

ЕИК Единый
инновационный
комплекс

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЕДИНОГО ИННОВАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

Директор ЕИК А. С. Журавлев / zhuravlev.as@ugatu.su

АККРЕДИТОВАННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЦКП «НАНОТЕХ»

60 единиц оборудования:

- 42 аккредитованных единицы;
- 15 средств измерений;
- 3 уникальные научные установки;
- 4 испытательных комплекса

Все оборудование проходит периодическую поверку

27 аккредитованных методов и
19 методик научных исследований

5 аналитических и
3 технологических участка



Основные направления деятельности:

- Комплексный анализ причин разрушения деталей, узлов ГТД и ГПА;
- Исследование состава и свойств, комплексный анализ материалов:
 - оптическая, электронная, зондовая и атомно-силовая микроскопия;
 - определение элементного химического состава металлов, сплавов, жидких и порошкообразных веществ, поверхностей и тонких покрытий;
 - рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ и т. д.
- Определение физико-механических свойств металлов и сплавов:
 - твердость (по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу, Кнупу и т. д.), микро- и нанотвердость;
 - испытания на растяжение, сжатие, трехточечный изгиб (t от -200 до 1200 °C);
 - испытания на длительную прочность, ползучесть, выносливость, усталость (t от -200 до 1200 °C);
 - испытания на ударный изгиб и определение вязкости разрушения и т. д.
- Термическая (вакуумная) и деформационная обработка материалов:
 - термическая обработка, в т. ч. вакуумная термообработка (t до 1600 °C, P до 10^{-5} мм рт. ст.)
 - обработка материалов давлением (ИПД, ИПДК, РКУП и др.) и т. д.



ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Основные направления деятельности:

➤ Литье изделий (деталей) из различных сплавов и двухкомпонентных пластмасс:

- литье деталей (лопаток) из жаропрочных сплавов;
- литье деталей из сплавов на основе титана (до 1,5 кг);
- литье деталей из алюминиевых (до 30 кг), медных сплавов (до 20 кг);
- литье деталей из сталей, чугунов, черных и цветных сплавов (до 10 кг);

➤ Разработка и внедрение технологических процессов литейного производства;

➤ Проектирование литниково-питающих систем для различных видов литья:

- литье по выплавляемым моделям;
- центробежное литье;
- литье в песчаноглинистые формы;
- литье в кокиль и т. д.;

➤ Технологии аддитивного производства и 3D-печати.

Более 30 уникальных единиц оборудования:

- плавильно-заливочные установки;
- печи (в т. ч. вакуумные) для термической обработки;
- вспомогательное литейное оборудование;
- высокоточный оптический 3D-сканер;
- установка для литья двухкомпонентных пластмасс;
- аддитивные установки (SLA, SLS, FDM);
- исследовательское оборудование;
- оборудование для пробоподготовки и др.



2 полупромышленных литейных участка;
1 технологический литейный цех;
лабораторный модуль;
лаборатория аддитивных технологий

Рабочий процесс и результаты работ:



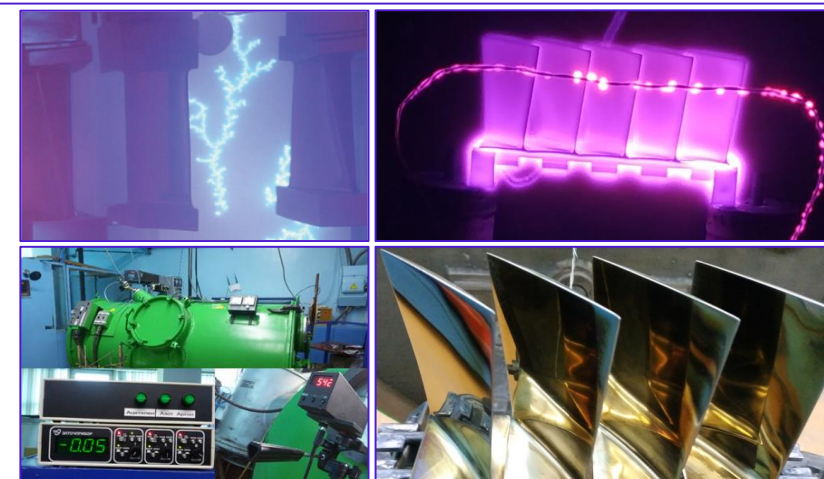
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Наименование услуги	Оборудование
Литье деталей		
1	Литье деталей из сплавов на основе титана (до 1,5 кг с учетом ЛПС)	Центробежная вакуумная установка Вакуумная плавильно-заливочная установка УППФ2М Камерные и шахтные печи Камерные высокотемпературные печи Вакуумная установка MCP 5/04
2	Литье деталей из жаропрочных сплавов и сплавов на основе железа (до 10 кг с учетом ЛПС)	
3	Литье деталей из сплавов на основе алюминия (до 30 кг с учетом ЛПС)	
4	Литье деталей из сплавов на основе меди (до 10 кг с учетом ЛПС)	
5	Литье деталей из двухкомпонентных пластмасс	
Аддитивные технологии		
6	Изготовление высокоточных прототипов из фотополимера (рабочая камера 250×250×250 мм)	SLA Viper Si
7	Печать деталей на FDM установках (максимальная область печати 360×360×610 мм)	3D-принтеры фирмы Picasso
Прочие услуги		
8	Проведение ДПО по направлениям: аддитивные технологии; АТ и их внедрение в производство; проектирование литниково-питающих систем и технологической оснастки; разработка технологии литья деталей из сплавов на различной основе и пр.	
9	Проектирование литниково-питающей системы и расчет заполнения и кристаллизации отливок из сплавов на основе железа, алюминия, меди, никеля и пр.	ПО (ProCast и др.)
10	Термообработка в вакууме или среде инертных газов (размер рабочей камеры: диаметр 450 мм, высота 600 мм; максимальная температура 1600 °С, предельный вакуум 10 ⁻⁵ мм рт ст)	ВакЭТО
11	Проведение калориметрических исследований (до 2000 °С)	

МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Основные направления деятельности:

- Технологии ионно-плазменной модификации поверхности деталей из конструкционных металлов и сплавов (азотирование и др.);
- Технологии нанесения покрытий различной функциональности (коррозионностойких, износостойких, термобарьерных и т. д.);
- Технологии упрочнения и восстановления металлорежущего инструмента;
- Электрохимические методы обработки (копировально-прошивная обработка, удаление заусенцев и выступов и др.);
- Технологии сухого электрохимического (СЭП) и электролитно-плазменного (ЭПП) полирования;
- Проволочно-вырезные и копировально-прошивочные операции;
- Разработка и модернизация вакуумных установок для нанесения покрытий;
- Исследования в области плазменного модифицирования поверхности материалов и др.



Технологии упрочнения инструмента



25+ патентов

в области
ионно-плазменных
технологий

30 лет

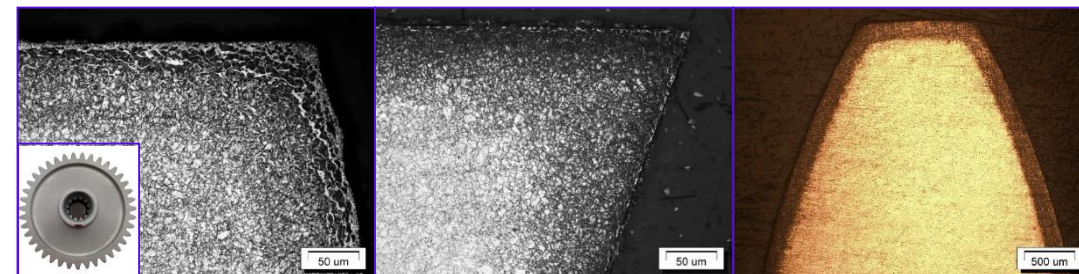
опыт работы в этом
направлении

50 000+ инструмента

обработано в
лаборатории

Химико-термическая обработка материалов в вакууме

Решена задача повышения износостойкости деталей из титановых сплавов.

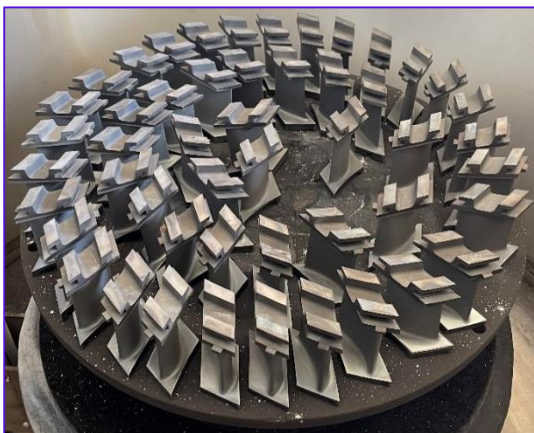


Микроструктура на острых кромках до и после применения технологии азотирования

РАЗРАБОТКА И НАНЕСЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

ЖАРОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ИТТРИЯ И АЛЮМИНИЯ И МОЛИБДАТОВ ИТТРИЯ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В СРЕДЕ РЕАКЦИОННЫХ ГАЗОВ

- **Метод нанесения:** вакуумный ионно-плазменный;
- **Характеристики покрытия:** толщина до 50 мкм;
- **Ресурс покрытия:** предварительные испытания в ЦИАМ им. П. И. Баранова при температуре 1400 °С показали – покрытие не отслоилось, основа не окислилась.



Результат работ (2022 г.). Направляющие лопатки находятся на подконтрольной опытно-промышленной эксплуатации в составе ГПА.

ЖАРОСТОЙКОЕ ДИФфуЗИОННОЕ ПОКРЫТИЕ СИСТЕМЫ Ni-Co-Al-Si-Y

- **Метод нанесения:** вакуумный ионно-плазменный;
- **Характеристики покрытия:** толщина до 80 мкм, запас Al 18...24 % и Si 2,5...4,5 %;
- **Ресурс покрытия:** ~32 000 часов при t эксплуатации 1000 °С.

ЖАРОСТОЙКОЕ ДИФфуЗИОННОЕ ПОКРЫТИЕ СИСТЕМЫ Ni-Al-Cr

- **Метод нанесения:** порошковый в вакуумной среде;
- **Характеристики покрытия:** толщина до 30 мкм, запас Al 16...22 % и Cr 3...4 %;
- **Ресурс покрытия:** ~32 000 часов при t эксплуатации 1000 °С.

ТЕПЛОЗАЩИТНОЕ (ТЕРМОБАРЬЕРНОЕ) МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ

- **Метод нанесения:** газотермический в открытой атмосфере;
- **Характеристики покрытия:** толщина до 600 мкм;
- **Ресурс покрытия:** до 16 000 часов с системой охлаждения.



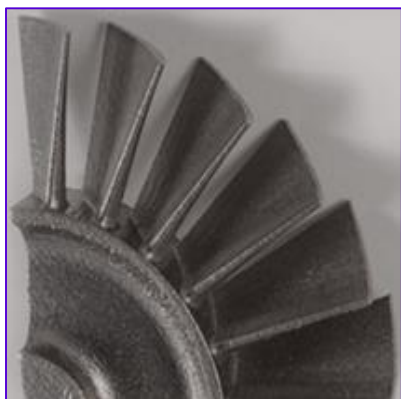
Установка НВВ-6,6-И1 для осаждения функциональных покрытий, модифицированная собственными силами

ТЕХНОЛОГИИ СУХОГО ЭЛЕКТРОПОЛИРОВАНИЯ (СЭП)

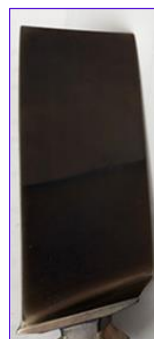
Создание технологий и оборудования для **сухого электрополирования (СЭП)**, обеспечивающих повышенные эксплуатационные характеристики деталей, узлов и отдельных изделий.

Основные области применения:

- Полирование лопаток ГТД из титановых и никелевых сплавов;
- Финишная обработка внутренних полостей и перфорационных отверстий лопаток из жаропрочных сплавов;
- Полирование блисков из титановых и никелевых сплавов;
- Обработка деталей, изготовленных по аддитивным технологиям и др..



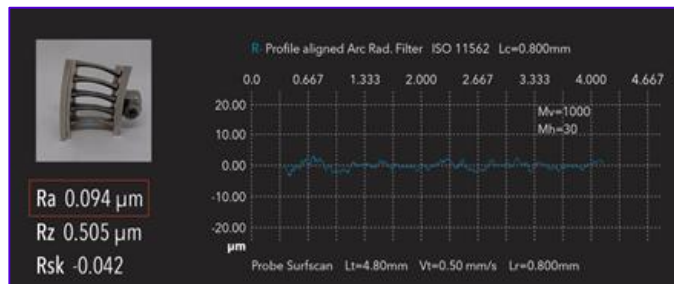
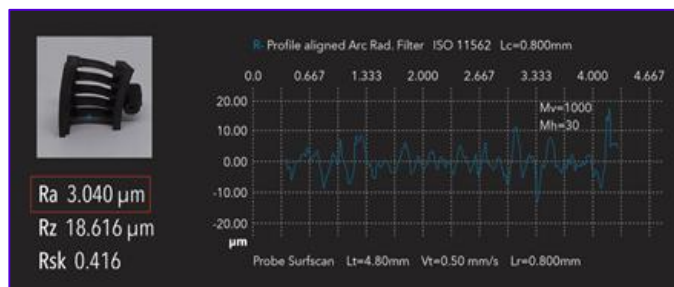
Внешний вид моноколеса с лопатками (блиска) до и после СЭП



← до СЭП



после СЭП →



Шероховатость поверхности детали до и после СЭП

Патенты в области СЭП:

1. Способ электрополирования металлических деталей (патент РФ № 2700226)
2. Способ электрополирования лопаток блиска и рабочий контейнер для его реализации (патент РФ № 2694941)
3. Способ сухого электрополирования лопаток блиска (патент РФ № 2700229)
4. Способ сухого локального электрополирования лопаток блиска и рабочий контейнер для его реализации (патент РФ № 2697757)
5. Способ изготовления перфорационных отверстий в полой лопатке турбины из жаропрочного сплава (патент РФ № 2697751)
6. Способ последовательного электрополирования лопаток блиска и рабочий контейнер для его реализации (патент РФ № 2699495)
7. Способ электрохимической обработки внутреннего канала металлической детали и электрод-инструмент для его реализации (патент РФ № 2697759)

РЕШЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАЧ ОБРАТНОГО (РЕВЕРС-) ИНЖИНИРИНГА

В рамках текущих задач по импортозамещению и импортоопережению значительно увеличились потребности предприятий страны в области обратного (ре-, реверс-) инжиниринга деталей, узлов и изделий (ГТД, ГПА).

В Уфимском университете данный процесс реализуется многоэтапно, начиная от 3D-сканирования и хим. анализа и заканчивая разработкой полного комплекта конструкторской документации (КД) и изготовлением опытных образцов (прототипов) и мелкой серии.

1-й этап – Сканирование и построение модели

СКАНИРОВАНИЕ
(+ инструментальные

3D-сканер ATOS II
(+ Walter Uhl VMM 150 и др.)

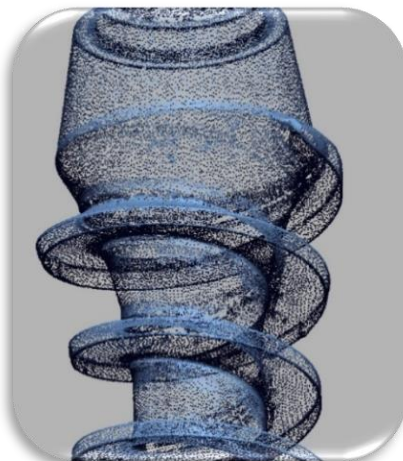
ОБРАБОТКА СКАНА

ПО Geomagic Design S, SolidWorks, NX и др.

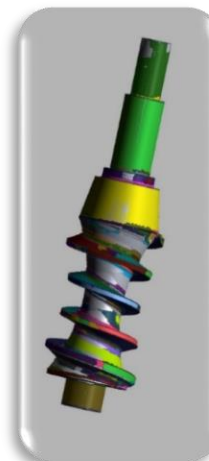
**СОЗДАНИЕ
3D CAD-МОДЕЛИ**



Деталь



Облако точек



Модель поверхности



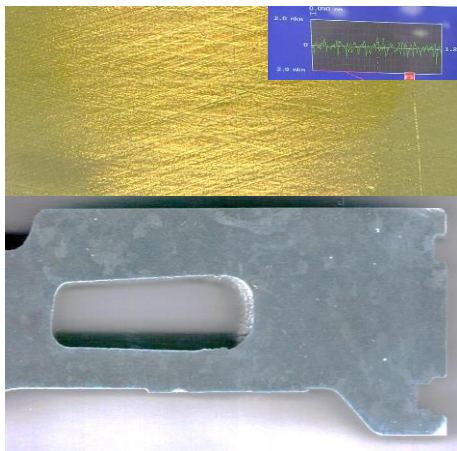
Математическая модель

РЕШЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАЧ ОБРАТНОГО (РЕВЕРС-) ИНЖИНИРИНГА

2-й этап – Определение материала (металлы, полимерные материалы)

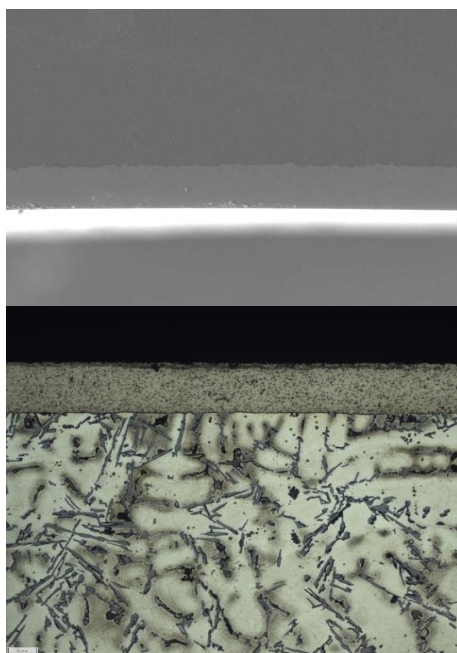
ПОВЕРХНОСТЬ

ОМ Carl Zeiss,
АСМ Ntegra II Prima,
трибометр Nanovea,
профилограф Абрис
и др.



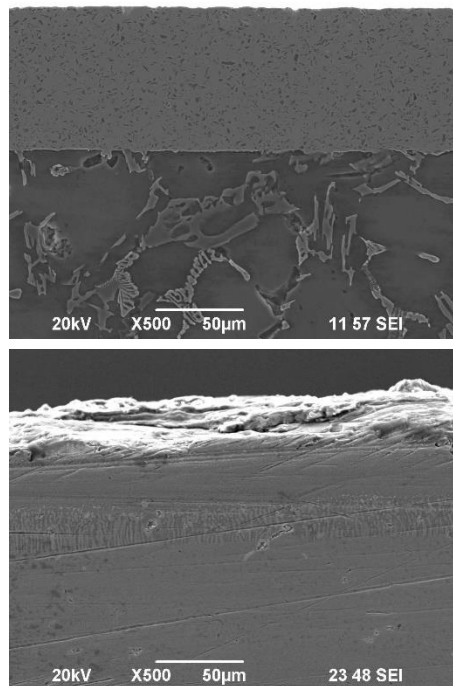
СТРУКТУРА

ОМ Carl Zeiss
РЭМ Jeol, Tescan
ПЭМ Jeol
и др.



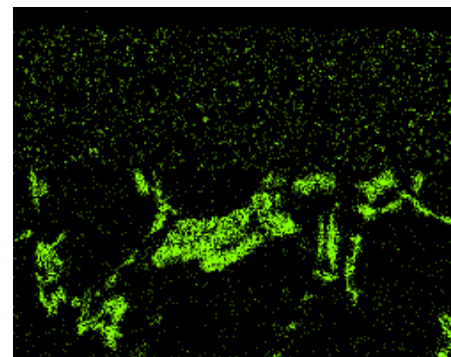
ПОКРЫТИЯ

РЭМ Jeol, Tescan,
ПЭМ Jeol,
РФЭС Jeol JPS 9010,
трибометр Nanovea
и др.



ХИМИЧЕСКИЙ / ФАЗОВЫЙ СОСТАВ

РЭМ Jeol, Tescan,
ОЭС Bruker Q4 Tasman,
диф-ры Bruker, Rigaku,
РФС Thermo Scientific
и др.



Si Ka1

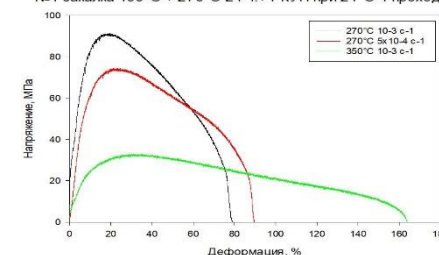
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Ag
1.	6.915	0.254	3.603	0.017	0.0028	<0.0020	0.0087	0.051	0.032	<0.00050
2.	6.923	0.254	3.625	0.017	0.0025	<0.0020	0.0082	0.053	0.032	<0.00050
3.	6.915	0.266	3.653	0.018	0.0023	<0.0020	0.0085	0.050	0.030	<0.00050
↑	6.918	0.258	3.627	0.017	0.0025	<0.0020	0.0085	0.051	0.031	<0.00050
□	0.0046	0.0069	0.025	0.00071	0.00025		0.00025	0.0016	0.0012	
□	0.006	2.674	0.689	4.176	10.00		2.941	3.137	3.871	

МЕХАНИЧЕСКИЕ / ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

полный комплекс
оборудования Instron
для мех. испытаний;
твердомеры всех
методов и др.



№1 закалка 490°C + 270°C 24 ч. + РКУП при 21°C 4 прохода ВС



РЕШЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАЧ ОБРАТНОГО (РЕВЕРС-) ИНЖИНИРИНГА

3-й этап – Построение чертежей и разработка комплекта КД

4-й этап – Изготовление опытных образцов или прототипов деталей (изделий)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (3D-ПЕЧАТЬ)

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА НА ЧПУ

СОРТОВОЙ И ЛИСТОВОЙ ПРОКАТ

РОТАЦИОННАЯ КОВКА,
ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ШТАМПОВКА И ДР.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

вакуумная плавильно-заливочная установка УППФ2М

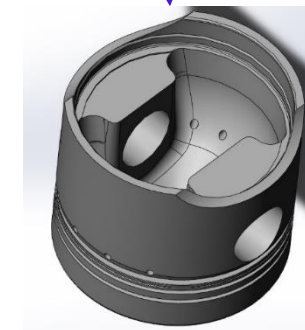
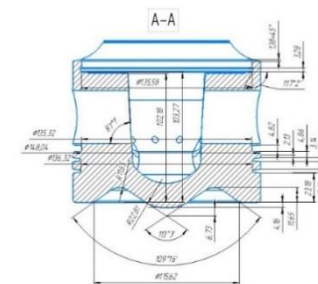
FDM 3D PicDes, SLA Viper Si2

станки с ЧПУ NL1500, 160HT, STR30, 500V/5

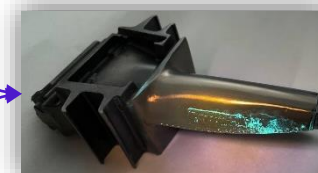
прокатные станы Hankook M-Tech

гидравлические прессы усилием до 4 000 кН

VMM 150, Абрис ПМ7, УЗ-дефектоскоп ISONIC и др.



КОМПЛЕКСНЫЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ГТД, ГПА (реализуется в рамках совместного НИИ с СПбГМТУ)



ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ И ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

Электроэрозионный проволочно-вырезной станок погружного типа CW-30



➤ Электроэрозионная обработка деталей из любых токопроводящих материалов с высокими точностью и качеством получаемых поверхностей;

- Достижимая шероховатость – Ra 0,3;
- Точность по детали – $\pm 0,003$ мм;
- Максимальная скорость обработки – 200 мм²/мин.;
- Диаметр проволоки – 0,25 (0,15 – 0,3) мм;
- Скорость подачи проволоки – 0-15 м/мин.

➤ Получение (прошивка) отверстий малого (0,3...3 мм) диаметра и большой глубины (до 300D) в труднообрабатываемых электропроводных материалах, отверстий на наклонных или сложных поверхностях, в т. ч. заходных, для дальнейшей обработки на проволочно-вырезных станках;

➤ Изготовление фильер, форсунок, прошивка охлаждающих каналов деталей ГТД;



Электроэрозионный прошивной станок для получения малых отверстий Д703 (супердрель)

Электроэрозионный копировально-прошивной станок

Электрохимический копировально-прошивной станок SET3030-2D

Электрохимический копировально-прошивочный станок ET500

Электрохимическая установка для снятия заусенцев ECD204

- Проведение прецизионных копировально-прошивочных технологических операций электрохимическими и электроэрозионным методами (изготовление сложнопрофильных деталей, форм и готовых изделий);
- Разработка технологий электрохимической обработки под конкретные задачи энергетической и машиностроительной отраслей и медицины;
- Удаление микровыступов (заусенцев) и скругление кромок на малогабаритных прецизионных деталях.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

Все виды механической (токарная, фрезерная, сверлильная и пр.) обработки деталей (заготовок) из металлов и сплавов

Многоцелевой токарный станок NL1500



- Наибольший диаметр заготовки: над станиной – 923,8 мм, над салазками – 755 мм;
- Наибольшая длина обработки – 515 мм;
- Наибольший диаметр прутка – 52 мм;
- Перемещение по оси X – 260 мм;
- Перемещение по оси Z – 590 мм;
- Перемещение по оси Y – 100 мм;
- Количество инструментов – 12.

Токарный станок STR30

Предназначен для высокопроизводительной токарной обработки деталей типа «фланец», «втулка», «ниппель», «штуцер» и т.д. из различных конструктивных материалов в условиях единичного и мелкосерийного производства.



Токарно-фрезерный участок

Отдельный участок токарно-фрезерной обработки материалов располагает токарно-винторезными, вертикально-сверлильными, ленточнопильными, плоскошлифовальными и другими металлообрабатывающими станками.

Многоцелевой токарный станок 160НТ



- Наибольший диаметр заготовки: над станиной – 200 мм;
- Наибольшие перемещения: шпиндельной бабки – 250 мм, суппорта – 200 мм;
- Наибольшая длина заготовки – 120 мм;
- Наибольшая масса заготовки – 30 кг;
- Размеры станка – 2600×2030×2080 мм;
- Масса станка – 5000 кг.

Вертикальный многоцелевой станок 500V/5

Предназначен для выполнения сверлильно-фрезерно-расточных работ для обработки корпусных деталей и деталей сложной формы.



ЛАБОРАТОРИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лаборатория полимерных композиционных материалов оснащена специализированным оборудованием, позволяющим выполнять полный комплекс исследований, необходимых для изучения свойств существующих полимеров и полимерных композитов, а также создавать новые материалы с заданными эксплуатационными свойствами.

Более 25 единиц специального оборудования,
5 лабораторных помещений

ГОСТ 12019, ГОСТ 9550, ГОСТ 11262, ГОСТ 4647,
ГОСТ 18616, ГОСТ 4648, ГОСТ 19109, ГОСТ 16782, ГОСТ 7912

Основные направления деятельности:

- Смешивание полимеров, гомогенизация, пластификация, грануляция, создание полимерных композиционных материалов;
- Экструзия и реологические испытания полимеров;
- Производство малогабаритных деталей из термопластов и полимерных композиционных материалов на их основе методом литья под давлением;
- Проведение реологических и физическо-механических испытаний полимерных композитов;
- ИК, УФ – спектроскопия;
- Измерение цвета и блеска покрытий и материалов;
- Физическое старение пластиков и др.



Brabender®

 SHIMADZU

 **BYK**
Additives & Instruments

ThermoFisher
SCIENTIFIC

 Rambaldi + Co

NETZSCH

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЙ ХИМИИ

Междисциплинарная научно-исследовательская лаборатория нефтепромысловой химии имеет большой практический опыт и проводит поисково-исследовательские работы в области нефтепромысловой химии.



Основные направления деятельности:

- Определение и анализ физико-химических, в том числе реологических, свойств пластовых флюидов и реагентов;
- Подбор эффективных ингибиторов солеотложения для защиты нефтепромыслового оборудования и трубопроводов;
- Определение свойств поверхностно-активных веществ;
- Подбор деэмульгаторов;
- Исследование композиций для МУН и РИР: подбор наиболее эффективных осадко-, гелеобразующих, тампонажных составов, оптимизация их рецептур; разработка новых композиций;
- Определение размеров частиц в сухих порошках и суспензиях;
- Определение оптической плотности растворов и др.

Рабочий процесс и результаты работ:





Единый
инновационный
комплекс



Сайт ЕИК:

Сайт УУНиТ:



УФИМСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Спасибо за внимание!



Передовые
инженерные
школы

приоритет2030⁺
лидерами становятся