПЕРАЦИЯ С АО «НПО ЦКТИ ИМ. И.И. ПОЛЗУНОВА» И СПБПУ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

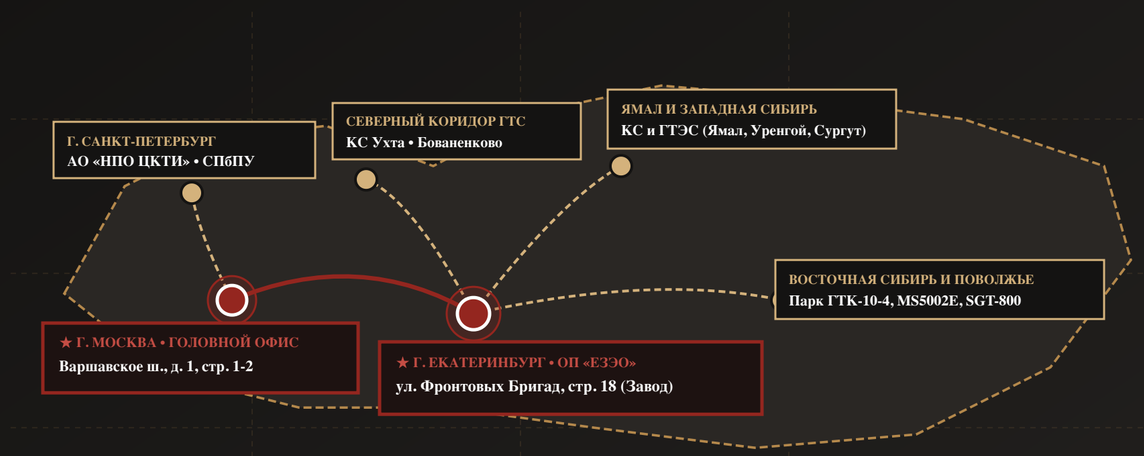
Научно-техническое сопровождение проектов модернизации ГТК-10-4, квалификационные испытания жаропрочных сплавов на длительную прочность, экспертиза РКД и расчёт остаточного ресурса лопаток (в т. ч. ГТУ MS5002E с наработкой 50 000+ ч).

ШТАТНАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ ПЕРСОНАЛА (ГОЛОВНОЙ ОФИС + ОП «ЕЗЭО»): СВЫШЕ 150 СПЕЦИАЛИСТОВ

ГЕОГРАФИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДОК И ПОСТАВОК ОБОРУДОВАНИЯ

ГОЛОВНОЙ ОФИС (Г. МОСКВА) И ЗАВОД ОП «ЕЗЭО» (Г. ЕКАТЕРИНБУРГ) — ПОСТАВКИ ПО ВСЕЙ РФ

ГО + ОП «ЕЗЭО»



● КРАСНЫЙ МАРКЕР: СОБСТВЕННЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ (ГО Г. МОСКВА И ОП «ЕЗЭО» Г. ЕКАТЕРИНБУРГ) ● ЖЁЛТЫЙ МАРКЕР: РЕГИОНЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И КООПЕРАЦИИ

СТАТУС ПРЕДПРИЯТИЯ В ОТРАСЛИ ГАЗОВОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВЕДУЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И РЕМОНТА ДЛЯ ИМПОРТНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

01 **Серийное изготовление в заводских условиях** комплектующих, деталей и сборочных единиц ГТУ и осевых компрессоров (вкл. 100% новую КС SGT-700).

02 **Разработка конструкторско-технологической документации (РКД)**, литейной и станочной оснастки по ГОСТ Р 15.301-2016.

03 **Инспекция и ремонт комплекса горячей части (КГЧ)**: регенерация лопаток MS5002E (+24 000 ч ЦКТИ), СА ГТК-25И и сегментов ТВД ГТК-25И с ТЗП.

04 **Проекты глубокой модернизации ГТК-10-4 и МТУ Capstone C65**: рост мощности ГТК-10-4 до 12,15 МВт (+27%) и локализация МТУ 65 кВт с СПбПУ.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС ПОЛНОГО ЦИКЛА • ШТАТ СВЫШЕ 150 ЧЕЛ. — ГОСТ Р 15.301–2016 • ИСО 9001–2015

ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ РОСТ И КЛЮЧЕВЫЕ ЗАСЛУГИ

ОФИЦИАЛЬНАЯ СПРАВКА О ПРЕДПРИЯТИИ • 15 ЛЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКИ (2011–2026)

ООО НПО «Реновационные технологии» основано **4 апреля 2011 года** (ИНН 7701913185, ОГРН 1117746251116). Производственная площадка в г. Екатеринбурге функционирует с момента основания компании; **25 ноября 2013 года** зарегистрировано **Обособленное подразделение «Екатеринбургский завод энергомеханического оборудования» (ОП «ЕЗЭО», ул. Фронтовых Бригад, стр. 18)**. Постановка продукции на производство выполняется по **ГОСТ Р 15.301-2016** и НТД Заказчика, действует СМК **ГОСТ Р ИСО 9001-2015**.

С 2011 года
ПЛОЩАДКА В ЕКБ С ОСНОВАНИЯ
Регистрация ОП «ЕЗЭО» — 25.11.2013

> 150 чел.
ОБЩИЙ ШТАТ (ГО + ОП)
Конструкторы, металлурги, ЧПУ

Серия ЗИП
ДИНАМИКА ПРОИЗВОДСТВА
Значительный рост выпуска



НАПРАВЛЕНИЕ 01

РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ И ВЫПУСК РКД

- **Выездное 3D-сканирование** деталей и узлов ГТУ на площадках Заказчика.
- **Химический и металлографический анализ** сплавов и защитных покрытий.
- **Газодинамические (CFD) и прочностные (FEA) расчёты** в ANSYS.
- **Разработка комплекта РКД по ЕСКД** и постановка на производство по ГОСТ Р 15.301-2016.

Цикл освоения: от 3D-скана до серийной детали за 12–18 недель.

ГОСТ Р 15.301–2016



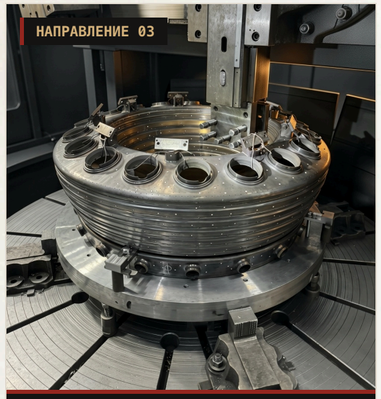
НАПРАВЛЕНИЕ 02

ПРОИЗВОДСТВО ЛОПАТОЧНОГО АППАРАТА ГТУ

- **Рабочие и сопловые лопатки ТВД/ТНД** с внутренними каналами охлаждения.
- **Вакуумное литьё** с равноосной и направленной кристаллизацией.
- **Лопатки осевого компрессора (ОК)** методом 5-осевого фрезерования ЧПУ.
- **100% паспортизация геометрии** пера и замка на КИМ.

ГТУ: PGT-10, THM-1203, MS5002E, Siemens SGT-700 / SGT-800.

ЖС6У–ВИ • ЧС88У–ВИ • ЭП800



НАПРАВЛЕНИЕ 03

ИЗГОТОВЛЕНИЕ УЗЛОВ КАМЕР СГОРАНИЯ И СТАТОРОВ

- **Вновь изготовленная камера сгорания Siemens SGT-700** (100% новое изделие ОП «ЕЗЭО»).
- **Жаровые трубы и переходные патрубки** для ГТУ PGT-10, THM-1203, MS5002E.
- **Горелочные устройства DLE**, форсунки, свечи зажигания и блоки розжига ГТУ.
- **Нанесение ТЗП (MCrAlY + YSZ)** на роботизированном комплексе KUKA.

Стендовый контроль: гидравлическая проливка каждой горелки.

ХН60ВТ • ХН78Т • APS TBC



НАПРАВЛЕНИЕ 04

КОМПЛЕКС ГОРЯЧЕЙ ЧАСТИ (ИНСПЕКЦИЯ И РЕМОНТ КГЧ)

- **Восстановление и ремонт ЗИП и узлов ГПА**, компонентов горячей части ГТУ.
- **Ремонт СА ТВД ГТК-25И / ГТНР-25И** с продлением ресурса (сборка кольца 360°).
- **Ремонт сегментов ТВД ГТК-25И** с улучшением характеристик путём нанесения ТЗП.
- **Ремонт КС SGT-800 и КС с ТЗП и дисков Taurus 60**, лопаток и КС **MS5002E** (+24 000 ч ЦКТИ).

Заключение ЦКТИ №127/8908: продление ресурса лопаток MS5002E на 24 000 ч.

ИНСПЕКЦИЯ КГЧ • РЕМОНТ КГЧ



НАПРАВЛЕНИЕ 05

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГПА И МИКРОТУРБИНА CAPSTONE C65

- **Комплексная модернизация ГТК-10-4** с ростом мощности до 12,15 МВт (+27%) на штатной раме.
- **Поворот НА4 на 3° (10 ГПА)**, диски из сплава ЭИ698ВД и дискретные пазы НА по типу SGT-700.
- **Разработка МТУ Capstone C65 (65 кВт)** и ЗИП к ней в 3 этапа (совместно с СПбПУ).
- **Модули ДК ТГ и 5-осевые импеллеры** центробежных компрессоров.

Парк ГТК-10-4: решение для более 600 агрегатов ГТС.

ДО 12,15 МВТ • C65 (65 КВТ)

ВЕХИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
ХРОНОЛОГИЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РОСТА

2011–2013 ГГ. • ОСНОВАНИЕ И ОП «ЕЗЭО»
Учреждение компании В. В. Половниковым (04.04.2011). Производственная площадка в г. Екатеринбурге работает с основания компании; 25.11.2013 зарегистрировано ОП «ЕЗЭО» (ул. Фронтовых Бригад, стр. 18).

2014–2017 ГГ. • СТАРТ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ
Начало разработок и освоения производства импортозамещённых деталей и узлов ГТУ. Формирование конструкторско-технологического отдела (КТО) и научной кооперации.

2018–2023 ГГ. • СЕРИЯ ИМПОРТНЫХ ГТУ
Развитие вакуумного литья, 5-осевой ЧПУ-обработки и защитных покрытий. Серийное освоение ЗИП по THM-1203, PGT-10, MS5002E, SGT-700/800 и ГТК-25И.

2024–2026 ГГ. • РОСТ ПРОИЗВОДСТВА
Значительный рост производства импортозамещённой продукции. Штат свыше 150 специалистов. Проект модернизации ГТК-10-4 до 12,15 МВт и освоение узлов МТУ C65.

КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ: Свыше 150 квалифицированных специалистов в Головном офисе (г. Москва) и ОП «ЕЗЭО» (г. Екатеринбург).

ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ «ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ ЗАВОД ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ» (ОП «ЕЭЭО»)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРЕДЕЛЫ, СТАНОЧНЫЙ И ПЕЧНОЙ ПАРК ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДКИ

Г. ЕКАТЕРИНБУРГ • СТР. 18

Производственная база компании в г. Екатеринбурге (**ул. Фронтовых Бригад, стр. 18**) функционирует с момента основания в 2011 году (юридическая регистрация ОП «ЕЭЭО» — 25.11.2013). Завод оснащён парком вакуумных плавильных и термических печей, 5-осевыми обрабатывающими центрами с ЧПУ, электроэрозионным, шлифовальным и испытательным оборудованием:

- **Многокоординатная механообработка с ЧПУ:** 5-осевые фрезерные ОЦ для полнопрофильной обработки пера лопаток, моноколёс (блисков), импеллеров и завихрителей.
- **Токарно-карусельная и расточная группа:** чистовая обработка крупногабаритных корпусов камер сгорания, обойм статоров, диафрагм и дисков роторов турбин с допуском биения до 0,01 мм.
- **Глубинное профильное шлифование (Creep-Feed):** прецизионная обработка ёлочных, грибовидных и тангенциальных хвостовиков лопаток с точностью шага ±0,005 мм.
- **Электроэрозионная обработка (EDM):** прошивка профилированных отверстий плёночного охлаждения (Ø 0,35–0,80 мм) и прецизионная проволочная вырезка пазов.
- **Вакуумно-металлургический передел:** вакуумные индукционные печи для литья лопаток с равноосной (РЛ), направленной (НК) и монокристаллической (МОНО) структурой.
- **Защитные и теплобарьерные покрытия:** роботизированное плазменное (APS) и высокоскоростное (HVOF) напыление систем MCrAlY + YSZ, циркуляционное газовое алитирование.
- **Сварка, лазерная наплавка и вакуумная термообработка:** порошковая наплавка LMD торцов и бандажных полок, диффузионная пайка сотовых вставок, гомогенизация в печах ВТО.
- **Метрология и дефектоскопия:** оптическое 3D-сканирование ATOS, КИМ, люминесцентный контроль ЛЮМ1-ОВ, УЗК и рентгенографический контроль (в кооперации).

VTL-25 / 5-AXIS
Станочный парк ЧПУ с 3D-щупами Renishaw

ADAX54 / BQY400
5-осевая ЭЭО-перфорация и проволочная вырезка

ВИП-НК / УППФ / ВТО
Парк вакуумных плавильных и термических печей

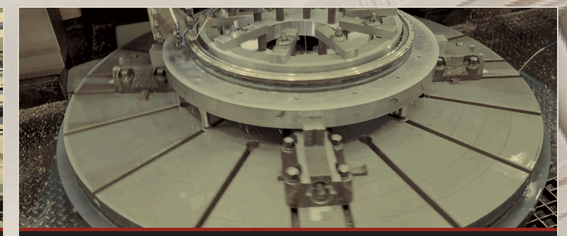
ATOS • ЛЮМ1-ОВ
Метрология, УЗК и рентген-контроль (в кооперации)

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ УЧАСТОК ОП «ЕЭЭО»	ПАРК ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (Г. ЕКАТЕРИНБУРГ)	ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ОПЕРАЦИИ И МАТЕРИАЛЫ	ТОЧНОСТЬ / РЕЖИМ
1. Токарно-карусельный и 5-осевой ЧПУ	Портальный ОЦ **VTL-25CNC**, 5-осевые ОЦ с **Renishaw**, **KVL 1000 / 650**	Обоймы статоров, диафрагмы, 3D-профили лопаток (ЧС88У, ЖС6У, ЭП800)	IT5–IT6 • Ra 0,4
2. Профильное и круглое шлифование	Станки глубинного шлифования **Creep-Feed ЧПУ**, кругло- и плоскошлифовальные	Ёлочные и тангенциальные замки лопаток, бандажные полки, посадочные пояски	±0,005 мм • Ra 0,32
3. Участок электроэрозии (ЭЭО) и ГАР	5-осевой **Abamet ADAX54ATC**, линия **Abamet BQY400 / DE45 / BA400**, ГАР	Перфорация каналов охлаждения Ø 0,35–0,80 мм, вырезка пазов и замков	Шаг ±0,005 мм
4. Вакуумно-плавильный и термический цех	Печи **ВИП-НК-Р-300**, **ВИПЭ-3Р**, **УППФ**, **ВТО**, печь с выкатным подом **«Solar»**	Вакуумная плавка и литьё лопаток (РЛ / НК / МОНО), гомогенизация и старение	10^{-4} мм рт. ст. • 1600 °C
5. Формообразование и защитные покрытия	Робот-линия оболочек **Va-Tech**, прессы **MPI**, 6-осевой робот **KUKA (APS/HVOF)**	Керамические формы и стержни, теплобарьерные покрытия MCrAlY + YSZ	ТЗП до 1150 °C
6. Участок НК и лаборатория метрологии (ОТК)	3D-сканер **ATOS ScanBox**, КИМ, линия **ЛЮМ1-ОВ**, **СИ-400**, рентген (в кооперации)	Входной, операционный и 100% выходной контроль геометрии и сплошности	±0,008 мм • ГОСТ

ПОЛНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦИКЛ ОТ МОДЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ И ПЛАВКИ ДО ФИНИШНОЙ МЕХАНООБРАБОТКИ — СТР. 17–18 → ПЕЧИ И ЛИТЬЁ



1. Главный станочный пролёт ОП «ЕЭЭО» — ЕКАТЕРИНБУРГ



2. Токарно-карусельный ЧПУ VTL-25CNC — ОБОЙМЫ И КОЛЬЦА



3. Линия фрезерных ОЦ ЧПУ KVL 1000 / 650 — МЕХАНООБРАБОТКА



4. 5-осевой ЭЭО-центр Abamet ADAX54ATC — ПЕРФОРАЦИЯ ЛОПАТОК



5. Линия проволочной ЭЭО Abamet BQY400 — ПРОФИЛЬ ЗАМКА



6. Линия неразрушающего контроля — КОНТРОЛЬ ОТК

ПАСПОРТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДКИ • РУКОВОДСТВО ОП «ЕЭЭО» (Г. ЕКАТЕРИНБУРГ)

ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ «ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ ЗАВОД ЭМО» (ОП «ЕЭЭО»)

ШТАТ КОМПАНИИ (ГО + ОП)
Свыше 150 чел.

СПЕЦПРОЦЕССЫ ЗАВОДА
Литьё РЛ/НК/МОНО, ЧПУ, ВТО

УЧАСТОК НК, ОТК И ЦЗЛ
3D ATOS, КТ FILIN, ЛЮМ1-ОВ

УПРАВЛЯЮЩИЙ ДИРЕКТОР ОП «ЕЭЭО»
Щукин Семён Леонидович

ТЕХНИЧЕСКИЙ ДИРЕКТОР
Пермяков Евгений Александрович

КОММЕРЧЕСКИЙ ДИРЕКТОР
Половников Александр Валерьевич

НАЧАЛЬНИК ПРОИЗВОДСТВА
Решетник Эдуард Вячеславович

ГЛАВНЫЙ КОНСТРУКТОР
Андрияш Иван Александрович

ГЛАВНЫЙ ТЕХНОЛОГ
Попов Владимир Георгиевич

АДРЕС ЗАВОДА (ФИАС):
620017, Россия, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Фронтовых Бригад, стр. 18

ТЕЛЕФОН / ДИРЕКЦИЯ:
+7 (499) 653-61-91

ПОЧТА И ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ:
info@renotech.org • renotech.org

ДАТА РЕГИСТРАЦИИ ОП «ЕЭЭО»: 25.11.2013 (КПП 668645001)

СМК ГОСТ Р ИСО 9001–2015 • ГОСТ Р 15.301–2016

07 ОСНОВНАЯ НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМЫХ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И АГРЕГАТНО-УЗЛОВОЙ РЕМОНТ

БЛОК КОМПЕТЕНЦИЙ А • ПРОИЗВОДСТВО ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ К ГАЗОВЫМ ТУРБИНАМ И КОМПРЕССОРАМ

ОСНОВНАЯ НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМЫХ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ГТУ И ОК

ГОСТ Р 15.301–2016

- **Рабочие лопатки турбин высокого и низкого давления (ТВД / ТНД):** охлаждаемые и неохлаждаемые, с ёлочным и грибовидным хвостовиком, бандажными полками и сотовыми гребешками.
- **Сопловые аппараты и направляющие сегменты:** одновенцовые и многолопаточные секции с дефлекторами конвективно-плёночного охлаждения и ТЗП.
- **Роторные и статорные лопатки осевого компрессора (ОК):** полный комплект ступеней (включая ВНА) из сталей 15Х12ВНМФ (ЭИ802), 20Х13, титановых и никелевых сплавов.
- **Диски роторов компрессора и турбины:** из поковок ЭП800-ВД и ЭИ698-ВД с протяжкой ёлочных пазов и динамической балансировкой.
- **Жаровые трубы, пламенные цилиндры и фронтовые устройства КС:** сварно-литые и штампосварные конструкции с лазерной перфорацией охлаждающих отверстий (вкл. новое изг. КС SGT-700).
- **Газосборники и переходные патрубки (Transition Pieces):** из листового проката ХН60ВТ / ХН78Т с износостойкой наплавкой замковых соединений (MS5002E, PGT-10).
- **Топливные форсунки, горелки DLE и агрегаты розжига:** завихрители, распылители, взрывозащищённые блоки и выдвижные свечи зажигания Ex d (в т.ч. ГТУ ТНМ-1203 и MS5002E).
- **Уплотнительные элементы и статорные кольца:** сегменты надбандажных сотовых уплотнений, лабиринтные обоймы, стопорные и замковые планки.

ОСВОЕННЫЕ ТИПЫ ГТУ: ГТК-10-4 / ГТК-10И · ГТК-25И / ГТНР-25И · Siemens SGT-700 / SGT-800 · Solar Taurus 60 · GE10-1 / PGT-10 / MS5002E · ТНМ-1203 / ТГ-65

БЛОК КОМПЕТЕНЦИЙ Б • КОМПЛЕКС ГОРЯЧЕЙ ЧАСТИ (ИНСПЕКЦИЯ КГЧ, РЕМОНТ КГЧ) НА ПЛОЩАДКЕ ОП «ЕЗЭО»

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ЗИП И УЗЛОВ ГПА, КОМПОНЕНТОВ ГОРЯЧЕЙ ЧАСТИ ГТУ

ИНСПЕКЦИЯ И РЕМОНТ КГЧ

- **Ремонт соплового аппарата ТВД ГТК-25И / ГТНР-25И с продлением ресурса:** полная дефектация, восстановление геометрии лопаток и бандажных полок, высокотемпературная пайка и контрольная сборка 360° кольца СА.
- **Восстановительный ремонт сегментов ТВД ГТК-25И / ГТНР-25И с ТЗП:** регенерация основы, микроперфорация на Abamet ADAX54ATC и нанесение керамического ТЗП (снижение температуры металла на 80–120 °С).
- **Восстановительный ремонт КС ГТУ Siemens SGT-800:** капитальное восстановление жаровых труб, фронтовых устройств и газосборников камеры сгорания ГТУ Siemens SGT-800 с нанесением керамического ТЗП.
- **Восстановление СА и рабочих лопаток I–II ст. ТВД ГТУ MS5002E (50 000+ ч):** вакуумно-термическая регенерация и ТЗП для ООО «Газпромнефть-Ямал» (заключение АО «НПО ЦКТИ» №127/8908 от 12.12.2025 на +24 000 ч).
- **Глубокая модернизация штатных агрегатов ГТК-10-4:** поворот НА4 на 3° (апробировано на 10 ГПА), перевод дисков на ЭИ698ВД, модернизация вставки и рост мощности до 12,15 МВт (πк=5,6) / 11,30 МВт (Тг+50 °С) и КПД до 30,5%.
- **Выездная инспекция КГЧ и 3D-аудит на КС/ТЭЦ:** дефектация узлов во время ППР и выдача экспертных заключений совместно с АО «НПО ЦКТИ».

Экономический эффект заводского ремонта КГЧ относительно закупки нового импортного OEM-комплекта: **ЭКОНОМИЯ ОТ 40% ДО 65%**



Сборочно-механический пролёт ОП «ЕЗЭО»: контрольная сборка корпусных узлов и диафрагм ГТУ — Г. ЕКАТЕРИНБУРГ



Диск ротора с лопатками — ЭП800-ВД



СА ТВД ГТК-25… — ПРОДЛЕНИЕ РЕСУРСА



Сегменты ТВД ГТК-… — НАНЕСЕНИЕ ТЗП

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ (КТО) И ЦИКЛ РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ (КТО) • АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ CAD / CAM / CAE

Инженеры КТО выполняют полный комплекс работ по **ГОСТ Р 15.301-2016**: оптическое 3D-сканирование, построение параметрических моделей, расчёты газодинамики и прочности (ANSYS CFX / Mechanical), моделирование литья (ProCAST), проектирование пресс-форм для керамических стержней и восковых моделей, а также разработку управляющих программ для 5-осевых станков с ЧПУ.



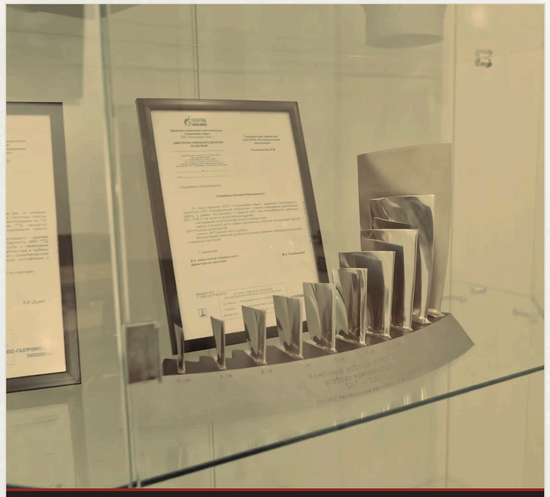
1. Отдел КТО: 3D CAD, стапели и стержни — ЭТАП 01–04



2. 5-осевой ОЦ и 3D-обмер Renishaw — КОНТРОЛЬ БАЗ



3. Вырезка профиля в станочной оснастке — ЭТАП 06–07



4. Комплект лопаток ОК SGT-700 (1–10 ст.) — ЭТАП 08–09

КАРТА ЗАМЕЩЕНИЯ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ (ИМПОРТ OEM → ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ МАРКИ)

АТТЕСТОВАНО ЦКТИ

ПОЛНАЯ ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ ПО ДЛИТЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ, ЖАРОСТОЙКОСТИ И СОБСТВЕННЫМ ЧАСТОТАМ

IN-738LC / GTD-111	FSX-414 / MAR-M509	Nimonic 263 / Hastelloy X
→ ЧС88У-ВИ / ЖС6У-ВИ	→ ВЖЛ12У / ЖС3ДК-ВИ	→ ХН60ВТ / ХН78Т
Рабочие лопатки 1–2 ст. ТВД	Сопловые сегменты 1–2 ст.	Жаровые трубы и газосборники

Каждая партия лопаток проходит частотную паспортизацию (диаграмма Кэмпбелла) и развесовку по статическому и динамическому моменту для исключения дисбаланса ротора.

АЛГОРИТМ ОСВОЕНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНОЙ ДЕТАЛИ ПО ГОСТ Р 15.301–2016

БЛОК-СХЕМА ПОЛНОГО ЦИКЛА РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА И ПОСТАНОВКИ НА ПРОИЗВОДСТВО

ЦИКЛ: 12–18 НЕДЕЛЬ

ЭТАП 01 — ВХОДНОЙ АУДИТ →

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗЦА И УСЛОВИЙ РАБОТЫ

Приёмка новой или бывшей в эксплуатации детали. Анализ термодинамических параметров тракта ГТУ, характера износа, температурных полей и сопрягаемых ответных узлов диска/обоймы.

ЭТАП 02 — ОЦИФРОВКА →

3D-СКАНИРОВАНИЕ И КТ ВНУТРЕННИХ ПОЛОСТЕЙ

Лазерное сканирование внешней геометрии пера и хвостовика, контактный обмер баз на КИМ. Промышленная рентгеновская томография (КТ) или послойное препарирование внутренних каналов охлаждения.

ЭТАП 03 — МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ↓

ХИМИЧЕСКИЙ И МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Определение химсостава основного сплава и слоёв ТЗП (РЭМ/ЭДС), исследование макро- и микроструктуры (размер зерна, доля γ'-фазы), замер микротвёрдости и подбор отечественного сплава-аналога.

ЭТАП 04 — ← САЕ-РАСЧЁТЫ

ПОСТРОЕНИЕ 3D-МОДЕЛИ И РАСЧЁТЫ CFD / FEA

Параметрическое твердотельное моделирование с компенсацией эксплуатационного увода пера. Расчёт газодинамики, теплового состояния, запасов статической и вибрационной прочности (диаграмма Кэмпбелла).

ЭТАП 05 — ← ВЫПУСК РКД

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Назначение размерных цепей, допусков формы и расположения баз, шероховатости и технических требований (ТТ) по ЕСКД. Выпуск чертежей отливки, механически обработанной детали и карты контроля.

ЭТАП 06 — ↓ ОСНАСТКА И ТП

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНОЙ И СТАНОЧНОЙ ОСНАСТКИ

Моделирование заливки в ProCAST, изготовление пресс-форм для восковых моделей и керамических стержней, проектирование стапелей для 5-осевых центров ЧПУ и написание управляющих программ.

ЭТАП 07 — ОПЫТНАЯ ПАРТИЯ →

ИЗГОТОВЛЕНИЕ УСТАНОВОЧНОЙ СЕРИИ ДЕТАЛЕЙ

Вакуумное литьё заготовок, ГИП, вакуумная термообработка, глубинное шлифование замка, электроэрозионная перфорация отверстий охлаждения и плазменное напыление теплозащитного покрытия.

ЭТАП 08 — ИСПЫТАНИЯ ОТК →

КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ (КИМ, НК, ПРОДУВКА)

100% контроль геометрии на КИМ, рентгенографический контроль внутренней усадки (в кооперации), люминесцентная дефектоскопия (ЛЮМ), гидравлическая/воздушная продувка каналов и частотный тест.

ЭТАП 09 • ФИНАЛ — СЕРИЯ • ПАСПОРТ

АТТЕСТАЦИЯ И СЕРИЙНАЯ ПОСТАВКА ЗАКАЗЧИКУ

Приёмочные испытания по ГОСТ Р 15.301-2016, оформление паспорта качества и комплекта сопроводительной документации, поставка комплекта с картой развесовки для монтажа в ротор ГТУ.

Результат для Главного инженера: Заказчик получает паспортизированное изделие с подтверждённым расчётным ресурсом и полным комплектом отечественной РКД.

ЭКСПЕРТИЗА АО «НПО ЦКТИ»

ОСВОЕННАЯ НОМЕНКЛАТУРА ГПА MS5002E И ГТУ ТНМ-1203: ОТ СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ ДО ГОРЯЧЕГО ТРАКТА

КЕЙС ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ СИСТЕМ РОЗЖИГА И ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА

ВЫДВИЖНАЯ СВЕЧА ЗАЖИГАНИЯ ГПА MS5002E И ЛОПАТКИ ОК ГТУ ТНМ-1203

СЕРИЙНАЯ ПОСТАВКА

Помимо деталей горячего тракта, НПО «Реновационные технологии» освоило выпуск выдвижных свечей зажигания камеры сгорания для газоперекачивающих агрегатов **ГПА MS5002E** и полного комплекта ступеней осевого компрессора (ОК) для газотурбинных установок **ТНМ-1203 (12,0 МВт)**.



Свеча зажигания ГПА MS5002E — В СБОРЕ • СТЕНД



Прецизионные роторные и корпусные детали — ДОПУСК IT5



Рабочая лопатка ОК (1–11 ступени) — 15Х12ВНМФ



Направляющие лопатки и ВНА компрессора — СТАТОР • ЧПУ

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ УЗЛОВ ГПА MS5002E И ТНМ-1203

Полная геометрическая, электрическая и пневмомеханическая взаимозаменяемость со штатными импортными узлами по присоединительным фланцам, ходу штока и термостойкости. Каждая свеча зажигания ГПА MS5002E проходит стендовые испытания на герметичность и искрообразование с выдачей паспорта.

ПРОГРАММА ЛОКАЛИЗАЦИИ ГОРЯЧЕГО ТРАКТА №1

РОТОРНЫЕ, СТАТОРНЫЕ УЗЛЫ И КАМЕРА СГОРАНИЯ ГТУ ТНМ-1203

МОЩНОСТЬ 12,0 МВТ

Выполнен полный цикл реверс-инжиниринга и серийного освоения всей линейки критических деталей ротора, статора и камеры сгорания для газотурбинных установок типа **ТНМ-1203**. Детали успешно эксплуатируются на объектах генерации и нефтегазового сектора.



Лопатки ротора ТВД — ЖС6У-ВИ



Диск ротора в сборе — ЭП800-ВД



Сегменты статора ТВД — ЖС3ДК-ВИ



Жаровая труба КС — ХН60ВТ + ТЗП



Лопатка рабочая 1-й ст. ТВД — ЧС88У-ВИ



Лопатка рабочая 2-й ст. ТВД — КИМ 100%

НАИМЕНОВАНИЕ УЗЛА ГТУ ТНМ-1203	МАРКА СПЛАВА / ПОКРЫТИЕ	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСОБЕННОСТЬ	СТАТУС
Рабочие лопатки ТВД 1-й и 2-й ступени	ЧС88У-ВИ / ЖС6У-ВИ + СДП-2	Вакуумное литьё, перфорация, бандажная полка	СЕРИЯ
Диски турбины и осевого компрессора	ЭП800-ВД / ЭИ698-ВД	Поковка ВД, протяжка ёлочных пазов IT5, УЗК	СЕРИЯ
Жаровые трубы и переходные патрубки	ХН60ВТ + MCrAlY / ZrO_2-Y_2O_3	Штампосварная конструкция, плазменное ТЗП	СЕРИЯ
Комплект лопаток ротора и статора ОК	15Х12ВНМФ (ЭИ802) / 20Х13	5-осевое фрезерование из поковок, полировка Ra 0,4	СЕРИЯ

ПРОГРАММА ЛОКАЛИЗАЦИИ №2 • ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ГТУ 10,7 МВТ

СЕРИЙНЫЙ ВЫПУСК ЛОПАТОК ОК, ТВД И ТНД ДЛЯ ГТУ GE10-1 / PGT-10

GE / BAKER HUGHES

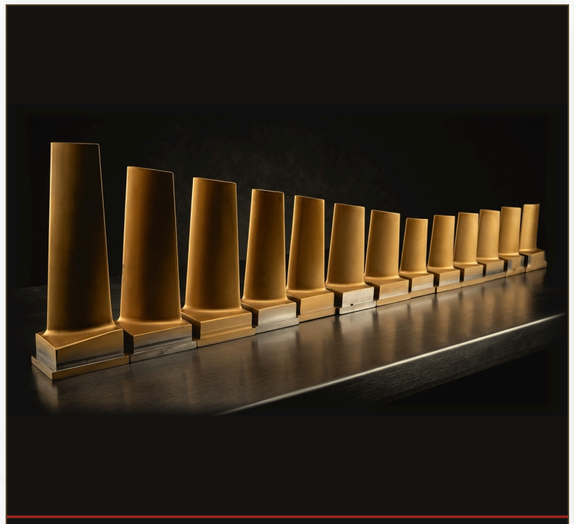
Для индустриальных газотурбинных установок **GE10-1 и PGT-10** на площадке ОП «ЕЗЭО» организован серийный выпуск полных комплектов рабочих и направляющих лопаток 11-ступенчатого осевого компрессора, а также охлаждаемых рабочих лопаток и сопловых сегментов турбины высокого и низкого давления.



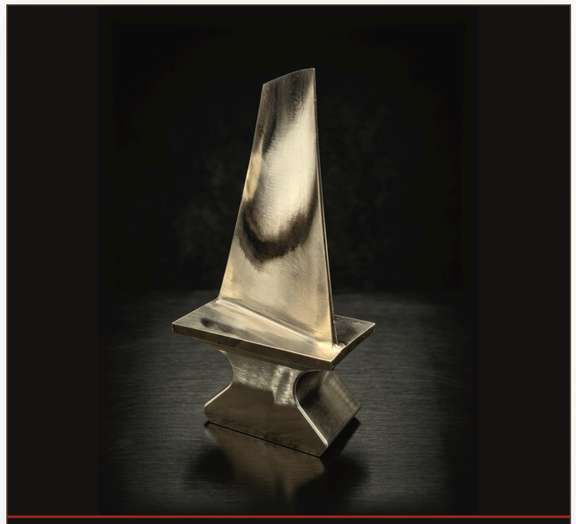
Серийная партия лопаток PGT-10 на приёмке ОТК — ПАРТИЯ 100% КИМ



Комплект направляющих лопаток (статор) PGT-10 — СТАТОР • ОТК



Типоразмерный ряд ступеней осевого компрессора — СТУПЕНИ 1–11



Прецизионная обработка замка «ласточкин хв… — ДОПУСК ±0,008 ММ

КОМПЛЕКТНАЯ ПОСТАВКА ГОТОВЫХ К МОНТАЖУ НАБОРОВ НА РОТОР И СТАТОР — БЕЗ ДОРАБОТКИ НА КС

Все комплекты лопаток поставляются с замковыми вставками, стопорными планками, крепёжными элементами, протоколами 3D-измерений на КИМ и картой расстановки лопаток по пазам диска по результатам статической и моментной развесовки.

СТАТОРНЫЕ СЕГМЕНТЫ, КАМЕРА СГОРАНИЯ И НАДБАНДАЖНЫЕ УПЛОТНЕНИЯ

СОПЛОВЫЕ АППАРАТЫ, ПЕРЕХОДНЫЕ ПАТРУБКИ И УПЛОТНЕНИЯ PGT-10

РЕСУРС 25 000+ Ч



Переходной патрубок (Transition Piece) — ХН60ВТ • APS TBC



Сопловой сегмент 1-й ст. ТВД — ЖС6У-ВИ • ЛИТЬЁ



Замковые соединения и фиксаторы лопаток — ЭП800-ВД



Стопорная пластина — ФИКСАЦИЯ ЛОПАТОК

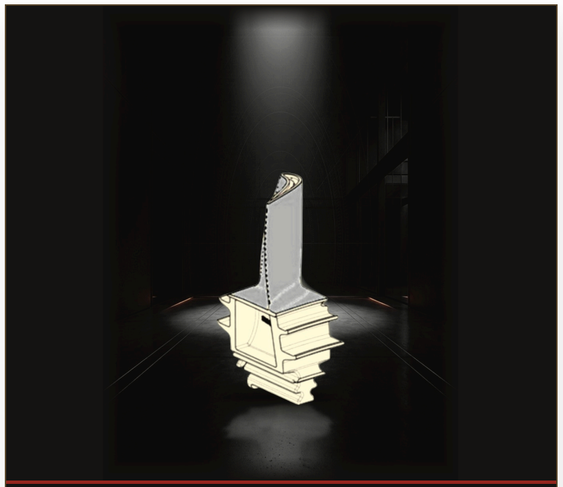
УЗЕЛ / ДЕТАЛЬ ГТУ GE10-1 / PGT-10	ПРИМЕНЯЕМЫЙ МАТЕРИАЛ И ПОКРЫТИЕ	КОНТРОЛЬ И ИСПЫТАНИЯ
Рабочие лопатки 1–2 ст. ТВД и 1–2 ст. СТ	ЧС88У-ВИ / ЖС6У-ВИ + диффузионное алитирование	КИМ, РК, ЛЮМ, частотный тест
Сопловые сегменты 1–2 ст. ТВД и СТ	ЖС6У-ВИ / ВЖЛ12У + теплозащитное покрытие YSZ	Контроль проходных сечений
Лопатки ротора и статора ОК (1–11 ст.)	15Х12ВНМФ (ЭИ802) + антикоррозионное покрытие	Упрочнение кромок, КИМ IT5
Жаровая труба и переходной патрубок КС	ХН60ВТ / ХН78Т + наплавка Stellite 6 + ТЗП 380 мкм	3D-обмер, капиллярный НК
Сотовые надбандажные вставки и замки	ХН78Т (фольга 0,08 мм), высокотемп. вакуумная пайка	Испытание прочности паяного шва

ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИЕ АГРЕГАТЫ 32 МВТ

УЗЛЫ ГОРЯЧЕГО ТРАКТА И СИСТЕМА РОЗЖИГА ГТУ MS5002E

GE / NUOVO PIGNONE FRAME 5

Для высоконагруженных ГПА с приводом **ГТУ MS5002E** освоено производство новых сопловых аппаратов 1-й и 2-й ступени, переходных патрубков КС и взрывозащищённого комплекса розжига (1Ex d IIC T4 Gb), а также технология восстановления СА и рабочих лопаток I–II ст. ТВД с наработкой **50 000+ ч** (заключение АО «НПО ЦКТИ» №127/8908 от 12.12.2025 на +24 000 ч).



Лопатка и 3D-модель ТВД MS5002E — ЖС6У-ВИ • ВТО



Переходной патрубок MS5002E с ТЗП — ХН60ВТ + ТЗП



Испытания взрывозащищённого блока розжига — 1Ex d IIC T4 Gb



Выдвижная свеча зажигания в сборе — РЕСУРС 24 000 Ч

УЗЕЛ ГТУ MS5002E	КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ	РЕЗУЛЬТАТ ЭКСПЛУАТАЦИИ
СА и рабочие лопатки I–II ст. ТВД	Новое литьё ЖС6У-ВИ и регенерация ВТО (после 50 000+ ч)	**+24 000 ч (ЦКТИ №127/8908)**
Переходной патрубок (газосборник)	Штампосварной корпус ХН60ВТ, наплавка Stellite 6, ТЗП	**Наработка > 25 000 экв. ч**
Блок розжига и выдвижные свечи	Взрывозащищённый корпус Ex d, керамический изолятор Al_2O_3	**100% надёжность пусков**

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ПРИВОДНЫЕ ГТУ 5,2–62 МВТ

НОВАЯ КС SGT-700, РЕМОНТ КС SGT-800 / TAURUS 60 И ЛОПАТКИ ТВД

SIEMENS • SOLAR TURBINES

На заводе ОП «ЕЗЭО» **с нуля изготовлена 100% новая кольцевая камера сгорания (жаровая труба) ГТУ Siemens SGT-700** (вновь изготовленное нашим предприятием изделие, а не ремонт), а также выполнен полный цикл восстановительного ремонта КС **Siemens SGT-800** и **Solar Taurus 60**, выпуск рабочих лопаток 1-й ст. и горелок DLE.



Новая камера сгорания ГТУ Siemens SGT-7… — НОВОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ



Камера сгорания ГТУ Siemens SGT-800 — ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ



Камера сгорания с ТЗП и роторные диски ГТУ … — TAURUS 60 • ТЗП



Рабочие лопатки ТВД SGT-800 / SGT-700 и… — НАПРАВЛЕННАЯ КРИСТ.

СТЕНДОВАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ И ОТЗЫВ ООО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ЯМАЛ» (SGT-700) — ПОДТВЕРЖДЕНО ОТЗЫВОМ

Топливные форсунки и горелки SGT-700 / SGT-800 проходят стендовую проливку на ОП «ЕЗЭО». Официальный отзыв **ООО «Газпромнефть-Ямал»** подтверждает успешную промышленную эксплуатацию деталей и узлов КГЧ ГТУ Siemens SGT-700, стабильность горения и соблюдение норм эмиссии NOx / CO.

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ КГЧ: ГТУ MS5002E (50 000+ Ч) И ГТК-25И / ГТНР-25И

ГОСТ Р 15.301–2016 • ГОСТ Р ИСО 9001–2015

РЕАЛИЗОВАННЫЕ ПРОЕКТЫ КГЧ • ООО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ЯМАЛ» И ГАЗОТРАНСПОРТНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЖАРОВЫХ ТРУБ, ГАЗОСБОРНИКОВ, СА И ЛОПАТОК ТВД

ГАЗПРОМНЕФТЬ-ЯМАЛ

Для **ООО «Газпромнефть-Ямал»** на площадке ОП «ЕЭЭО» отработаны технологии капитального восстановления жаровых труб и переходных патрубков с нанесением ТЗП, а также регенерации сопловых аппаратов и рабочих лопаток **I и II ступени ТВД ГТУ MS5002E с наработкой 50 000+ часов**. Параллельно выполняется серийный ремонт СА ТВД и сегментов ТВД **ГТК-25И / ГТНР-25И с ТЗП**.

ОПЕРАЦИЯ 01 • ДЕФЕКТАЦИЯ
3D-обмер и капиллярный контроль
Фиксация коробления корпусов, сквозных прогаров, термоусталостных трещин и отслоений ТЗП.

ОПЕРАЦИЯ 02 • ДЕКОУТИНГ И ВТО
Снятие ТЗП и регенерация γ'-фазы
Химическое снятие старого ТЗП и восстановительная вакуумная термообработка лопаток ТВД.

ОПЕРАЦИЯ 03 • ПАЙКА И НАПЛАВКА LMD
Залечивание трещин и геометрии
Высокотемпературная пайка ВПр, вварка вставок ХН60ВТ, лазерная наплавка бандажных полок и замков.

ОПЕРАЦИЯ 04 • МИКРОПЕРФОРАЦИЯ EDM
Восстановление отверстий охлаждения
Прошивка каналов плёночного охлаждения на 6-осевом комплексе Abamet ADAX54ATC.

ОПЕРАЦИЯ 05 • НАПЫЛЕНИЕ ТЗП KUKA
Керамическое покрытие APS / HVOF
Нанесение подслоя MCrAlY и керамики ZrO_2–8%Y_2O_3 (снижение температуры металла на 80–120 °C).

ОПЕРАЦИЯ 06 • КОЛЬЦЕВАЯ СБОРКА 360°
Контрольная сборка и приёмка ОТК
Сборка полноразмерного 360° кольца СА ТВД, контроль горловых сечений и сдача на КИМ.



Восстановленный СА ТВД ГТК-25И с продлением ресурса ОП «ЕЭЭО»



Сегменты ТВД ГТК-25И с ТЗП (–80…120 °C) НАНЕСЕНИЕ ТЗП

ВОССТАНАВЛИВАЕМЫЙ УЗЕЛ КГЧ	НАРАБОТКА / ДЕФЕКТЫ	ВЫПОЛНЕННЫЕ ОПЕРАЦИИ	ПОДТВЕРЖДЁННЫЙ РЕСУРС
СА и лопатки I–II ст. ТВД MS5002E	Наработка **50 000+ ч**, деградация γ'-фазы	ВТО регенерация структуры, наплавка, ТЗП	**+24 000 ч (ЦКТИ №127/8908)**
СА ТВД и сегменты ТВД ГТК-25И с ТЗП	Трещины кромок, коробление полок, эрозия	Пайка ВПр, LMD, перфорация ADAX54, ТЗП YSZ	**Снижение Тм на 80–120 °C**
Жаровые трубы и газосборники ГТУ	Трещины до 85 мм, прогары, унос ТЗП	Замена секций ХН60ВТ, ТИГ, APS ТЗП 380 мкм	**24 000 экв. ч (Ямал)**



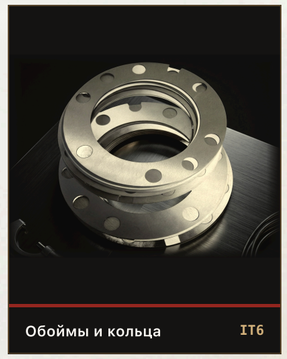
Жаровая труба с ТЗП (ООО «Газпромнефть-Ямал») ПОСЛЕ РЕМОНТА



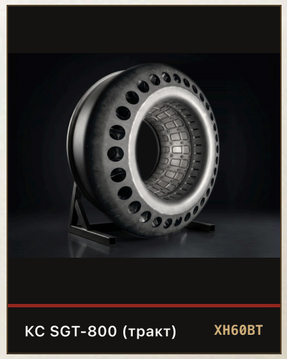
Восстановление переходных патрубков ГТУ М… APS ТВС • 400 МКМ



Сегменты статора ЧПУ



Обоймы и кольца IT6



КС SGT-800 (тракт) ХН60ВТ



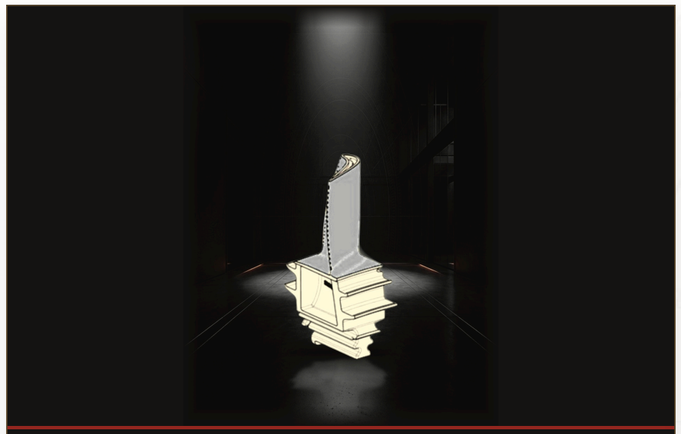
КС SGT-800 (с ТЗП) КЕРАМИКА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА АО «НПО ЦКТИ» • ЗАКЛЮЧЕНИЕ №127/8908 ОТ 12.12.2025

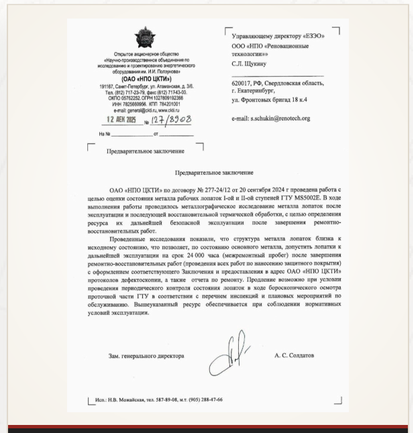
РЕГЕНЕРАЦИЯ ЛОПАТОК И СА I–II СТ. ТВД ГТУ MS5002E С НАРАБОТКОЙ 50 000+ ЧАСОВ

ДОПУСК +24 000 Ч

Для **ООО «Газпромнефть-Ямал»** отработаны технологии восстановления сопловых аппаратов и рабочих лопаток I-ой и II-ой ступени ТВД **ГТУ MS5002E** с наработкой **50 000 и более часов**. По итогам металлографического исследования **АО «НПО ЦКТИ» выдано предварительное заключение №127/8908 от 12.12.2025** о состоянии структуры металла лопаток близкой к исходному после ВТО, что позволяет допустить лопатки к дальнейшей эксплуатации на **24 000 часов (межремонтный пробег)**.



Рабочая лопатка и 3D-модель ТВД ГТУ MS5002E (50 000+ ч) ВТО • РЕГЕНЕРАЦИЯ



Открытое акционерное общество «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова» (ОАО «НПО ЦКТИ»)
191167, Санкт-Петербург, ул. Атаманская, д. 3/6.
Тел. (812) 717-23-79, факс (812) 717-63-00.
ОКПО 07512252, ОГРН 1027809192088
ИНН 7825000996, КПП 784201001
e-mail: general@ckti.ru, www.ckti.ru

12 ИЮН 2025 № 127/8908
На № _____ от _____

Управляющему директору «ЕЭЭО»
ООО «НПО «Реновационные технологии»
С.Л. Щукину

620017, РФ, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Фронтовых бригад 18 к.4
e-mail: s.schukin@renotech.org

Предварительное заключение

Предварительное заключение

ОАО «НПО ЦКТИ» по договору № 277-24/12 от 20 сентября 2024 г проведена работа с целью оценки состояния металла рабочих лопаток I-ой и II-ой ступеней ГТУ MS5002E. В ходе выполнения работы проводилось металлографическое исследование металл лопаток после эксплуатации и последующей восстановительной термической обработки, с целью определения ресурса их дальнейшей безопасной эксплуатации после завершения ремонтно-восстановительных работ.

Проведенные исследования показали, что структура металла лопаток близка к исходному состоянию, что позволяет, по состоянию основного металла, допустить лопатки к дальнейшей эксплуатации на срок 24 000 часа (межремонтный пробег) после завершения ремонтно-восстановительных работ (проведения всех работ по нанесению защитного покрытия) с оформлением соответствующего Заключения и предоставления в адрес ОАО «НПО ЦКТИ» протоколов дефектоскопии, а также отчета по ремонту. Продление возможно при условии проведения периодического контроля состояния лопаток в ходе бороскопического осмотра проточной части ГТУ в соответствии с перечнем инспекций и плановых мероприятий по обслуживанию. Выявленный ресурс обеспечивается при соблюдении нормативных условий эксплуатации.

Зам. генерального директора А. С. Солдатов

Исп.: И.В. Монайлюк, тел. 387-89-08, м.т. (903) 288-47-66

Заключение ЦКТИ №127/8908 ОТ 12.12.2025

ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМАТИКИ ПАРКА ГТК-10-4 (ДО 776 ЕД. В ОТРАСЛИ)

УСТРАНЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ ОК, ДИСКОВ ТВД/ТНД И СТАТОРА

ПАРК > 600 ГПА (~84% КС СИБИРИ)

В ПАО «Газпром» эксплуатируется **более 600 агрегатов ГТК-10-4** (свыше 25% парка имеет наработку > **100 000 ч**). Специалистами НПО «Реновационные технологии» выполнен комплексный 3D-газодинамический и термопрочностной расчёт (CFD / МКЭ) и разработаны конструктивные решения по 4 критическим узлам:

1. ОТРЫВ ПОТОКА В 4-Й СТ. ОК → ПОВОРОТ НА4 НА 3°

У втулки РК 1–4 ст. числа Маха достигают M = 0,88–0,95, вызывая срыв на НА4. **Решение (апробировано на 10 ГПА):** поворот лопаток **НА4 на 3°** на закрытие дал **+2% мощности**, **+5% расхода воздуха**, рост запаса устойчивости с 1,01 до **1,09** и ресурса с 10/40 до **25/100 тыс. ч**.

2. ТРЕЩИНЫ ПАЗОВ ДИСКОВ → ЗУБ –30% И СПЛАВ ЭИ698ВД

Из-за массивных лопаток (**720–1000 г** против ~120 г у пустотелой SGT-700) на 7–33% парка возникают трещины дисков 15Х12ВНМФ. **Решение:** модификация верхнего зуба паза (**–30% местных напряжений**) и перевод дисков на никелевый сплав **ЭИ698ВД** ($\sigma_{дл}$ ~70 против 40 кгс/мм²).

3. КОРОБЛЕНИЕ ВСТАВКИ 12–15 ММ → ИЗОЛЯЦИЯ –30 К

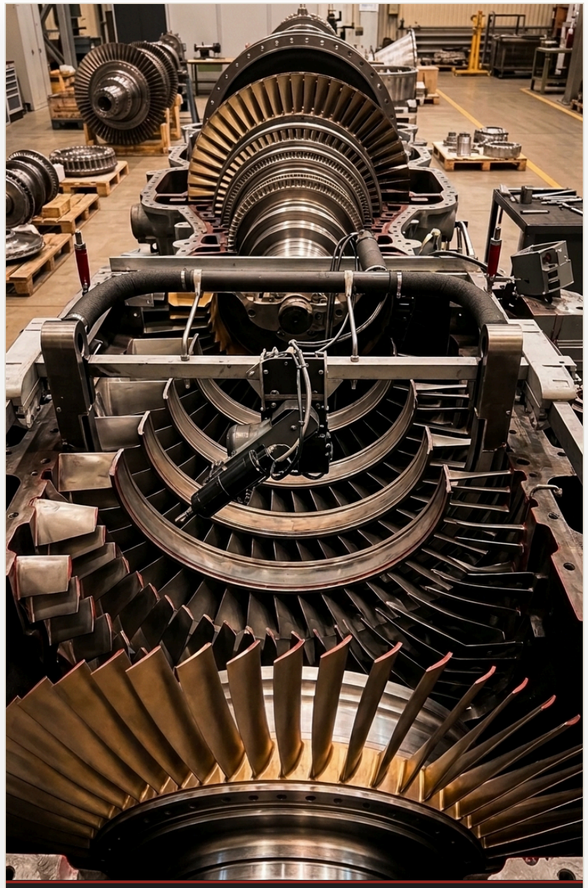
Коробление внутреннего корпуса (сталь Х23Н18) достигает **12–15 мм на сторону** с раскрытием радиальных зазоров на 2–3 мм. **Решение:** аэродинамическое перепрофилирование вставки и кремнезёмная теплоизоляция с сеткой 12Х18Н10Т (**снижение Т корпуса на 30 К: со 180 до 150 °С**).

4. СВАРНЫЕ ШВЫ (436 МПА) → РЕБРО 10 ММ + 4 СТОЙКИ

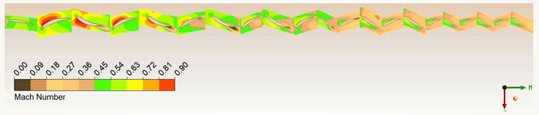
Напряжения в углах вставки достигают **436 МПа**. **Решение:** утолщение разделительного ребра с 5 до **10 мм**, установка **4 радиальных стоек жёсткости** (45° от вертикали, +10–12 лет ресурса) и дискретные пазы НА 1–4 ст. по типу **Siemens SGT-700** (+1,5…2,0% КПД ОК).



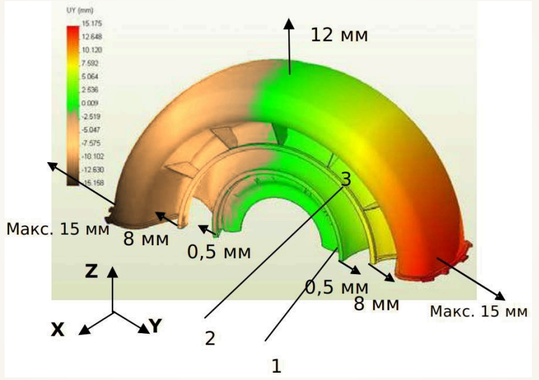
Продольный разрез ГТУ ГТК-10-4: ОК (10 ст.), ТВД … БАЗОВЫЙ КОНТУР



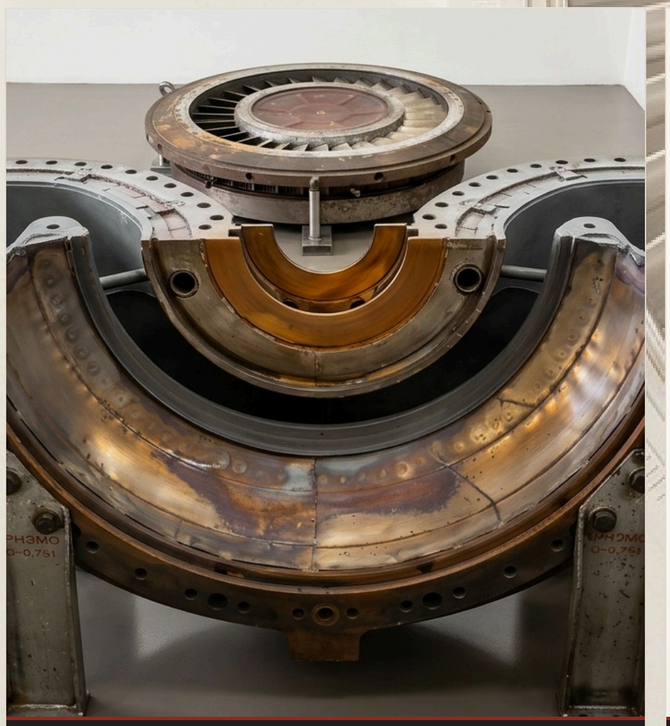
Роторная группа ОК и двухвальной турби… РЕВИЗИЯ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ



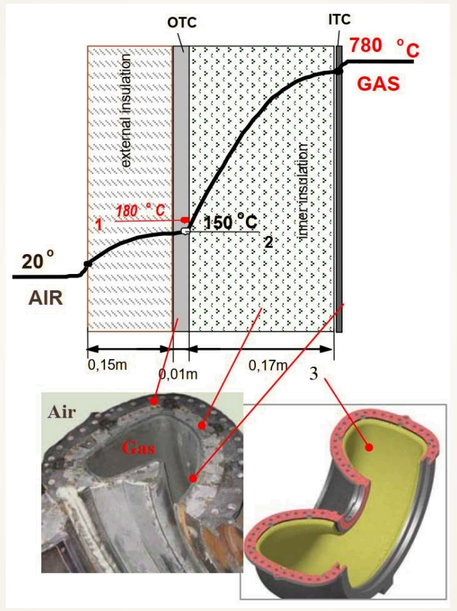
Поле чисел Маха в ОК (M = 0,88–0,95) и … АПРОБИРОВАНО НА 10 ГПА



МКЭ-расчёт термонапряжений вставки … РЕБРО 10 ММ + 4 СТОЙКИ

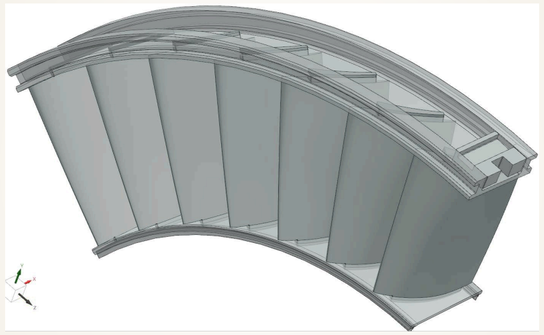


Внутренний корпус турбины и направляющий аппа… УСТРАНЕНИЕ КОРОБЛЕНИЯ

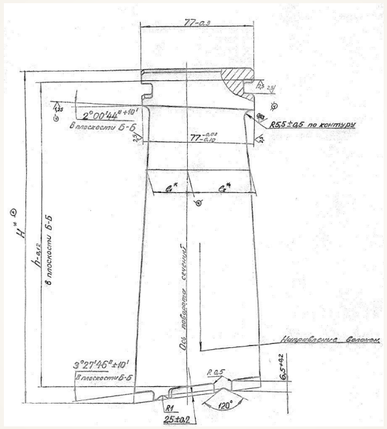


Кремнезёмная теплоизоляция: –30 … СЕТКА 12Х18Н10Т

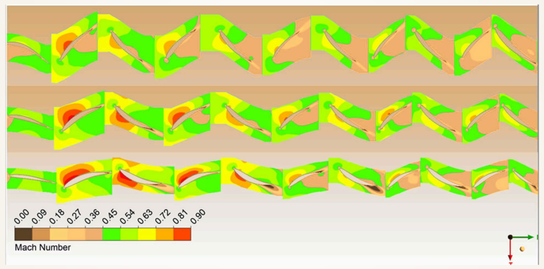
НОВАЯ ВСТАВКА ТУРБИНЫ ГТК-10-4: РОСТ МОЩНОСТИ ДО 12,15 МВТ (+27%) И КПД ДО 30,5%



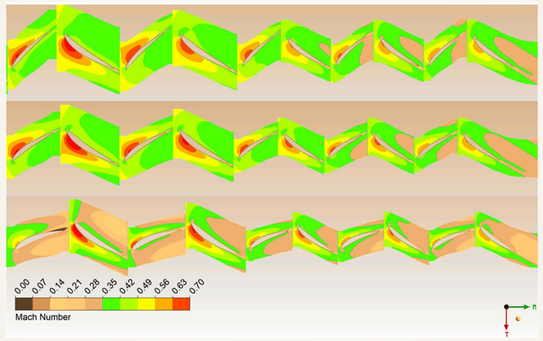
Модернизированный статор ОК с дискр... ПО ТИПУ SIEMENS SGT-700



Сварно-литая конструкция соплового сегмен... УСТРАНЕНИЕ ТРЕЩИН



CFD-моделирование проточной части ... ПРИРОСТ КПД ОК +1,5…2,0%



Безотрывное обтекание профилей ТВД / ТНД ... УСТРАНЕНИЕ ОТРЫВА

Параметр	Размерн	Расчет 1	Вариант 1
Температура воздуха на входе	К	288.15	288.15
Давление воздуха на входе	бар	1.01325	1.01325
Расход газа на входе в компрессор	кг/с	86.4	105.1
Степень повышения давления компрессора		4.6	5.6
КПД компрессора		0.853	0.853
Температура воздуха за компрессором	К	471	500.8
Давление воздуха на выходе из компрессора	бар	4.66	5.67
Температура воздуха за регенератором	К	687	674
Расход топлива	кг/с	0.752	0.949
Температура газа на входе в турбину ВД	К	1053	1053
Расход газа на входе в турбину ВД	кг/с	84.5	102.9
Давление газа на входе в турбину ВД	бар	4.33	5.28
Степень понижения давления ТВД		2.24	2.59
КПД ТВД первичный		0.86	0.86
Температура газа на выходе из ТВД	К	888.3	861
Давление газа на выходе из ТВД	бар	1.937	2.036
Расход газа на выходе из ТВД	кг/с	84.5	102.9
Степень понижения давления ТНД (СТ)		1.785	1.88
КПД ТНД первичный		0.82	0.82
Температура газа на выходе из ТНД (СТ)	К	780	749
Расход газа на выходе из ТНД (СТ)	кг/с	87.1	106.1
Давление газа на выходе из ТНД	бар	1.085	1.085
Потери полного давления газа в регенераторе	%	3	3
Потери полного давлениявоздуха в регенераторе	%	4	4
Температура газа за регенератором	К	575	583
Степень регенерации		0.7	0.7
Мощность на валу	МВт	9.55	12.15
Термический КПД		0.258	0.261

Тепловая схема Вариант 1: πк = 5,60 (+1 с... ПРИРОСТ МОЩНОСТИ +27%

Параметр	Размерн	Увязка исх	Вариант 2
Температура воздуха на входе	К	288.15	288.15
Давление воздуха на входе	бар	1.01325	1.01325
Расход газа на входе в компрессор	кг/с	86.4	89.6
Степень повышения давления компрессора		4.6	4.88
КПД компрессора		0.853	0.853
Температура воздуха за компрессором	К	471	480
Давление воздуха на выходе из компрессора	бар	4.66	4.95
Температура воздуха за регенератором	К	687	711
Расход топлива	кг/с	0.752	0.849
Температура газа на входе в турбину ВД	К	1053	1103
Расход газа на входе в турбину ВД	кг/с	84.5	87.8
Давление газа на входе в турбину ВД	бар	4.33	4.6
Степень понижения давления ТВД		2.24	2.24
КПД ТВД первичный		0.86	0.86
Температура газа на выходе из ТВД	К	888.3	932
Давление газа на выходе из ТВД	бар	1.937	2.06
Расход газа на выходе из ТВД	кг/с	84.5	87.8
Степень понижения давления ТНД (СТ)		1.785	1.88
КПД ТНД первичный		0.82	0.82
Температура газа на выходе из ТНД (СТ)	К	780	810
Расход газа на выходе из ТНД (СТ)	кг/с	87.1	90.5
Давление газа на выходе из ТНД	бар	1.085	1.09
Потери полного давления газа в регенераторе	%	3	3
Потери полного давлениявоздуха в регенераторе	%	4	4.7
Температура газа за регенератором	К	575	591
Степень регенерации		0.7	0.7
Мощность на валу	МВт	9.55	11.3
Термический КПД		0.258	0.272

Тепловая схема Вариант 2: Тг = 830 °С (+... ПРИРОСТ МОЩНОСТИ +18%

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДЛЯ ГЛАВНЫХ ИНЖЕНЕРОВ КС

РАСЧЁТНЫЕ ВАРИАНТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ В ГАБАРИТАХ ШТАТНОГО ФУНДАМЕНТА

ДО 12,15 МВТ (+27%)

Выполненные расчёты тепловой схемы ГТК-10-4 подтверждают возможность повышения мощности с фактических **9,55 МВт (10,0 МВт ном.) до 11,30–12,15 МВт** и эффективного КПД до **27,2% без регенерации (до 30,5% с регенеративным циклом)** на штатных рамах КС:

ПАРАМЕТР ЦИКЛА ГТУ	ШТАТНЫЙ ГТК-10-4 (ФАКТ. / НОМ.)	ВАРИАНТ 1: РОСТ $\Pi_К$ ДО 5,6 (+1 СТУПЕНЬ ОК ПРИ $Т_Г$=780 °С)	ВАРИАНТ 2: РОСТ $Т_Г$ НА +50 °С (ЖАРОПРОЧНЫЙ ТРАКТ И ТЗП)
Эффективная мощность на валу N_e	9,55 МВт (10,00 МВт ном.)	12,15 МВт (+27% к базе)	11,30 МВт (+18% к базе)
Эффективный КПД цикла η_e	25,8% (28,0% с регенер.)	26,3% (до 30,5% с регенер.)	27,2% (+1,4% / до 30,5% с регенер.)
Степень повышения давления в ОК ($\pi_К$)	4,60 (10 ступеней)	5,60 (11 ступеней ОК)	4,80 (модернизированный ОК)
Расход воздуха через компрессор $G_В$	86,4 кг/с (84,0 ном.)	96,4 кг/с	89,4 кг/с
Температура газов перед ТВД ($Т_г$)	780 °С	780 °С (штатная температура)	830 °С (+50 °С, сплавы + ТЗП)
Эффект +1% КПД узлов (ОК или ТВД)	$\eta_К$=85%, $\eta_{ТВД}$=85%, $\eta_{ТНД}$=86%	+0,34 МВт мощности и +0,4% КПД	+0,34 МВт мощности и +0,4% КПД
Межремонтный / назначенный ресурс	10 000 ч / 40 000 ч	25 000 ч / 100 000 ч	25 000 – 32 000 ч / 100 000 ч
Строительно-монтажные работы в цехе	–	Штатная рама и фундамент	Без перестройки здания КС

12,15 МВт
ВАРИАНТ 1 (ПК = 5,6)
Прирост мощности +27% при Тг=780 °С

11,30 МВт
ВАРИАНТ 2 (ТГ +50 °С)
КПД 27,2% (до 30,5% с регенерацией)

+0,34 МВт
НА +1% КПД ОК / ТВД
Дискретные пазы НА по типу SGT-700

100 000 ч
НАЗНАЧЕННЫЙ РЕСУРС
Диски ЭИ698ВД и вставка со стойками

РЕГЛАМЕНТ ВНЕДРЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ В РАМКАХ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА (КР) ГПА

ГАБАРИТЫ ШТАТНОЙ РАМЫ

Этап 1. Осевой компрессор:
Поворот лопаток НА 4-й ст. на 3° на закрытие (+2% мощности, запас устойчивости 1,09) и установка дискретных пазов НА 1–4 ст. по типу SGT-700 (+1,5–2,0% КПД ОК).

Этап 2. Роторы ТВД и ТНД:
Замена дисков из стали 15Х12ВНМФ на поковки из никелевого сплава ЭИ698ВД с модифицированным верхним зубом ёлочного паза (–30% местных напряжений).

Этап 3. Статор и вставка:
Установка модернизированной вставки с ребром 10 мм, 4 радиальными стойками и кремнезёмной изоляцией в сетке 12Х18Н10Т (снижение температуры корпуса на 30 К).

КЛЮЧЕВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА МОДЕРНИЗАЦИИ ГТК-10-4

АПРОБИРОВАНО НА 10 ГПА

Заимствование решений SGT-700:
Дискретная установка лопаток НА 1–4 ст. ОК в фигурные пазы обоймы и переход к облегчённым пустотелым лопаткам (~120 г вместо 720–1000 г).

Ресурс дисков и корпуса:
Перевод дисков на сплав ЭИ698ВД с разгрузкой зуба паза (–30% напряжений), кремнезёмная изоляция (–30 К) и 4 радиальные стойки.

Экономическая эффективность:
Поэтапное внедрение во время плановых КР в габаритах штатного фундамента в 3,2 раза дешевле замены ГПА на новый.

ПРИМЕРЫ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ И ВЫПОЛНЯЕМЫХ РАБОТ (20 ПОЗИЦИЙ)

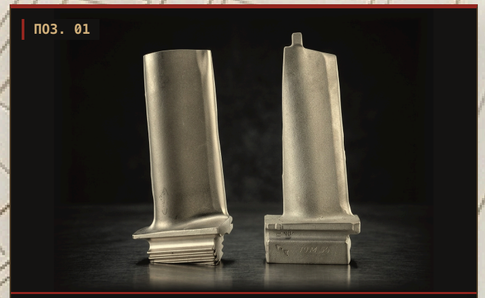
ГОСТ Р 15.301–2016 • ГОСТ Р ИСО 9001–2015

Все представленные узлы освоены по полному циклу на площадке ОП «ЕЗЭО» в РФ, обеспечены комплектом РКД по ЕСКД и поставляются с паспортами качества, протоколами КИМ и сертификатами на металл.

100% ЛОКАЛИЗАЦИЯ В РФ

ГОСТ Р 15.301–2016

ПОЗ. 01



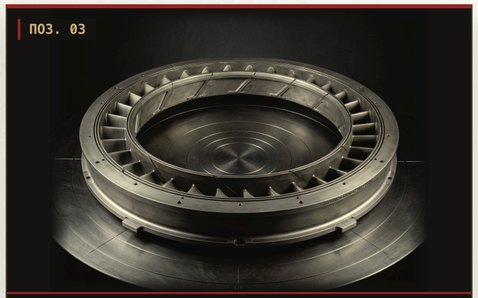
Рабочие лопатки ТВД 1 ст.
Сплав ЧС88У-ВИ • Перфорация

ПОЗ. 02



Диск ротора турбины в сборе
Поковка ЭП800-ВД • Балансировка

ПОЗ. 03



Восстановленный СА ТВД ГТК-25И
С продлением ресурса • ОП «ЕЗЭО»

ПОЗ. 04



Сегменты ТВД ГТК-25И с ТЗП
Восстановительный ремонт • −80…120 °C

ПОЗ. 05



Новая КС ГТУ Siemens SGT-700
Общий вид • 100% новое изделие

ПОЗ. 06



Камера сгорания Siemens SGT-800
Восстановительный ремонт • ТЗП

ПОЗ. 07



Камера сгорания с ТЗП и диски Taurus 60
Керамическое ТЗП • Роторные диски

ПОЗ. 08



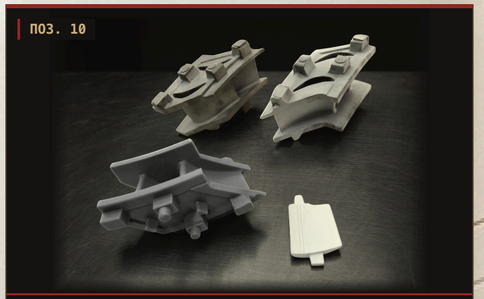
Рабочая лопатка ОК (1–11 ст.)
Сталь 15Х12ВНМФ • 5-осевая ЧПУ

ПОЗ. 09



Комплект направляющих лопаток (статор) PGT-10
Статорный аппарат • Контроль КИМ

ПОЗ. 10



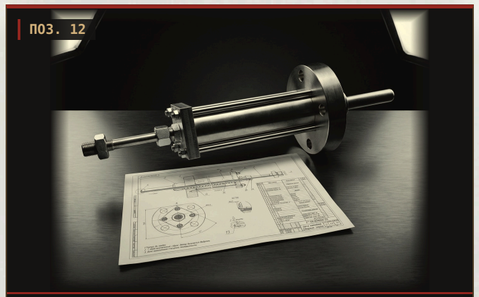
Отливка СА ТВД PGT-10
ЖС6У-ВИ • Алитирование каналов

ПОЗ. 11



Переходной патрубок PGT-10
Штампосварной узел • APS ТВС

ПОЗ. 12



Выдвижная свеча зажигания Ex d
ГТУ MS5002E • 1Ex d IIC T4 Gb

ПОЗ. 13



Рабочая лопатка 1 ст. SGT-800
Направленная кристаллизация • ТЗП

ПОЗ. 14



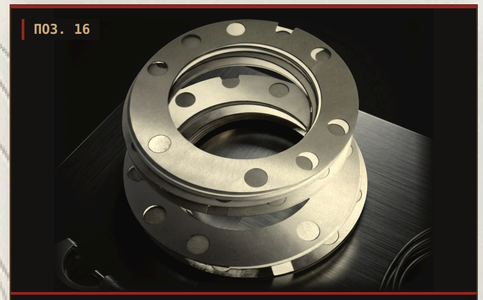
Горелка DLE ГТУ Siemens SGT-700
Двухтопливная • Проливка на стенде

ПОЗ. 15



Сегменты надбандажного уплотнения
Сотовая вставка • Вакуумная пайка

ПОЗ. 16



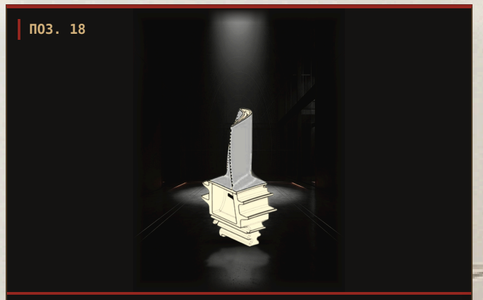
Уплотнительные и стопорные кольца
Прецизионная токарно-фрезерная ЧПУ

ПОЗ. 17



Жаровая труба КС ТНМ-1203
Плазменное напыление ТЗП • КИМ

ПОЗ. 18



Лопатка ТВД MS5002E (50 000+ ч)
ВТО регенерация • ЦКТИ №127/8908

ПОЗ. 19



Центробежные колёса (импеллеры)
Моноколёса (блиски) из титана и стали

ПОЗ. 20



Рекуператор МТУ Capstone C65
МТУ 65 кВт • 3 этапа локализации

ЗАМКНУТАЯ СИСТЕМА СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПЛОЩАДКЕ ОП «ЕЗЭО» (ОКВЭД 25.61)

НАШИ ТЕХНОЛОГИИ: ОТ ПОДГОТОВКИ И МЕТАЛЛУРГИИ ДО ИНЖЕНЕРИИ ПОВЕРХНОСТИ И НК

АТТЕСТОВАННЫЕ СПЕЦПРОЦЕССЫ
100% ПАСПОРТИЗАЦИЯ

БЛОК 01 • ПОДГОТОВКА В РЕМОНТЕ — 4 МЕТОДА

ОЧИСТКА ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ГТУ

- **Промывка горячей водой под высоким давлением:** удаление эксплуатационных отложений без повреждения основного металла.
- **Абразивная и микрошариковая очистка:** корундовая и стеклошариковая обработка поверхностей.
- **Гидроабразивная очистка:** щадящее снятие окалины, нагара и продуктов коррозии.
- **Ультразвуковая очистка:** промывка внутренних каналов топливных форсунок и лопаток.

СОХРАНЕНИЕ БАЗОВОЙ ГЕОМЕТРИИ ПОДЛОЖКИ

БЛОК 02 • МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ — ЦЗЛ / ЦКТИ

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

- **Контроль химического состава:** оптико-эмиссионный и рентгенофлуоресцентный спектральный анализ каждой плавки.
- **Контроль геометрических параметров:** проверка поковок, штамповок, пруткового и листового проката.
- **Контроль механических свойств:** испытания на растяжение ($\sigma_в$, $\sigma_{0,2}$), ударную вязкость (KCU), твёрдость HB/HRC и длительную прочность.
- **Металлография:** контроль величины зерна и объёмной доли упрочняющей γ'-фазы.

100% ВЕРИФИКАЦИЯ СЕРТИФИКАТОВ МЕТАЛЛА

БЛОК 03 • ФОРМООБРАЗОВАНИЕ — IT5–IT6

РАСКРОЙ МЕТАЛЛА, 5-ОСЕВАЯ ЧПУ И ЭЛЕКТРОЭРОЗИЯ

- **Высокоточный раскрой:** лазерная, гидроабразивная и ленточнопильная резка жаропрочного проката.
- **5-осевая механообработка с ЧПУ:** фрезерование сложнопрофильных лопаток, импеллеров, завихрителей и корпусов.
- **Глубинное шлифование (Creep-Feed):** обработка ёлочных хвостовиков лопаток и пазов дисков.
- **Электроэрозионная обработка с ЧПУ:** прошивка отверстий охлаждения Ø 0,35–0,80 мм и проволочная вырезка.

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПРОФИЛЯ ПЕРА Ra 0,4 МКМ

БЛОК 04 • ТЕРМИЯ И СВАРКА — 10^{-5} ТОРР

ВАКУУМНОЕ ЛИТЬЁ, ТЕРМООБРАБОТКА, СВАРКА И ПАЙКА

- **Литьё по выплавляемым моделям:** в вакуумных индукционных печах (равномерная, направленная и монокристаллическая структура).
- **Термическая обработка:** в вакуумных печах и печах с защитной атмосферой, горячее изостатическое прессование (ГИП).
- **Аргонодуговая сварка (ТИГ) и наплавка LMD:** сварка жаропрочных узлов КС и лазерная порошковая наплавка.
- **Высокотемпературная вакуумная пайка:** пайка сотовых уплотнений и диффузионное залечивание трещин.

ПОЛНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА

БЛОК 05 • ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ — 5 ВИДОВ ТЗП

НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ И ТЕПЛОБАРЬЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

- **1. Термобарьерное (ТЗП):** двухслойные системы MCrAlY + керамика ZrO_2–Y_2O_3 (YSZ) для лопаток и жаровых труб (снижение $T_м$ на 80–120 °C).
- **2. Газоплазменное и HVOF:** атмосферное плазменное (APS) и сверхзвуковое газопламенное напыление износостойких слоёв.
- **3. Ионно-плазменное и диффузионное:** конденсационно-диффузионные покрытия (СДП) и газовое алитирование каналов.
- **4. Шликерное и 5. Гальваническое:** жаростойкие алюмофосфатные покрытия для тракта ОК и гальваника крепёжных узлов.

РАБОЧАЯ ТЕМПЕРАТУРА ТРАКТА ДО 1150 °C

БЛОК 06 • 3D-МЕТРОЛОГИЯ — ±1,8 МКМ

ИЗМЕРЕНИЕ В 3-КООРДИНАТАХ НА КИМ И 3D-СКАНЕРАХ

- **Контактные измерения на 3-координатных КИМ:** аттестация профиля пера по контрольным сечениям и шага зубьев ёлочного замка.
- **Бесконтактное оптическое 3D-сканирование:** построение цветовой карты отклонений (колор-маппинг) всей поверхности детали относительно эталонной CAD-модели.
- **Контроль проходных сечений сопловых аппаратов:** измерение площади горла межлопаточных каналов и углов выхода потока.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ 3D-ПРОТОКОЛ НА ДЕТАЛЬ

БЛОК 07 • УЧАСТОК НК — 3 МЕТОДА НК

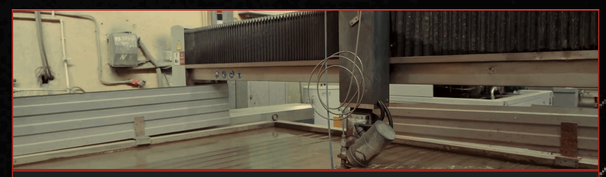
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ (ДЕФЕКТОСКОПИЯ)

- **1. Цветная и люминесцентная дефектоскопия (ПВК / ЛЮМ):** выявление поверхностных микротрещин I класса чувствительности по ГОСТ 18442 на линии «ЛЮМ1-ОВ».
- **2. Рентгенографический контроль (в кооперации):** обнаружение внутренних раковин, пор и усадочной рыхлоты в отливках лопаток и сварных швах по ГОСТ 7512.
- **3. Ультразвуковая дефектоскопия (УЗК):** контроль сплошности поковок дисков роторов, валов и толстостенных корпусных деталей ГТУ.

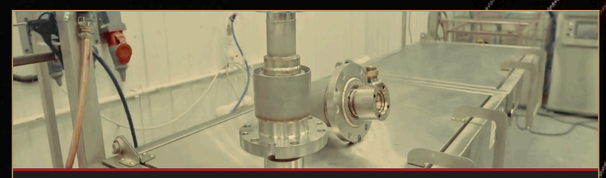
АТТЕСТОВАННЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ НК II–III УРОВНЯ



Роботизированное напыление ТЗП KUKA — APS / HVOF



Гидроабразивный раскрой плит с ЧПУ — БЕЗ ЗТВ



УЗ-очистка и линия ЛКК узлов форсунок — КОНТРОЛЬ НК

Гарантия эксплуатационной надёжности: Ни одна деталь не передаётся на склад готовой продукции без полного комплекта протоколов КИМ, заключений участка НК и сертификата качества.

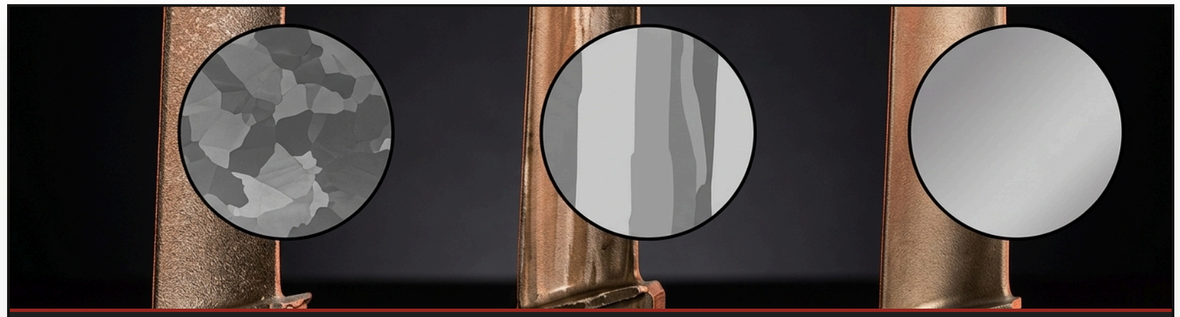
ГОСТ Р ИСО 9001–2015

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУКТУР ЛИТЬЯ, СЕРТИФИЦИРОВАННАЯ ШИХТА И РОБОТИЗИРОВАННОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ

КЛАССИФИКАЦИЯ ТОЧНОГО ЛИТЬЯ ДЕТАЛЕЙ ГОРЯЧЕГО ТРАКТА ГТД

РАВНООСНАЯ (РЛ), НАПРАВЛЕННАЯ (НК) И МОНОКРИСТАЛЬНАЯ (МОНО) СТРУКТУРА

КПД ГТД ДО +10% • РЕСУРС 40 000+ Ч



Макроструктура отливок лопаток ГТД: Равноосная (РЛ) • Направленная (НК) • Монокристалл (МОНО) — 3 ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ

ТИП КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	МАКРОСТРУКТУРА ЗЕРНА	ТЕМПЕРАТУРА	РЕСУРС И ЭФФЕКТ
Равноосная (РЛ)	Большое количество зёрен со случайной ориентацией	до 1000 °C	до 20 000 ч
Направленная (НК)	Столбчатые зёрна вдоль оси, границы минимизированы	до 1150 °C	до 30 000 ч
Монокристалл (МОНО)	Единый кристалл без границ зёрен (0 поперечных границ)	> 1150 °C	> 40 000 ч • +10% КПД ГТД

Инженерный вывод: Исключение поперечных границ зёрен при переходе от РЛ к НК и МОНО устраняет межзёренное разрушение при ползучести и термоусталости, повышая ресурс свыше **40 000 ч** и КПД ГТД до **+10%**.

СЫРЬЕВАЯ БАЗА И АТТЕСТОВАННЫЕ ПОСТАВЩИКИ РФ (100% ЛОКАЛИЗАЦИЯ)

ШИХТОВЫЕ ЗАГОТОВКИ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ И КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ГР. IV ГОСТ 8479–70



Шихта Ø18… ГОСТ 8479–70



Тигли и фильтры КЕРАМИКА

1. Шихтовые заготовки круглого сечения (Ø до 180 мм, L до 1000 мм):
Жаропрочные сплавы на никелевой и кобальтовой основе: **GTD–111, FSX–414, MAR–M–247, Inconel 718, ЖС–32, ВЖЛ–14, ВЖМ–15** и др. Контроль мех. свойств по **Гр. IV ГОСТ 8479-70**.
Поставщики: АО «Русполимет», НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ.

2. Вспомогательные и формовочные материалы:
Стержневые и модельные массы, готовое водное связующее, огнеупорные наполнители и модификаторы, плавильные тигли, керамические пенофильтры и абразивы.
Поставщики: ООО «Технокерамика», ООО «Технопарк», ООО «Хайтеч техникал керамикс», ООО «ВОЛЕКС АБРАЗИВ».

3. Входной спектральный и механический контроль ЦЗЛ:
100% плавок проходят оптико-эмиссионный контроль химсостава, вакуумный контроль газонасыщенности ([O_2], [N_2]) и испытания образцов-свидетелей на длительную прочность по **ГОСТ 8479-70**.

ЭТАПЫ 1–2 ЛИТЕЙНОГО ЦИКЛА • СТЕРЖНИ, ВОСКОВЫЕ МОДЕЛИ И КЕРАМИЧЕСКИЕ ФОРМЫ

ПРЕССЫ СТЕРЖНЕЙ И ВОСКОВ, ПЕЧИ «SOLAR» И РОБОТ-ЛИНИЯ VA-TECH

КОМПЛЕКС VA–TECH 40×15×10 М



Прессы «Фаворит П-1310К» и «MPI» — ПРЕССОВАНИЕ



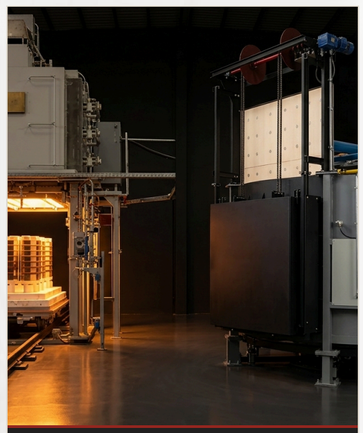
Печь с выкатным подом «Solar» — ОБЖИГ СТЕРЖНЕЙ



Робот-комплекс «Va-Tech» — 40×15×10 М



Бойлерклав «LBBC» — ПРОКАЛКА



Печь подогрева «Solar» — 6,5×6,5×3,5 М

ОБОРУДОВАНИЕ УЧАСТКА СТЕРЖНЕЙ И ФОРМ	ГАБАРИТЫ (Д×Ш×В, ММ)	ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАЗНАЧЕНИЕ В ЦИКЛЕ ЛИТЬЯ
Пресс гидравлический «Фаворит П-1310К»	2500 × 1000 × 2500	Запрессовка сложнопрофильных керамических стержней для лопаток **НК и МОНО**
Пресс гидравлический «MPI» (однопостовой)	2500 × 1000 × 2500	Запрессовка керамических стержней для отливок с **равноосной структурой (РЛ)**
Печь колпаковая эл. + Печь с выкатным подом «Solar»	5000 × 3000 × 4500	Высокотемпературный программный обжиг и спекание керамических стержней
Пресс гидравлический 2-постовой «MPI»	1500 × 5000 × 2000	Прессование восковых моделей лопаток со стержнями + рентген-контроль **FILIN CT-600**
Роботизированный комплекс «Va-Tech»	40000 × 15000 × 10000	Автоматическое послойное нанесение суспензии, обсыпка и сушка оболочковых форм
Бойлерклав «LBBC» + Прокалочная печь	4500×2000×2500 / 5000×2500×2500	Паровая вытопка модельной массы и высокотемпературная прокалка форм на выдвижном поде
Печь предварительного подогрева «SOLAR»	6500 × 6500 × 3500	Термостатирование керамических форм перед загрузкой в вакуумные плавильные печи

18

ВАКУУМНАЯ ПЛАВКА, ТЕРМООБРАБОТКА, 100% КОНТРОЛЬ ОТЛИВОК И ЧЕК-ЛИСТ ЗАКАЗЧИКА

ГОСТ Р 15.301–2016 • ГОСТ Р ИСО 9001–2015



УСТАНОВКА «ВИП-НК-Р-300» — НК И МОНО

ПЛАВКА НК И МОНОКРИСТАЛЛА — 10000×6000×4000 ММ

Установка «ВИП-НК-Р-300»

Вакуумная индукционная плавильно-заливочная установка для литья рабочих лопаток ТВД методом **направленной (НК) и монокристальной (МОНО)** кристаллизации с высоким градиентом.

РЕСУРС ЛОПАТОК СВЫШЕ 40 000 Ч • T > 1150 °C



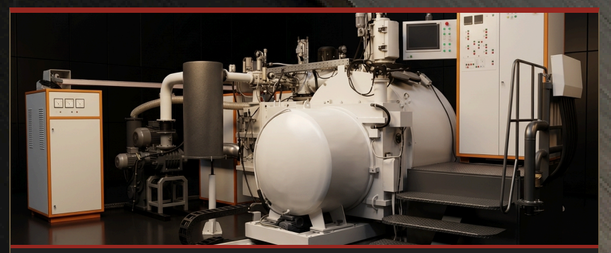
УСТАНОВКА «ВИПЭ-3Р» — ЛИТЬЁ РЛ

ПЛАВКА С ПОДОГРЕВОМ ФОРМ — 10000×6000×4000 ММ

Установка «ВИПЭ-3Р»

Однокамерная вакуумная плавильно-заливочная установка с блоком подогрева керамических форм для точного литья лопаток и сегментов с **равноосной структурой (РЛ)**.

СОПЛОВЫЕ АППАРАТЫ И РАБОЧИЕ ЛОПАТКИ РЛ



УСТАНОВКА «УППФ» — ВАКУУМНАЯ ПЛАВКА

ИНДУКЦИОННАЯ ВАКУУМНАЯ ПЛАВКА — 10^{-4}–10^{-5} TORR

Установка «УППФ»

Плавильно-заливочная вакуумная установка для высокочистой выплавки и заливки жаропрочных никелевых и кобальтовых суперсплавов без угара активных элементов (Al, Ti, Ta, Hf).

ЧИСТОТА ПО ГАЗАМ [O_2], [N_2] НА УРОВНЕ ВИАМ



ВАКУУМНАЯ ПЕЧЬ ВТО — 10000×10000×3500 ММ

ВАКУУМНАЯ ТЕРМООБРАБОТКА (ВТО) — 10000×10000×3500 ММ

Вакуумная печь ВТО отливок

Гомогенизация, закалка и старение отливок в глубоком вакууме, а также **восстановительная (регенерационная) ВТО** лопаток с наработкой 50 000+ ч (выделение γ'-фазы).

АТТЕСТОВАНО С АО «НПО ЦКТИ» (№127/8908)

ЭТАПЫ 4–5 • ВЫБИВКА, ФИНИШ, ТОМОГРАФИЯ И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

ПАРК РЕНТГЕН-ТОМОГРАФИИ, 3D-МЕТРОЛОГИИ ATOS, ЛЮМ1-ОВ И ФИНИША

100% КОНТРОЛЬ



Рентген-томограф «FILIN CT-600» (3,5×1,... — КТ ВОСКОВ И СТЕРЖНЕЙ



3D-сканер «ATOS» и РК «Isovolt 320 кВ» (в коопер... — 3D КИМ + РК



Линия «ЛЮМ1-ОВ» (2,5×1,5×2,0 м) и мех. испытания — ЛЮМ + ЦЗЛ



Станки «СИ-400», «ПСМ 8Г240», пневмомоло... — ОТРЕЗКА И ФИНИШ

Полная комплектация финиша и ЦЗЛ: гидроструйная очистка (1500×1500×2000), пневмомолот выбивки керамики (1500×1500×2500), отрезные станки **СИ-400** (2500×2500×2500) и **ПСМ 8Г240**, ленточно-шлифовальный станок (1500×1500×1000), виброгалтовка **ОТЕС** (2000×2000×1200) и комплекс лабораторного оборудования для контроля физико-механических свойств.

ПАМЯТКА ГЛАВНОМУ ИНЖЕНЕРУ И СЛУЖБЕ ГЛАВНОГО МЕХАНИКА ЗАКАЗЧИКА

6 РЕШАЮЩИХ АРГУМЕНТОВ ПРИ ВЫБОРЕ ПОДРЯДЧИКА ПО РЕМОНТУ И ЗИП ГТУ

ЧЕК-ЛИСТ ТЕХ. АУДИТА

1. Все 3 вида литья (РЛ, НК и МОНО)

Наличие собственных вакуумных печей **ВИП-НК-Р-300, ВИПЭ-3Р и УППФ** позволяет отливать как сопловые сегменты РЛ (до 1000 °C), так и рабочие лопатки НК (1150 °C) и МОНО (>1150 °C, ресурс **40 000+ ч**, КПД ГТД до **+10%**).

2. Шихта ВИАМ и «Русполимет» (ГОСТ 8479-70)

Исключён риск применения вторсырья: плавка ведётся из сертифицированной круглой шихты **НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ и АО «Русполимет»** (Гр. IV ГОСТ 8479-70) для сплавов GTD-111, FSX-414, MAR-M-247, ЖС-32, ВЖЛ-14.

3. Двойной рентген-контроль каналов охлаждения

Томограф **FILIN CT-600** проверяет положение стержня ещё в восковой модели, а рентгенографический контроль **Isovolt 320 кВ (в кооперации)** и линия **ЛЮМ1-ОВ** аттестуют 100% готовых отливок.

4. Продление ресурса ВТО с заключением ЦКТИ

Крупногабаритная **вакуумная печь ВТО (10×10×3,5 м)** обеспечивает регенерационную термообработку лопаток с наработкой 50 000+ ч и официальное продление ресурса на **+24 000 ч** (Заключение ЦКТИ №127/8908).

5. Посадка «в ротор без доработки» на КС

Сочетание робота **Va-Tech**, глубинного шлифования ёлочных хвостовиков (IT5–IT6), оптического 3D-сканера **GOM ATOS**, моментной развесовки и контрольной сборки кольца 360° гарантирует монтаж на КС без подгонки.

6. Полный пакет РКД и паспортов по ГОСТ Р 15.301

Заказчик получает прозрачное досье на каждую партию: сертификат плавки и мех. свойств ЦЗЛ, карту томографии и РК, протокол ЛЮМ1-ОВ, цветовую 3D-карту обмера **ATOS** и паспорт качества по ГОСТ Р 15.301-2016.

Приглашаем главных инженеров на технический аудит: все печи и стенды НК открыты для очной верификации комиссией Заказчика.

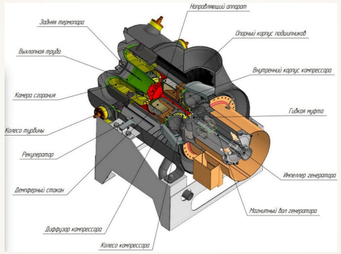
100% ПРОЗРАЧНОСТЬ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ КТО И ЛОКАЛИЗАЦИЯ МТУ CAPSTONE C65 (65 КВТ) В 3 ЭТАПА

МОДУЛИ ДК ТГ, ИМПЕЛЛЕРЫ ЦБК И МИКРОТУРБИНА CAPSTONE C65

3 ЭТАПА • КД И ТД 70%

КТО выполняет проекты производства сложных составных узлов по ТЗ Заказчика (модули ДК ТГ, центробежные колёса) и программу **разработки МТУ Capstone C65 (65 кВт) и ЗИП к ней в 3 этапа**: **Этап I** — силовая часть модуля (КД на холодную/горячую часть, горелки и генератор; 70% ТД; испытания газовоздушных подшипников совместно с **Институтом энергетики СПбПУ**); **Этап II** — **сменное рабочее колесо турбины на шпильке** (вместо сварки), рекуператор, КС и корпус; **Этап III** — отечественный генератор, АКБ и САУ.



3D-проект узла по ТЗ — КТО • NX



Роторные детали ЧПУ — ОП «ЕЭЭО»



Центробежные колёса — 5-AXIS • Ra 0,4



Рекуператор МТУ C65 — ЭТАП I • СПБПУ



Сменное РК турбины C65 — НА ШПИЛЬКЕ



МТУ Capstone C65 в ... — ЭТАП III • 65 КВТ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КООПЕРАЦИЯ С ВЕДУЩИМИ ОТРАСЛЕВЫМИ ИНСТИТУТАМИ (Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

АО «НПО ЦКТИ им. И.И. Ползунова»
Головной институт энергомашиностроения: металлографическая экспертиза (заключение №127/8908 от 12.12.2025 по лопаткам MS5002E на +24 000 ч), испытания сплавов и аттестация РКД.

Институт энергетики СПбПУ Петра Великого
Совместные стендовые испытания лепестковых газовоздушных подшипников микротурбины Capstone C65, оптимизация 3D-аэродинамики ступеней ОК и турбин ГПА.

ПОДТВЕРЖДЁННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЁЖНОСТЬ

ОПЫТ ПОСТАВОК И ОТЗЫВЫ КЛЮЧЕВЫХ ЗАКАЗЧИКОВ ТЭК

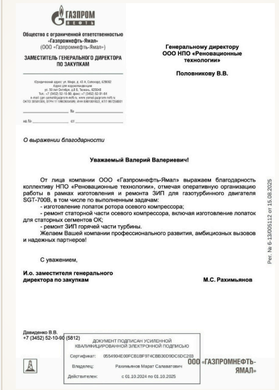
ПОДТВЕРЖДЕНО ЦКТИ И ЗАКАЗЧИКАМИ

ЗАКАЗЧИК / НАПРАВЛЕНИЕ	ТИП ГТУ / ОБОРУДОВАНИЕ	ОБЪЁМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ И ПОСТАВОК	РЕЗУЛЬТАТ / ДОКУМЕНТ
ООО «Газпромнефть-Ямал»	ГТУ MS5002E (50 000+ ч)	Восстановление СА и рабочих лопаток I–II ст. ТВД (ВТО), ремонт жаровых труб и патрубков с ТЗП	Заключение ЦКТИ №127/8908 (+24 000 ч)
ООО «Газпромнефть-Ямал» / ТЭЦ	Siemens SGT-700, SGT-800, Taurus 60	Изготовление 100% новой кольцевой КС SGT-700, ремонт КС SGT-800 и Taurus 60, лопатки ТВД и горелки	Положительный отзыв
Газотранспортные предприятия	ГТК-25И / ГТНР-25И, ГТК-10И	Ремонт СА ТВД ГТК-25И (сборка 360° кольца), сегментов ТВД ГТК-25И с керамическим ТЗП (–80…120 °С)	Продление ресурса
Компрессорные станции (парк >600 ГПА)	ГТУ ГТК-10-4 (10 → 12,15 МВт)	Поворот НА4 на 3° (апробировано на 10 ГПА), диски из ЭИ698ВД, модернизация вставки и рост КПД до 30,5%	Ресурс до 25 / 100 тыс. ч
Предприятия генерации и газотранспорта	ТНМ-1203, GE10-1 / PGT-10, MS5002E	Серийная поставка лопаток ОК и ТВД, дисков, жаровых труб, переходных патрубков и выдвижных свечей зажигания Ex d	Серийная эксплуатация
Объекты автономной генерации (с СПбПУ)	МТУ Capstone C65 (65 кВт)	3 этапа локализации: силовая часть и газовые подшипники, сменное РК турбины на шпильке, САУ и электроника	Локализация в РФ

100% ПАСПОРТ
Индивидуальный 3D-протокол КИМ и сертификат металла на каждую деталь

24 000 – 32 000 Ч
Назначенный межремонтный ресурс деталей и узлов горячего тракта

БЕЗ ДОРАБОТКИ
Полная геометрическая взаимозаменяемость при монтаже на площадке КС


ГАЗПРОМ НЕФТЬ

Обществу с ограниченной ответственностью «Газпромнефть-Ямал» (ООО «Газпромнефть-Ямал»)

ЗАМЕСТИТЕЛЮ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ПО ЗАКУПКАМ

Генеральному директору ООО НПО «Реновационные технологии»

Половинкину В.В.

О выражении благодарности

Уважаемый Валерий Валериевич!

От лица компании ООО «Газпромнефть-Ямал» выражаем благодарность коллективу НПО «Реновационные технологии», отмечая оперативную организацию работы по ремонту, восстановлению и ремонта ЗИП для газотурбинного двигателя SGT-700, этапа «Восстановление» и в том числе задач:
- изготовление лопаток ротора осевого компрессора;
- ремонт статорной части осевого компрессора, включая изготовление лопаток для статорных сегментов ОК;
- ремонт ЗИП горячей части турбины.
Желаем Вашей компании профессионального развития, амбициозных вызовов и надежных партнеров!

С уважением,

И.о. заместителя генерального директора по закупкам — М.С. Рахимьянов

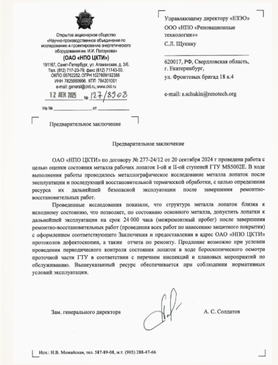
Денисенко В.В.
+7 (3452) 52-10-00 (5812)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 85549E0E0FCB53F1FAC8E0D0C5D3CDD1
Владелец: Рахимьянов Марат Салимзянович
Действителен: с 01.10.2024 по 01.10.2025

ООО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ЯМАЛ»

Рег. № 6-12050122-Г от 15.09.2025

Отзыв «Газпром... — ЭКСПЛУАТАЦИЯ


Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический энергетический институт имени И.И. Ползунова» (ОАО «НПО ЦКТИ»)

191167, Санкт-Петербург, ул. Атаманская, д. 3/6, тел. (812) 717-24-76, факс (812) 717-65-20, ОКПО 07519286, ОГРН 1027810231298, ИНН/КПП 7826000016/784201001, e-mail: glavnii@ckti.ru, www.ckti.ru

12 ИЮН 2025 № 127/8908

На № _____ от _____

Управляющему директору «ЕЭЭО» ООО «НПО «Реновационные технологии» С.П. Щукину

620017, РФ, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Фронтовых бригад 18 к.4

e-mail: s.schukin@renotech.org

Предварительное заключение

Предварительное заключение

ОАО «НПО ЦКТИ» по договору № 277-24/12 от 20 сентября 2024 г проводила работа с целью оценки состояния металла рабочих лопаток I-ой и II-ой ступеней ГТУ MS5002E. В ходе выполнения работы проводилось металлографическое исследование металла лопаток после эксплуатации и последующей восстановительной термической обработки, с целью определения ресурса их дальнейшей безопасной эксплуатации после завершения ремонтно-восстановительных работ.

Проведенные исследования показали, что структура металла лопаток близка к исходному состоянию, что позволяет, по состоянию основного металла, допустить лопатки к дальнейшей эксплуатации на срок 24 000 часа (межремонтный пробег) после завершения ремонтно-восстановительных работ (проведения всех работ по нанесению защитного покрытия) с оформлением соответствующего Заключения и предоставлением в адрес ОАО «НПО ЦКТИ» произошедших дефектоскопии, а также отчета по ремонту. Продление возможно при условии проведения периодического контроля состояния лопаток в ходе борескопического осмотра проточной части ГТУ в соответствии с перечнем инспекций и плановых мероприятий по обслуживанию. Выработанный ресурс обеспечивается при соблюдении нормативных условий эксплуатации.

Зам. генерального директора — А. С. Солдатов

Исп.: И.В. Моисейчик, тел. 347-89-68, м.т. (903) 288-47-66

Заключение... — ДОПУСК +24 000 Ч

РЕЗЮМЕ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ

«Поставляемые ООО НПО „Реновационные технологии“ сборочные единицы и детали горячего тракта изготавливаются в строгом соответствии с ГОСТ Р 15.301-2016, монтируются в штатные посадочные места без слесарной доработки на площадке КС/ТЭЦ, выдерживают расчётные тепловые и вибрационные нагрузки и обеспечивают бесперебойную работу газотурбинных агрегатов».

ОРИГИНАЛЫ ПРОТОКОЛОВ ПО ЗАПРОСУ — 100% ВЕРИФИКАЦИЯ

ГОЛОВНОЙ ОФИС И ДИРЕКЦИЯ • Г. МОСКВА

ИНН 7701913185

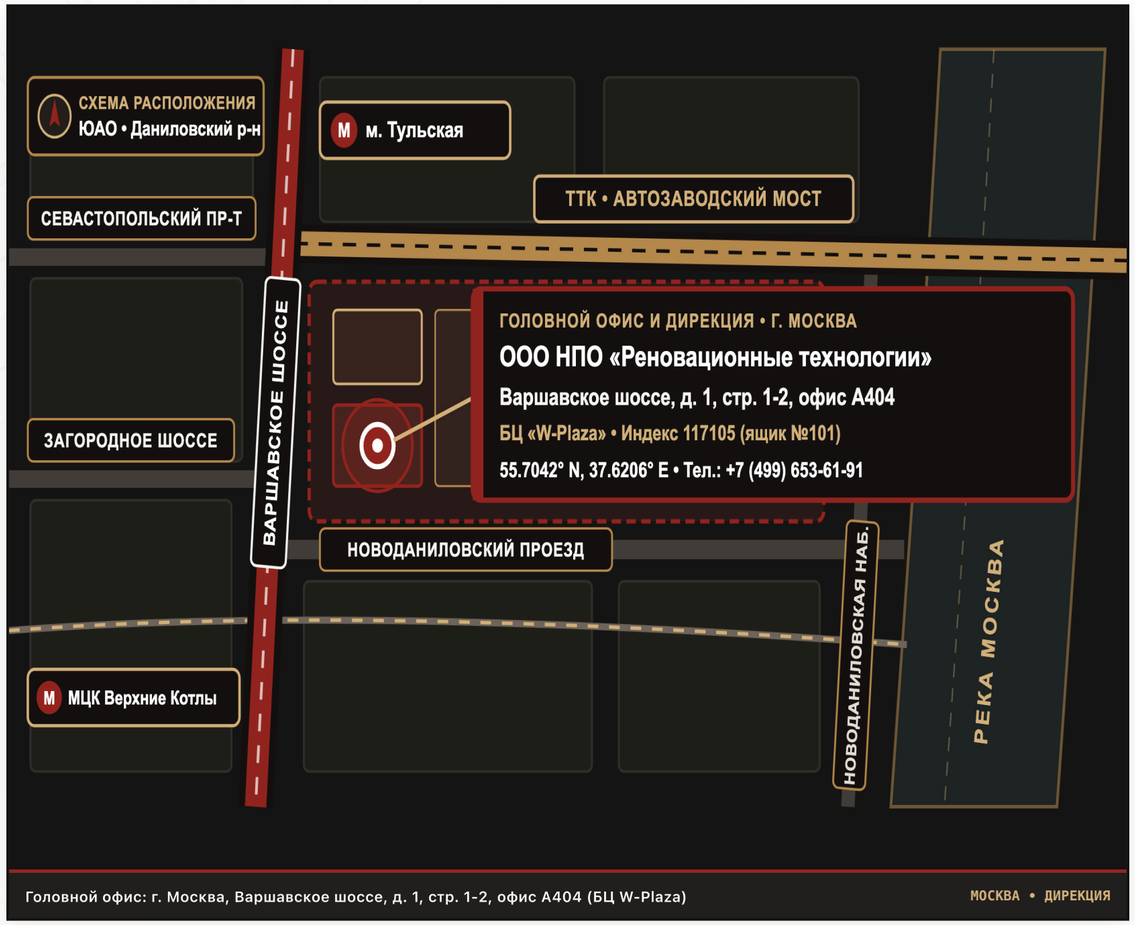
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС ООО НПО «РЕНОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ЮРИДИЧЕСКИЙ И ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:
117105, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 1, стр. 1-2, офис А404 (ящик №101 для корреспонденции)
Генеральный директор: Половников В. В. • Зам. гендиректора: Гусев В. О. • Главный бухгалтер: Зеркова Н. В.

ТЕЛЕФОН / ЭЛ. ПОЧТА:
+7 (499) 653-61-91
info@renotech.org
https://renotech.org

Договорной и тендерный департамент:
Работа на федеральных ЭТП (ТЭК-Торг и др.), приём ТЗ и заявок на изготовление и ремонт ЗИП ГТУ.

Реквизиты компании:
ИНН 7701913185 • КПП 772601001
ОГРН 1117746251116 (от 04.04.2011)



Головной офис: г. Москва, Варшавское шоссе, д. 1, стр. 1-2, офис А404 (БЦ W-Plaza) — МОСКВА • ДИРЕКЦИЯ

ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ «ЕЗЭО» • Г. ЕКАТЕРИНБУРГ

КПП 668645001

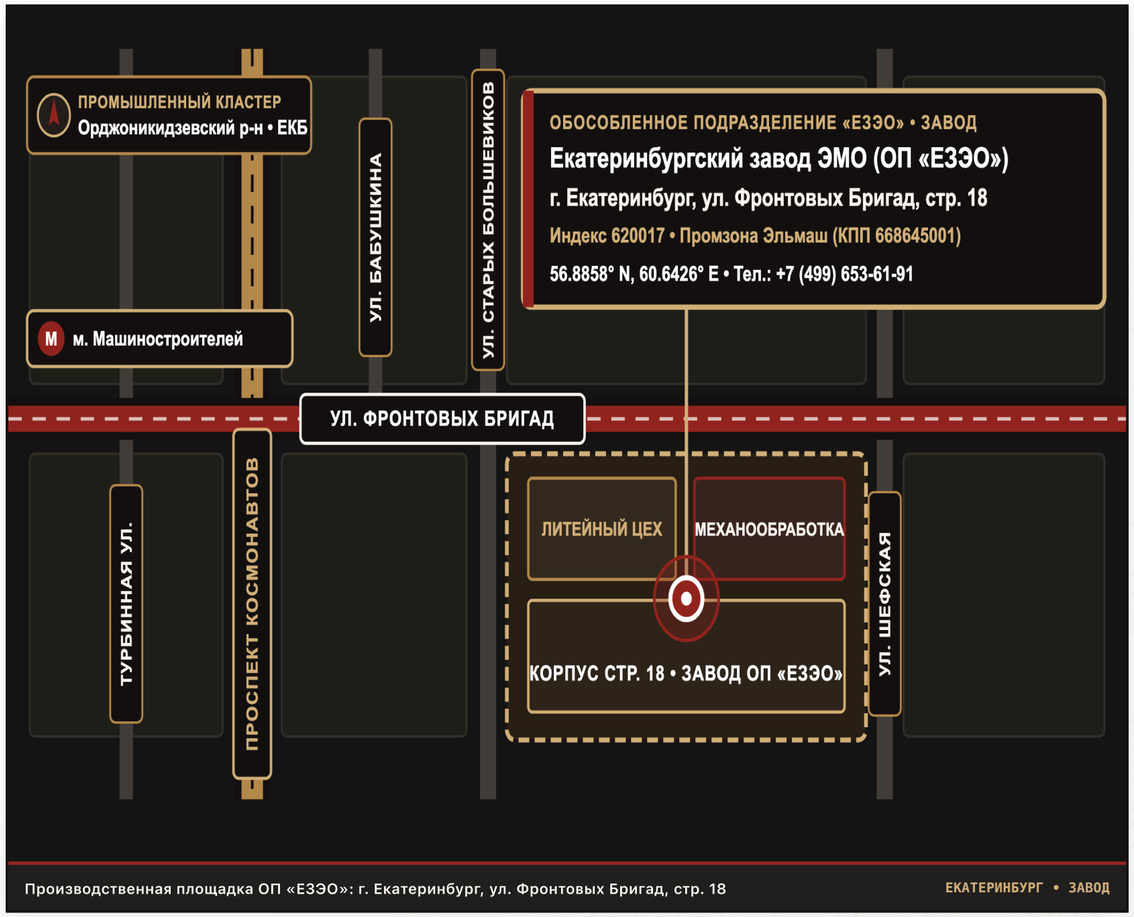
ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ «ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ ЗАВОД ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

АДРЕС ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДКИ:
620017, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Фронтовых Бригад, стр. 18
Управляющий директор: Щукин С. Л. • Технический директор: Пермяков Е. А.

СВЯЗЬ С ЗАВОДОМ И КТО:
+7 (499) 653-61-91
info@renotech.org
hr@renotech.org (кадры)

Руководство завода ОП «ЕЗЭО»:
Главный конструктор: Андрияш И. А. • Коммерческий директор: Половников А. В. • Начальник производства: Решетник Э. В. • Главный технолог: Попов В. Г.

Специализация площадки:
ОКВЭД 25.61 • ГОСТ Р 15.301-2016
ГОСТ Р ИСО 9001-2015



Производственная площадка ОП «ЕЗЭО»: г. Екатеринбург, ул. Фронтовых Бригад, стр. 18 — ЕКАТЕРИНБУРГ • ЗАВОД

РЕГЛАМЕНТ РАБОТЫ С ТЕХНИЧЕСКИМИ И ЗАКУПОЧНЫМИ СЛУЖБАМИ ЗАКАЗЧИКА

ПОЛНАЯ ГОТОВНОСТЬ К УЧАСТИЮ В КОНКУРЕНТНЫХ ПРОЦЕДУРАХ И ВЫЕЗДНОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ ГПА

1. Выезд бригады КТО:
Оперативный выезд инженеров с лазерным 3D-сканером и спектрометром на КС/ТЭЦ Заказчика во время ППР.

2. Постановка по ГОСТ Р 15.301:
Разработка РКД, согласование ТУ, изготовление установочной серии и квалификационные испытания с участием ЦКТИ.

3. Технический аудит ОП «ЕЗЭО»:
Приглашаем главных инженеров и специалистов служб эксплуатации посетить завод в г. Екатеринбурге (ул. Фронтовых Бригад, стр. 18).

QR-КОД 01
САЙТ
Официальный портал ООО НПО «Реновационные технологии»
renotech.org

QR-КОД 02
КАТАЛОГ ЗИП
Номенклатурный каталог продукции и презентационные материалы
20 ПОЛОС • 2026