



27-30 JAN

2026

Moscow, Russia

RUPLASTICA

12+



Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

«Аддитивные технологии на основе металлопорошковых композиций из жаропрочных сплавов для изготовления деталей энергетических газотурбинных установок»

Директор НОЦ «Инновационный центр аддитивного производства»

Владислав Фунтиков

К.т.н., Заведующий отделом Э2-3 НИИ Энергомашиностроения

Константин Орлов



Цель работы



Цель работы

Выполнение исследования по обоснованию возможности изготовления деталей с применением аддитивных технологий (АТ) в энергетическом комплексе при выполнении ремонта и изготовлении деталей энергетических ГТУ и деталей вспомогательного оборудования

Назначение работы

Материалы будут использованы при разработке «Концепции экономически обоснованного применения аддитивных технологий с использованием металлопорошковых композиций из жаропрочных и жаростойких сплавов в энергетическом комплексе для выполнения ремонта и изготовления деталей газотурбинных установок и деталей вспомогательного оборудования».

Объекты и область исследования



Объекты исследования

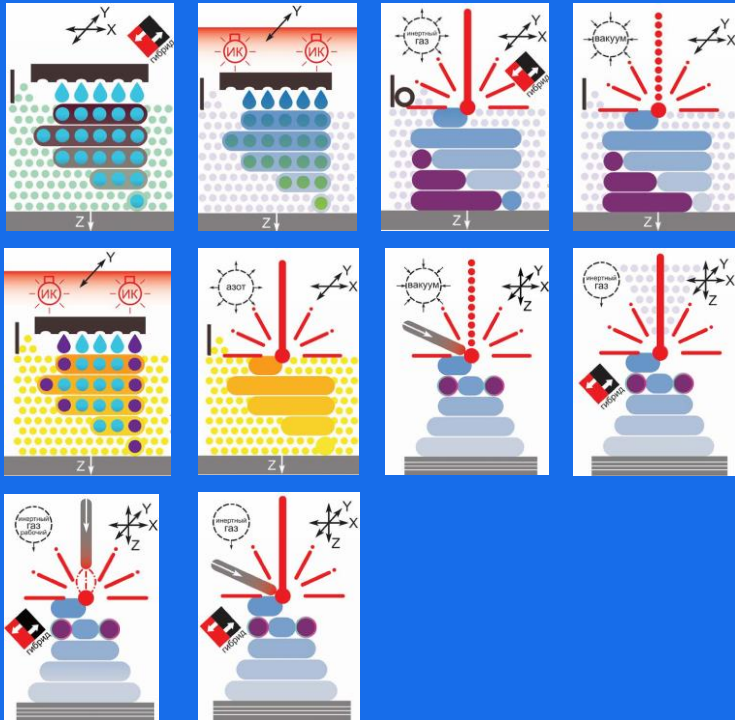
Энергетические ГТУ производства компании Siemens:

- SGT5-2000E (ГТЭ-160)
- SGT5-4000F
- SGT-800

Область исследований

- АТ с использованием металлопорошковых композиций из жаропрочных и жаростойких сплавов
- энергетические ГТУ
- ремонт и изготовление деталей ГТУ и вспомогательного оборудования
- вопросы экономики

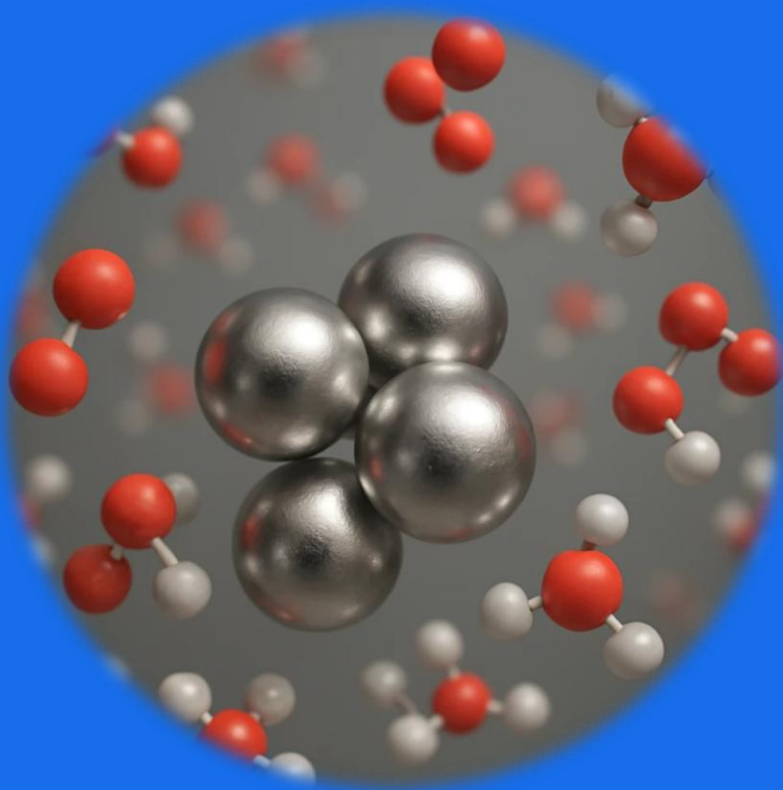
АТ для печати металлом



Также рассмотрены АТ

- DMP — прямая металлургическая печать (Direct Metal Printing)
- LMF — металлическое лазерное спекание (Laser Metal Fusion)
- EBAM — электронно-лучевая плавка (Electron Beam Additive Manufacturing)
- DMLS — прямое лазерное спекание металла (Direct Metal Laser Sintering)
- DLD — прямое лазерное выращивание (Direct Laser Deposition)
- LENS — лазерное формование порошка (Laser Engineered Net Shaping)
- DMT — прямая обработка металла (Direct Metal Tooling)

Существующие на рынке отечественные металлопорошковых композиций для аддитивных технологий



Отечественные производители жаропрочных и жаростойких сплавов

- АО «Полема»
- ФГУП «ВИАМ»
- ООО «Гранком»
- ООО «ОЗ Микрон»
- ООО «Сфера-м»
- АО «Композит»
- ОАО «ВИЛС»
- ПАО «Ашинский металлургический завод»
- АО «Ступинская металлургическая компания»

Существующие на рынке зарубежные металлопорошковых композиций для аддитивных технологий



Мировые производители жаропрочных и жаростойких сплавов

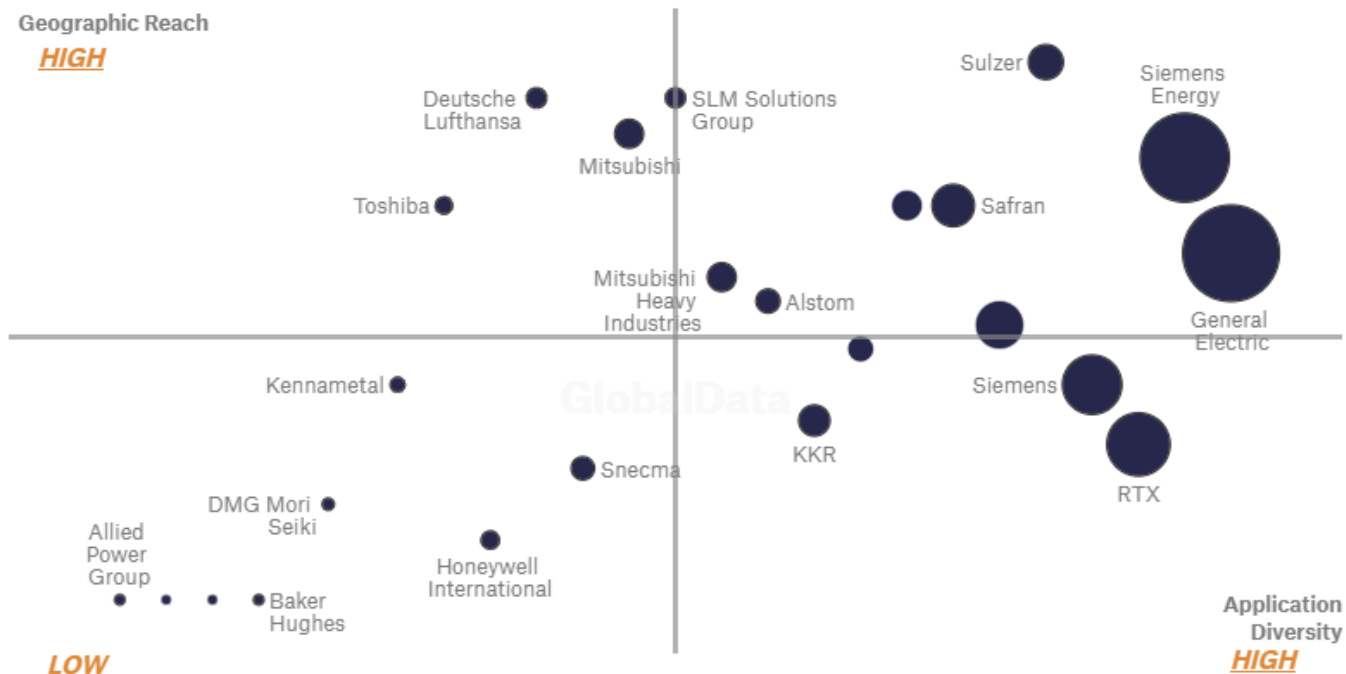
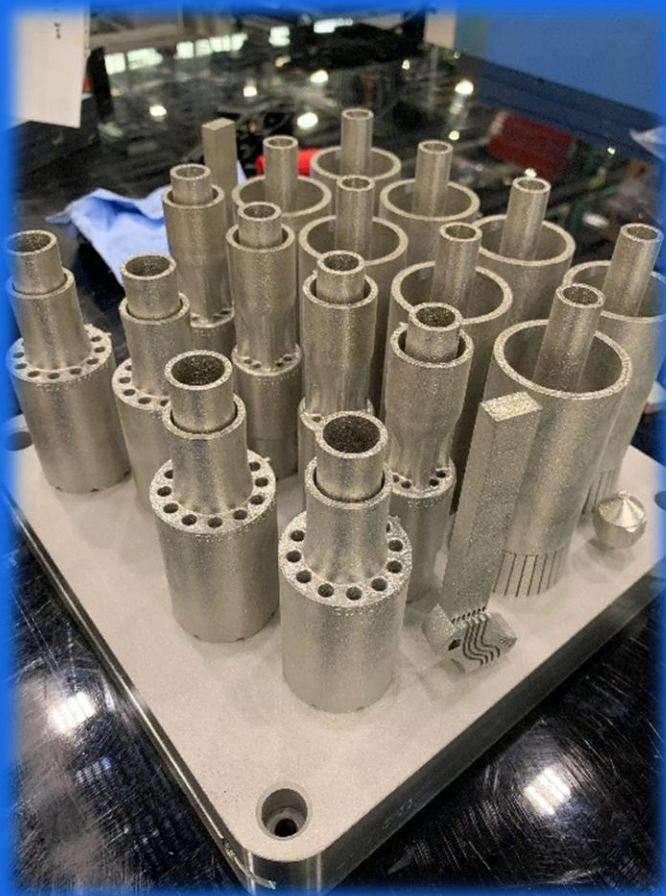
В силу сложных экономических отношений с западными поставщиками, на текущий момент основные поставки приходятся на КНР, качество порошка которого постоянно растет и по стоимости ниже, чем у европейских и даже отечественных производителей.

- Avimetal AM
- BLT
- Farsoon
- Yinna Technology
- Zhejiang YaTong Advanced Materials
- ZTT Group
- Sandvik
- VMP
- ACME
- E-Plus-3D
- Sino-Euro
- Hoganas China
- Truer
- EOS GmbH
- NikonSImSolutions
- 3D-Systems
- Carpenter Additive
- AP&C
- Deutsche Edelstahlwerke
- IMR
- INDO-MIM
- M4p
- Metalpine
- Oerlikon AM
- Praxair Surface Technologies
- Tekna
- 6kinc
- ATI speciality materials
- Aubert & Duval
- Chung Yo Materials
- Circle Metal Powder
- Continuum
- Elementum 3d
- GKN
- Headmade Materials
- Matrix Nano
- Steward Advanced Materials
- SentenBIR
- VDM Metals

Применение аддитивных технологий для изготовления деталей энергетических ГТУ

Мировой опыт применения аддитивных технологий для ГТУ

В настоящий момент аддитивные технологии широко
применяются для производства деталей ГТУ



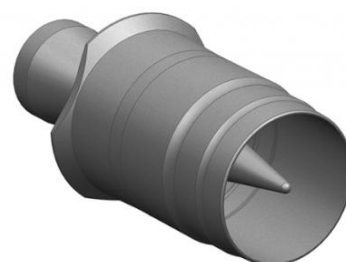
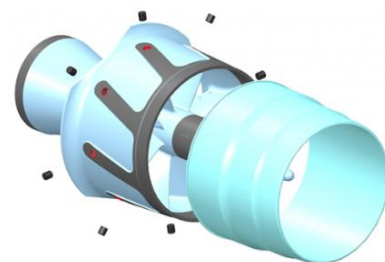
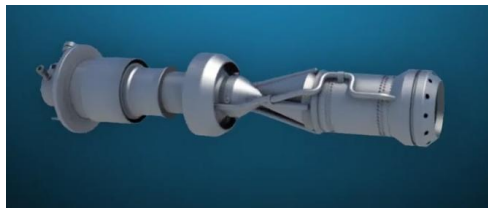
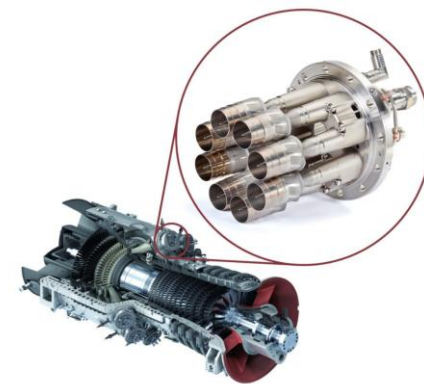
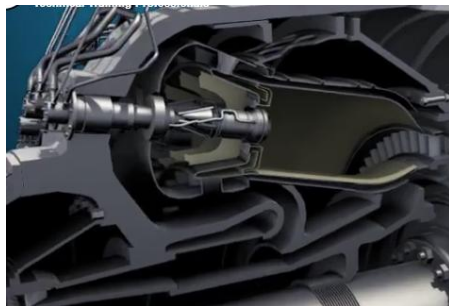
- Bubble size = patent volumes between 2021 and 2023

- Application diversity and geographic reach scores are normalised and ranked on a scale between 0 and 1

Source: GlobalData Patent Analytics

Применение аддитивных технологий для изготовления деталей энергетических ГТУ

Детали ГТУ Siemens, получаемые методами
аддитивного производства

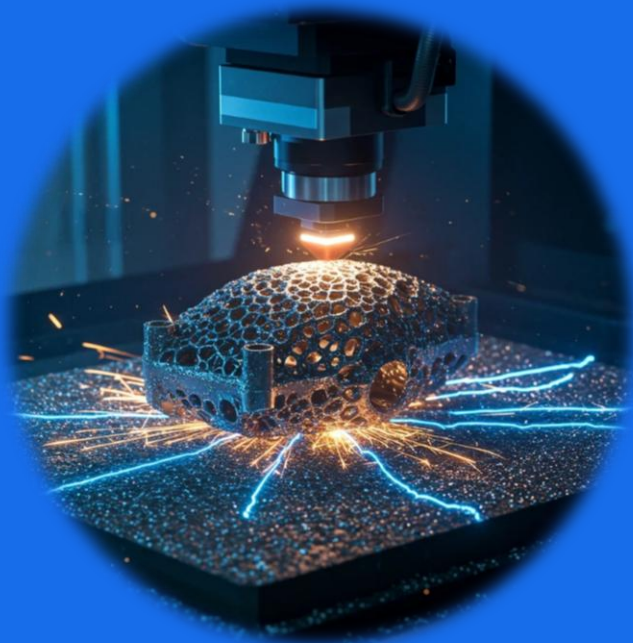
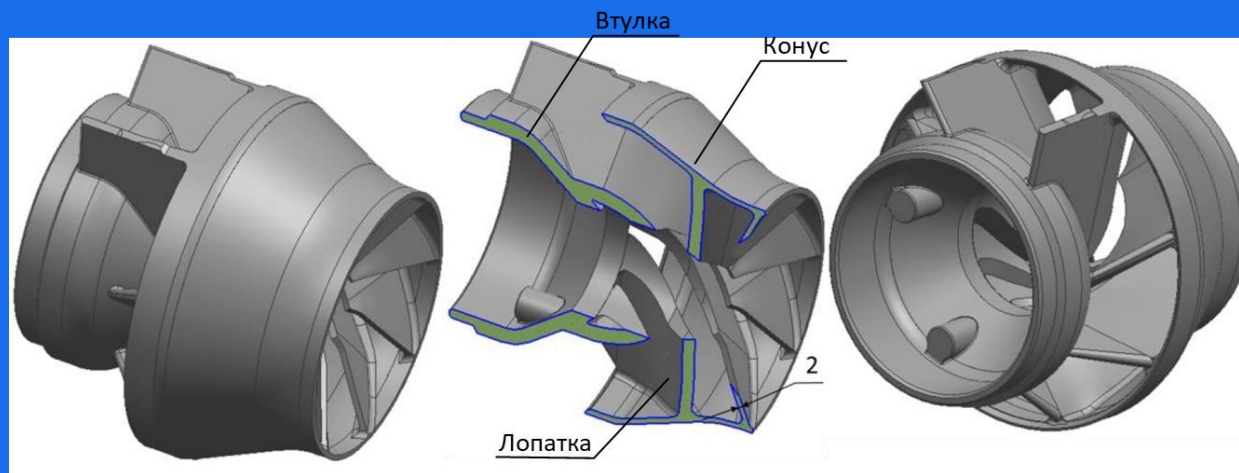


Комплексная технология по изготовлению с помощью АТ с применением металлпорошковых композиций завихрителя ГТУ SGT5-2000E

Исходные данные для разработки

В рамках выполнения НИОКР одной из целей было создание с помощью АТ одной из деталей рассматриваемых ГТУ с целью проведения получения данных по экономической целесообразности применения.

После консультирования с Заказчиком с учетом информации, приведенной в разделе 3 Отчета, в качестве объекта был выбран завихритель ГТУ SGT5-2000E. Габаритные размеры 140x25 мм. Минимальная толщина детали составляет 2 мм на выходной кромке лопатки и на конусе. Допуски на линейные размеры 0,3÷1,0 мм.

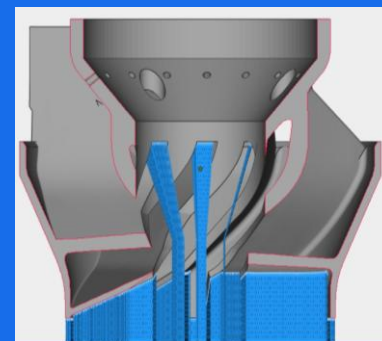
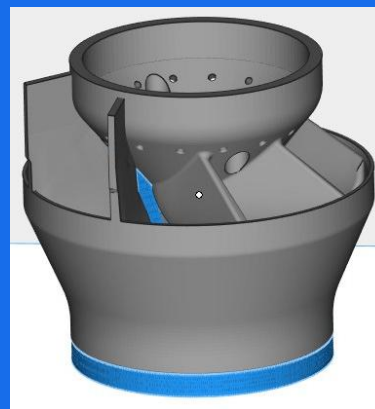
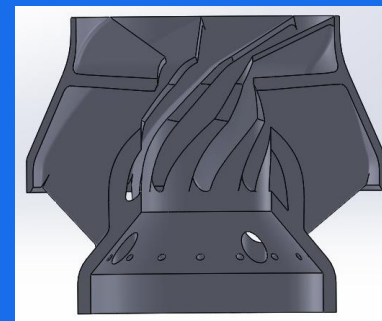
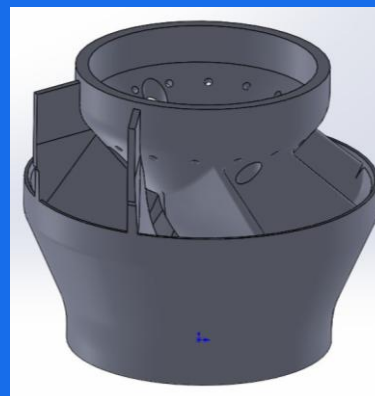
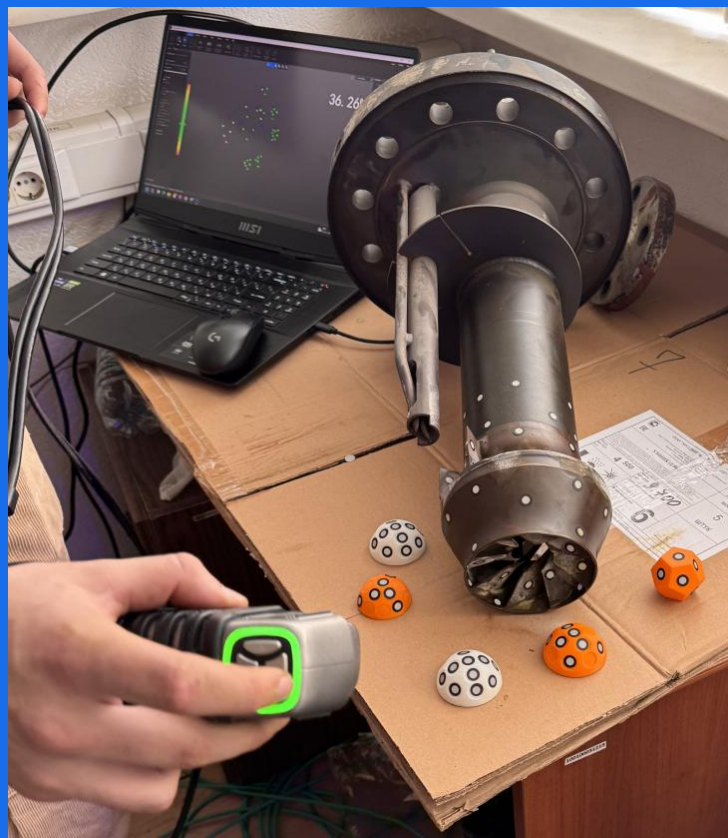


**Комплексная
технология по
изготовлению с
помощью АТ с
применением
металлопорошковых
композиций
завихрителя ГТУ SGT5-
2000Е**



Разработка модели завихрителя

Образец завихрителя, предоставленный в сборе одной из российских энергетических компаний был подвергнут неразрушающему 3D-сканированию, в результате которого была получена 3D-модель завихрителя



Комплексная
технология по
изготовлению с
помощью АТ с
применением
металлопорошковых
композиций
завихрителя ГТУ SGT5-
2000E

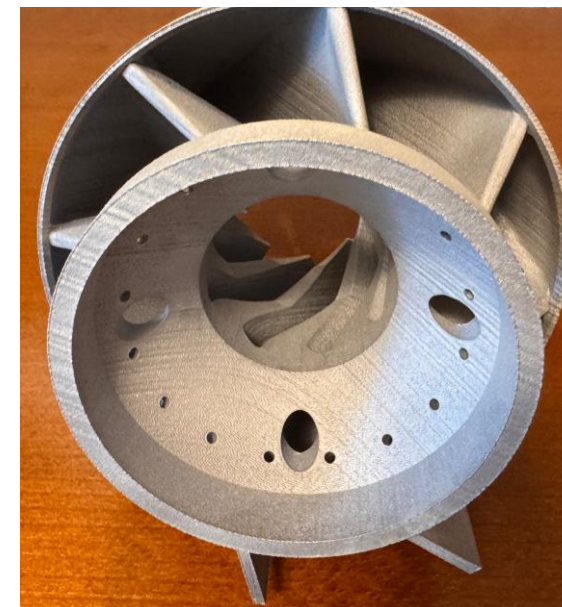
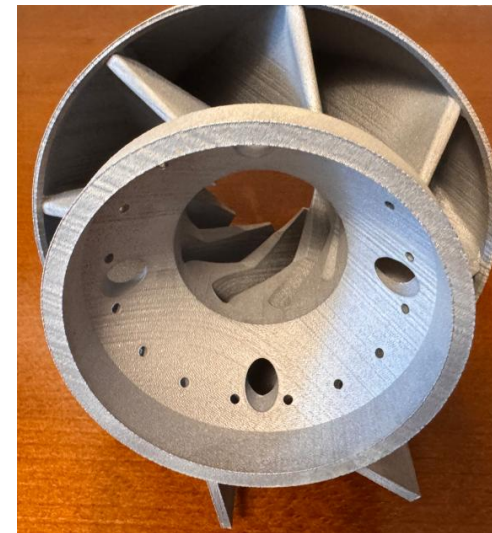


3D-печать



Комплексная
технология по
изготовлению с
помощью АТ с
применением
металлопорошковых
композиций
завихрителя ГТУ SGT5-
2000E

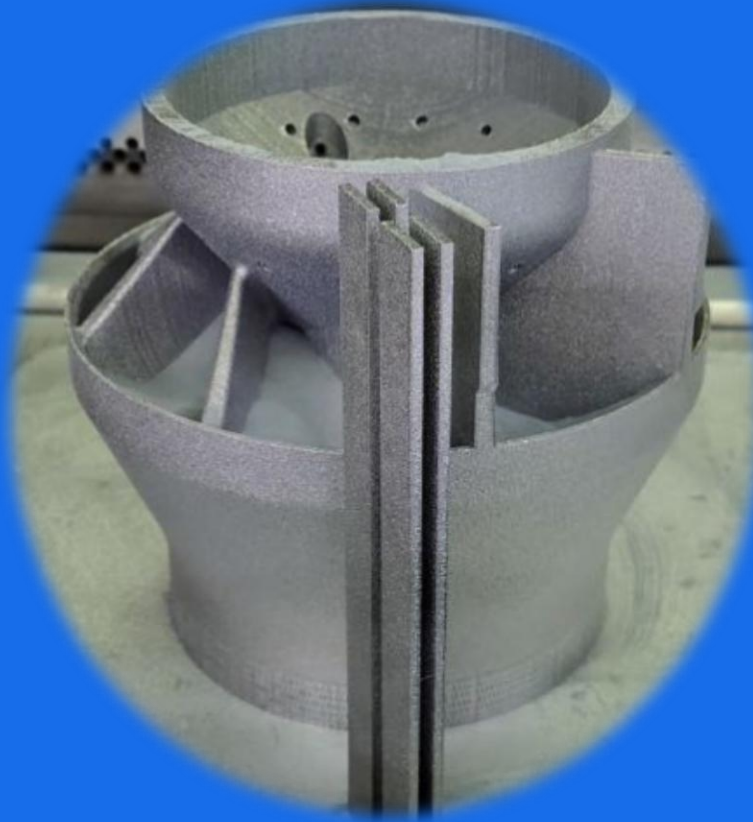
Полученные образцы



Разработанные технические задания на будущие НИОКР на 2026-2029

Описание разработанных технических заданий на
будущие НИОКР

Техническое задание №1



Наименование

«Изготовление, разработка программы и проведение испытаний 3D-печатного опытного образца из жаропрочного сплава завихрителя энергетической газовой турбины SGT5-2000E»

Цель

Целью НИОКР является изготовление, разработка программы и проведение испытаний 3D-печатного опытного образца из жаропрочного сплава завихрителя энергетической газовой турбины SGT5-2000E.

Срок

24 месяца, 4 этапа.

Техническое задание №2



Наименование

«Изготовление, разработка программы и проведение испытаний 3D-печатного опытного образца из металлопорошковой композиции рабочего колеса насоса вспомогательного оборудования (маслонасоса) энергетической газовой турбины SGT5-2000E»

Цель

Целью НИОКР является изготовление, разработка программы и проведение испытаний 3D-печатного опытного образца из металлопорошковой композиции рабочего колеса насоса вспомогательного оборудования (маслонасоса) энергетической газовой турбины SGT5-2000E.

Срок

24 месяца, 4 этапа.

Техническое задание №3



Наименование

«Разработка внутреннего организационно-нормативного документа (Стандарта организации — далее СТО) по применению аддитивных технологий для изготовления деталей энергетических ГТУ SGT5-2000E/SGT5-4000F/SGT-800 из жаропрочных сплавов»

Актуальность

Для внедрения в эксплуатацию детали ГТУ, изготовленные или отремонтированные при помощи аддитивных технологий, необходимо тщательно проанализировать их применимость, в том числе особенности используемых материалов и технологий. В настоящий момент есть несколько отдельных документов по применению аддитивных технологий для изготовления деталей из жаропрочных сплавов, но для области большой энергетики, в том числе для зарубежных ГТУ, они отсутствуют.

Срок

16 месяцев, 4 этапа.



ИНЖЕНЕРЫ
СОЗДАЮТ БУДУЩЕЕ –
МЫ СОЗДАЕМ ИНЖЕНЕРОВ

Спасибо за внимание!



27–30 JAN
2026
Moscow, Russia

RUPLASTICA

12+



Константин Александрович Орлов, oka@bmstu.ru, +7-906-083-06-08

