

**НАЗЕМНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ, АЭРОПРИЗВОДНЫЕ
ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ
ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ ДЛЯ ГАЗОВЫХ ТУРБИН**

**ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВА
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ
ЗАРУБЕЖНЫХ ГТУ**

ООО «Импекс-1» совместно со специалистами ООО «Турбодизельмаш» занимается вопросами производства узлов и деталей газотурбинных двигателей для энергетики, газоперекачки и авиации. Специалисты компании имеют многолетний опыт постановки на производство узлов и деталей Авиационных и наземных ГТУ, спроектированных ведущими зарубежными разработчиками газотурбинных двигателей таких как: GE, Pratt & Whitney, Siemens, Alstom и других.

На основании опыта постановки на производство узлов и деталей двигателей российских, европейских и американских разработчиков, имеется технологическая экспертиза, позволяющая наиболее быстро и эффективно осваивать производство сложных компонентов горячей части самых современных двигателей, в том числе авиационных.

Устойчивые связи с предприятиями в Китае, Арабских странах и странах Евросоюза, позволяют оперативно осуществлять освоение производства деталей газотурбинных двигателей.

ООО «Турбодизельмаш» осуществляет тесное сотрудничество с научно-исследовательскими институтами и производственными компаниями в России.

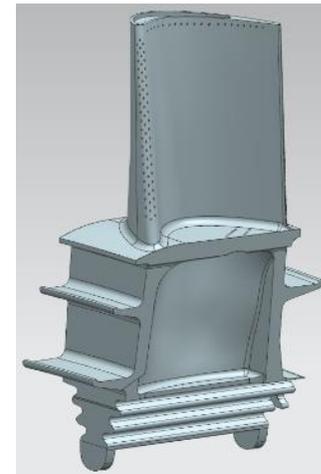
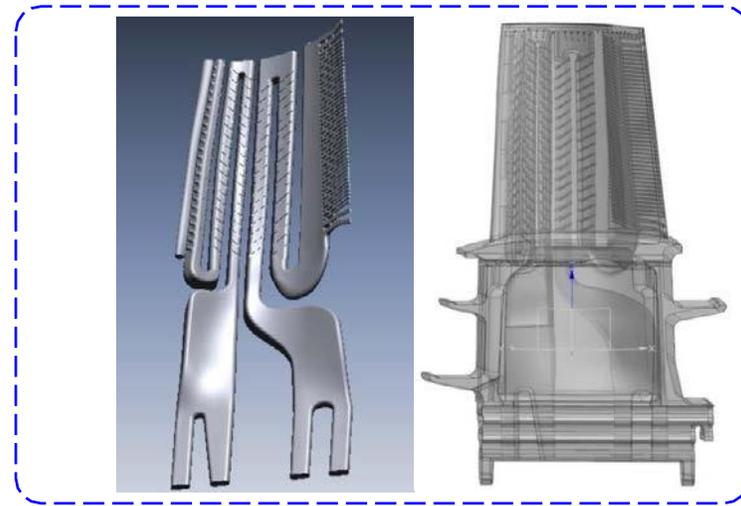
В Китае нашим производственно-технологическим партнером является компания Institute of Novel Metals and Applied Technologies Co., Ltd. (INMAT).

ООО «Импекс-1» в настоящее время проводит работы совместно с компаниями партнерами в Китае по обратному инжинирингу и освоению производства деталей горячей части для ГТУ типа GE 9FA, LM6000PF, LM2500 в сотрудничестве с:

- Академией материалов, JITRI, INMAT, Национальной лабораторией материалов (National Materials Lab)
- Институтом инженерной теплофизики Академии наук Китая (Institute of Engineering Thermophysics)
- Институтом исследований металлов

В настоящее время работы ведутся по двум основным направлениям:

- Разработка и производство эквивалентных деталей горячей части для ГТУ основных западных разработчиков.
- Ремонт и производство комплектных ГТУ аналогов ГТУ разработки компании General Electric LM2500+G4 SAC/DLE.



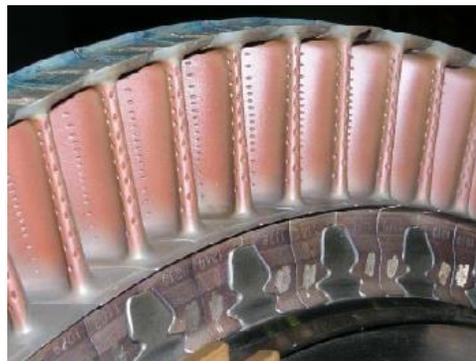
长三角先进材料研究院
Materials Academy, JITRI

INMAT основан в 2017 году на основе Научно-исследовательского университета промышленных технологий и специализируется на производстве заготовок и деталей из суперсплавов, включая турбинные колеса, рабочие и сопловые лопатки турбин высокого и низкого давления. Производственная площадка расположена в провинции Сучжоу, с развитой цепочкой поставок и крупными международными транспортными узлами (Шанхайский аэропорт PVG и морской порт Яншань).

Научно-производственная команда имеет большой опыт работы по разработке и постановке на производство компонентов газовых турбин разработанных основными производителям газовых турбин авиационного и наземного применения (**Rolls-Royce, General Electric, Siemens, Solar, Safran, Мотор Сич** и др.).



Административный корпус



Производственный корпус

INMAT имеет устойчивые деловые связи с крупными поставщиками/партнерами имеющими технологические возможности производства деталей по разработанной технической документации:

- Заготовок и деталей из сталей и сплавов на основе никеля
- Отливки для производства - рабочие и сопловые лопатки турбин
- Отливки для производства корпусных деталей турбин
- Заготовок и поковок лопаток для компрессоров
- Поковок изготавливаемых в закрытых штампах для корпусов, раскатных колец и корпусов
- Механической обработки всех типов деталей для турбин
- Специальных процессы (HIP/HT, NDT, X-Ray, покрытия и т. д.)
- Ремонта компонентов газовых турбин

Основные заказчики-компании, обслуживающие оборудование производства компаний:

Siemens, Rolls-Royce, GE, Shanghai Electric, Ansaldo, Harbin Turbines, Dongfang Turbines, Hangzhou Steam Turbines, Mitsubishi, etc.

Высокотехнологичное производство отливок методом литья по выплавляемым моделям с самым современным оборудованием:

50 тонный пресс для запрессовки моделей на основе искусственных восков

50 тонный пресс для изготовления керамических стержней

Автоматизированная линия нанесения огнеупорного покрытия на водных связующих

Печи для высокотемпературного обжига керамических стержней и прокалики керамических форм

Плавильные вакуумные печи – (EQ отливки) and (DS/SC отливки) на производственной площадке института, все виды неразрушающего контроля - X-ray и FPI контроль, контроль геометрии CMM, (Zeiss), другое лабораторное оборудование



**Wax and ceramic
core injection presses**



**Automated ceramic
shell line**



**Vacuum induction
melting EQ furnace**



**Directional solidification
furnace (ВИП-НКУ)**

Получение керамических стержней

- Керамические стержни на основе электрокорунда и плавленного кварца с возможностью обжига до 1550 С
- Полный цикл изготовления стержней
- Запатентованное оборудование и процесс выщелачивания керамических стержней



Изготовление керамических оболочек

- использование электрокорунда и кремнезольного водного связующего
- высокая прочность керамической оболочки, обеспечивающая получения отливок с EQ, DS и SC структурой с минимально возможным количеством дефектов

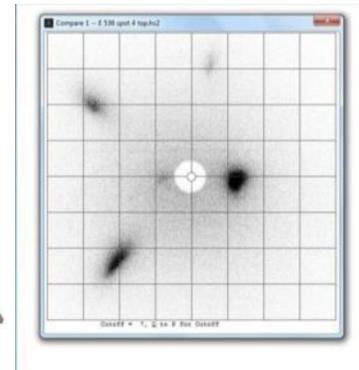


Получение отливок

- Вакуумное плавильное оборудование с использованием индукционной плавки
- Применение Ni-W затравок собственного производства и метода LMC при получении отливок DS/SX структурой.

Контроль качества

- Сертифицированные лаборатории в соответствии с требованиями NadCap
- Специалисты по неразрушающим методам контроля 3 уровня
- Контроль геометрических параметров отливок на КИМ, ATOS



Литейный завод имеет возможности для производства больших отливок лопаток, а также возможности по производству сплавов с использованием печей типа VIM, VAR и ESR.

Имеются возможности по изготовлению первой и второй ступеней отливок лопаток для ГТУ большой мощности класса F имеющих монокристаллическую или направленную структуру.

В INMAT в рамках национальной программы по локализации производства запасных частей для жизненно важного энергетического оборудования в 2018-2020 годах были разработаны и изготовлены рабочие лопатки первой и второй ступени газовой турбины General Electric PG9351FA.



Литейный завод обеспечивает

- разработку сквозных технологических процессов;
- имеет возможности для производства больших отливок лопаток, а также возможности по проектированию и изготовлению оснастки, производству керамических стержней;
- изготавливает восковые модели, керамические формы и
- Отливки могут быть изготовлены в специальных плавильных печах, обеспечивающих получение равноосной (EQ), направленной (DS) и монокристаллической (SC) структур;

Имеются возможности по проведению всех видов механической обработки и нанесения покрытий

- Алитирование;
- MCrAlY (технологии HVOF и ионно-плазменного наложения);
- MCrAlY (HVOF & Ion-Plasma Overlay technologies)
- EB-PVD.



Вакуумная печь Bridgman

Экспертная технологическая группа проекта в России

- Основой экспертной группы являются специалисты ООО «Турбодизельмаш», имеющие многолетний опыт освоения производства деталей ГТД, разработки РКД, включая разработку чертежей, матмоделей и технических требований для элементов горячей части ГТД.
- Имеется опыт постановки на производство деталей для наземных ГТУ и авиационных ГТД. При непосредственном участии директора ООО «Турбодизельмаш» Сергея Покровского и с участием специалистов компаний из США и Франции было освоено производство большого количества узлов и деталей для газовых турбин разработки General Electric, Safran (Snecma) и Siemens. Основные программы для наземных ГТУ - рабочие и сопловые лопатки GE MS5001, MS5002, MS6001B, Siemens W501A (SGT6-3000E), Pratt & Whitney FT8.
- Экспертная группа работает над проектами по технологической подготовке производства, разработке оснастки и согласования требований РКД, технологических карт и планов контроля качества при производстве деталей горячей части ГТУ.
- Специалисты имеют необходимую квалификацию и работают в тесном контакте со специалистами и технологами при производстве деталей, тем самым обеспечивая быстрое и качественное освоение серийного производства деталей горячей части газовых турбин.
- Работы по освоению производства деталей горячей части ГТУ проводились как в рамках освоения производства деталей компаний разработчиков (General Electric), так и в рамках компаний, не являющихся разработчиками оригинальных деталей (Cromalloy-Belac, Wencor, Triax, Dynamic Turbine). Многие работы по освоению производства деталей горячей части ГТУ проводились без участия разработчиков, начиная от получения образцов деталей и заканчивая освоением производства готовых деталей.

Экспертная технологическая группа проекта КНР

Специалисты нашего технологического партнера INMAT, работающие над проектами, имеют опыт освоения и производства лопаток больших газовых турбин в компании Shanghai Electric - подрядчика компаний Siemens/Ansaldo в Китае (опыт работы с отливками для ГТУ AE94.3A), опыт работы по освоению и производству отливок лопаток для ГТУ GE PG9351FA .

Руководство компании имеет многолетний опыт работы в компании Rolls-Royce в производстве элементов горячей части ГТД.

Главный научный сотрудник – профессор Цзянь Чжан

- Доктор технических наук, Университет Брунеля, Англия
- Научный сотрудник, Эрланген-Нюрнбергский университет, Германия
- Инженер-разработчик, Doncasters Precision Castings GmbH, Бохум, Германия



AE94.3A

Формат 4 σ

В INMAT в рамках национальной программы по локализации производства запасных частей для жизненно важного энергетического оборудования в 2018-2020 годах были разработаны и изготовлены рабочие лопатки первой и второй ступени газовой турбины General Electric PG9351FA.

В 2021 году лопатки были изготовлены и поставлены заказчику. Изготовленные образцы лопаток прошли все виды лабораторных испытаний, в том числе на многоцикловую и малоцикловую усталость.

Лопатки были установлены в газовой турбине GE PG9351FA и успешно работают. В настоящее время наработка лопаток составляет более 12 000 часов.



Внешний вид керамического стержня и лопатки первой ступени ГТУ GE 9FA. Сплав GTD111DS

- ❑ Лаборатория института JITRI является одним из крупнейших испытательных центров Китая.
- ❑ Имеет сертификат ISO9001: 2015, аттестована на все литейных и деформируемых сплавов и деталей из них (рабочие направляющие лопатки, диски колеса и другие).
- ❑ Сертификат американской компании NADCAP для испытаний материалов
- ❑ Сертификат по CNAS-CL01 и ISO/IEC17025:2005.
- ❑ Все виды механических испытаний при различных температурах, (растяжение, усталость, удар).

