

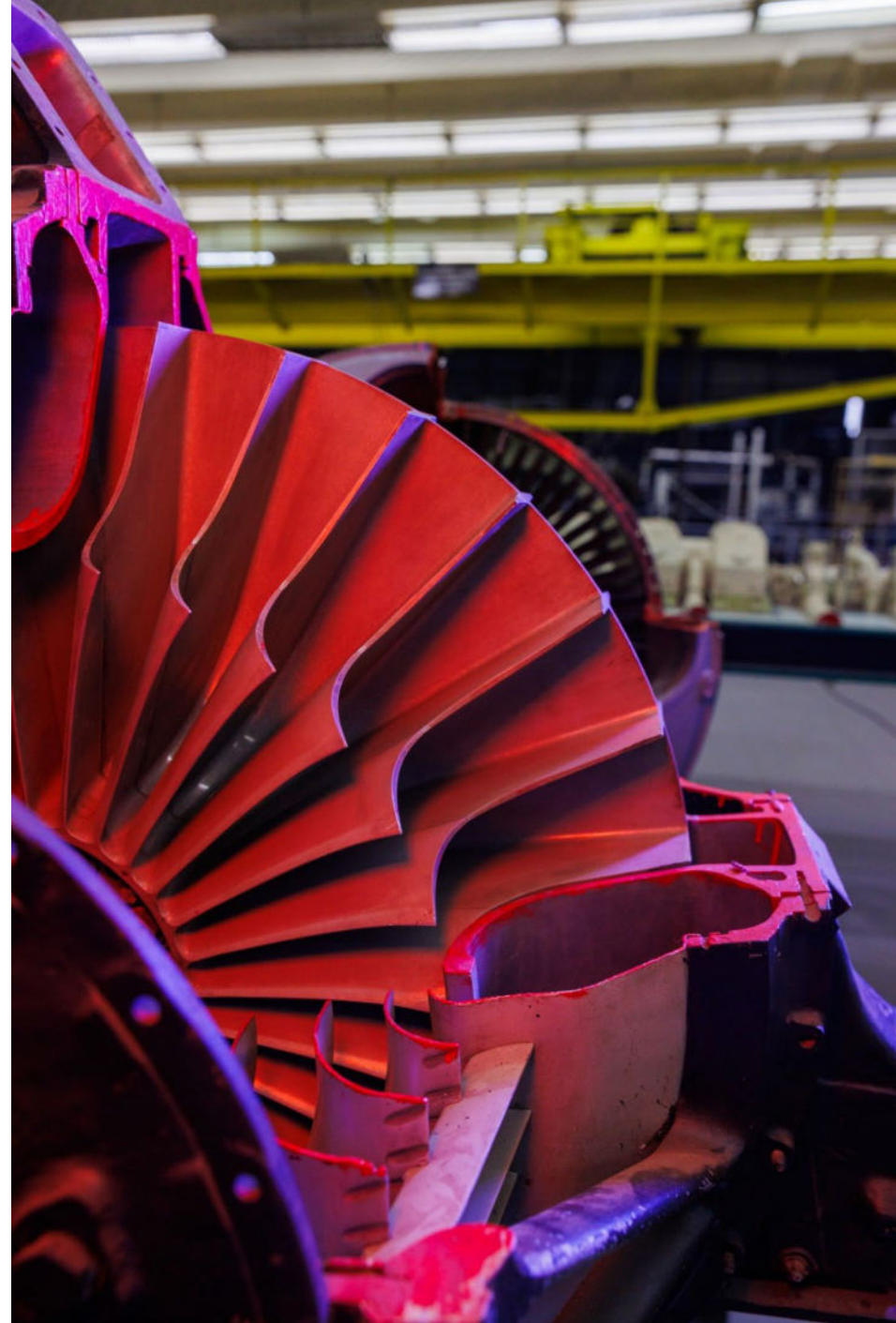
НАУКА

ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ



**Алешина Алена
Сергеевна**
Директор,
к.т.н., доцент

2025



**Высшая школа энергетического
машиностроения**

Лаборатория
турбиностроения
им. И.И. Кириллова

Лаборатория
гидромашиностроения
им. И.Н. Вознесенского

Лаборатория
компрессоростроения

Лаборатория двигателей
внутреннего сгорания

Известные ученые, чьи научные школы продолжают развитие:

А.А. Радциг, И.И. Кириллов

И.Н. Вознесенский, А.А. Ломакин

К.П. Селезнев, К.И. Страхович

Образование

бакалавриат

13.03.03 Энергетическое машиностроение

магистратура очная и заочная

13.04.03 Энергетическое машиностроение

ДПО по запросам промышленности

Программы магистратуры, профессионально-общественную аккредитацию ЧУ «Газпром ЦНИС»:

13.04.03_05 Компрессорная, вакуумная,
холодильная техника и газотранспортные
системы

13.04.03_05 Компрессорная, вакуумная,
холодильная техника и газотранспортные
системы

Наука

Публикации в
зарубежных базах

более
150

Объекты
интеллектуальной
собственности

30

Публикации в
отечественных базах

более
200

Научно-
исследовательские
работы

50

Научные интересы

- Математическое моделирование течения вязкой жидкости
- Разработка, верификация и валидация методик численного расчёта
- Экспериментальное исследование проточных частей турбомашин и выходных диффузоров. Проведения экспериментов на крупномасштабных моделях
- Проектирование и оптимизация проточных частей газовых и паровых турбин, проведение стендовых испытаний модельных ступеней
- Создание цифровых моделей (двойников) компрессорного оборудования, используемого в технологических циклах ТЭЦ

Кадровый состав

9 докторов наук

32 кандидата наук

46 человек профессорско-
преподавательского состава

24 аспиранта

НИР/НИОКР

- Реверс-инжиниринг энергетического оборудования
- Разработка и создание малоразмерных турбогенераторов на основе малорасходных ступеней с большим относительным шагом
- Создание утилизационных турбин на основе органические циклы Ренкина (ORC)
- Предиктивная аналитика исправности оборудования с использованием технологий машинного обучения
- Исследование охлаждаемых лопаток на высокотемпературных стендах
- Численные методы исследований процессов (в том числе нестационарных), проходящих в гидротурбинах, насосах, системах трубопроводов

Научно-технические услуги

- Экспериментальное исследование проточных частей турбомашин и выходных диффузоров. Проведения экспериментов на крупномасштабных моделях
- Численные методы исследований процессов, проходящих в ступенях паровых и газовых турбин
- Проведение стендовых испытаний модельных газовых и паровых турбин, диффузоров
- Расчет и оптимальное газодинамическое проектирование центробежных и осевых компрессоров, проведение CFD-расчетов элементов проточной части турбокомпрессоров
- Проведение экспериментальных исследований компрессоров, проектирование экспериментальных стендов и наладка систем измерения, вакуумная техника

Паровые и газовые турбины

Научно-экспериментальная база

Партнёры



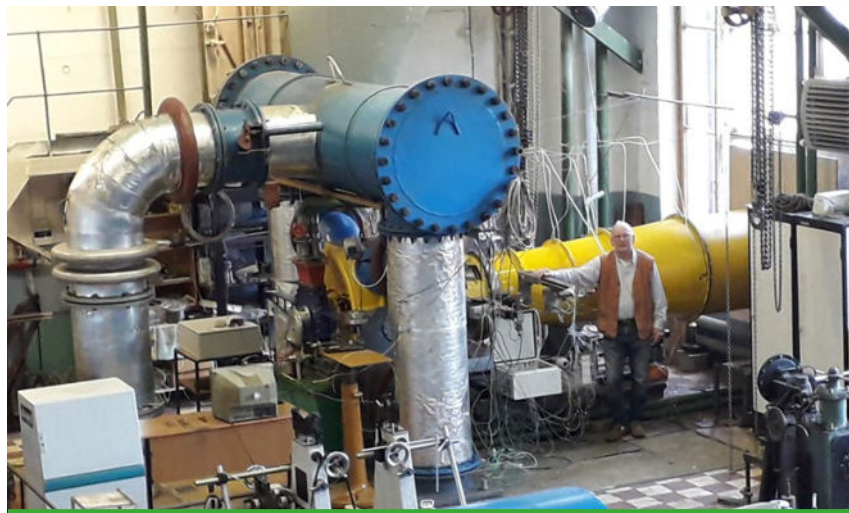
Общий вид машинного зала
лаборатории им. И.И. Кириллова



Общий вид лаборатории малорасходных турбин



Исследование входных и выходных устройств турбомашин

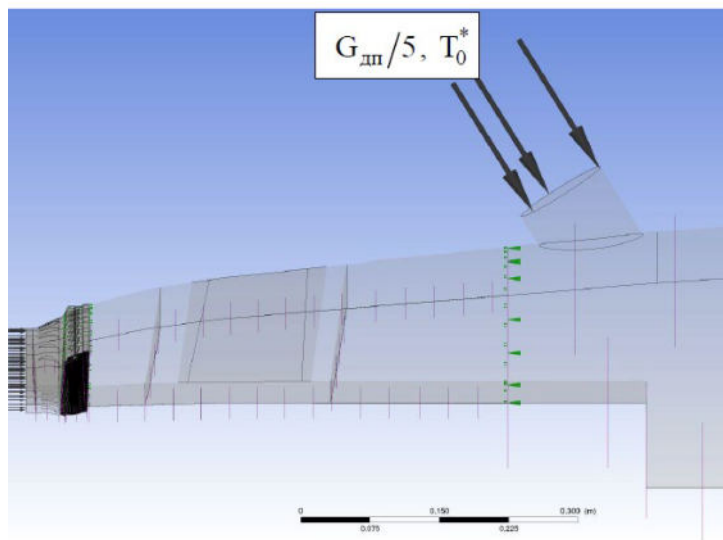


Стенд с моделью системы «Ступень – Диффузор»

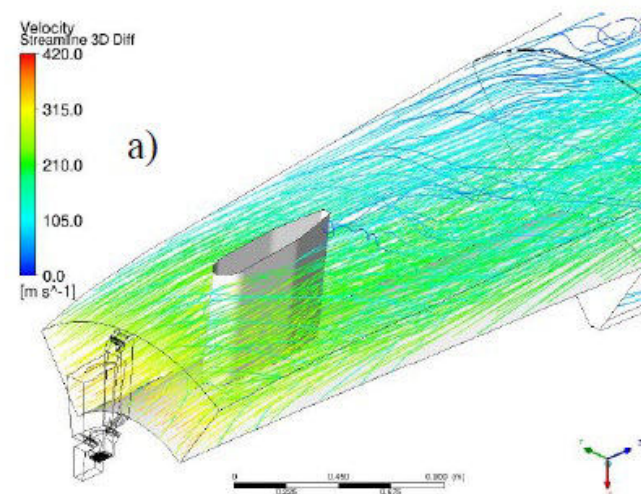
- Проведены расчетные и экспериментальные исследования конструкции ГТЭ-65.0
- Выполнены исследования улучшенной проточной части ГТЭ-65.1 продемонстрировано значительное улучшение газодинамической эффективности проточной части по сравнению с вариантом ГТЭ-65.0
- Выполнены исследования на частичных режимах работы с определением пульсаций давлений при перепусках воздуха на режимах неполной нагрузки

Цель работ

Численная и экспериментальная отработка аэродинамической эффективности проточной части системы ступень диффузор ГТЭ-65

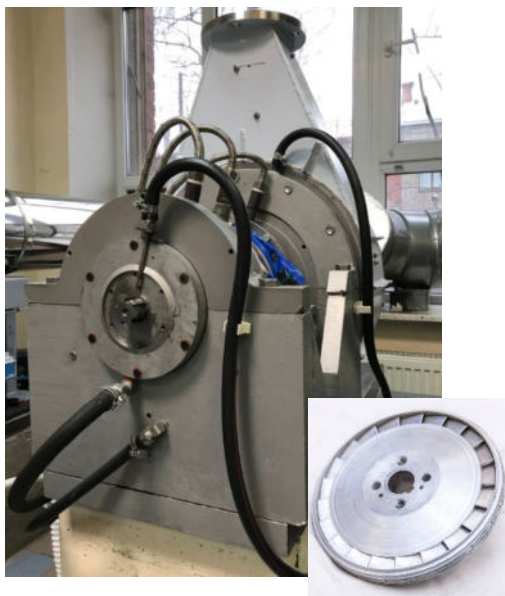


Расчетная модель



CFD моделирование течения в проточной части системы ступень-диффузор

Экспериментальное исследование проточных частей турбомашин



Стенд для исследования турбин мощностью до 30 кВт

Проекты

- Микротурбодетандерный генератор МДГ-20 работающий на перепаде давлений на ГРС
- Детандер-генераторы, работающие на малых перепадах давления (для систем автономного электроснабжения пунктов редуцирования газа)



Стенд для исследования компрессоров и турбин мощностью до 500 кВт

Проекты

- Разработка автономного энергоисточника мощностью 500 кВт на КС «Северная» для электроснабжения собственных нужд МТУ-500 ORC
- Микротурбинный генератор МТГ-100
- Исследование рабочих колес турбодетандерных установок струйно-реактивного типа мощностью до 50 кВт
- Турбогенераторные установки электрической мощностью 1 и 30 кВт, использующих энергию сжатого природного газа газотранспортной системы России



Стенд для исследования ступеней турбины привода парового насоса

Проект

- Выполнение предварительных (оценочных) газодинамических и прочностных расчетов компрессоров и турбин для опытно-промышленной и утилизационной CO₂-ЭУ

Экспериментальное исследование лепестковых газодинамических подшипников

Цель работ:

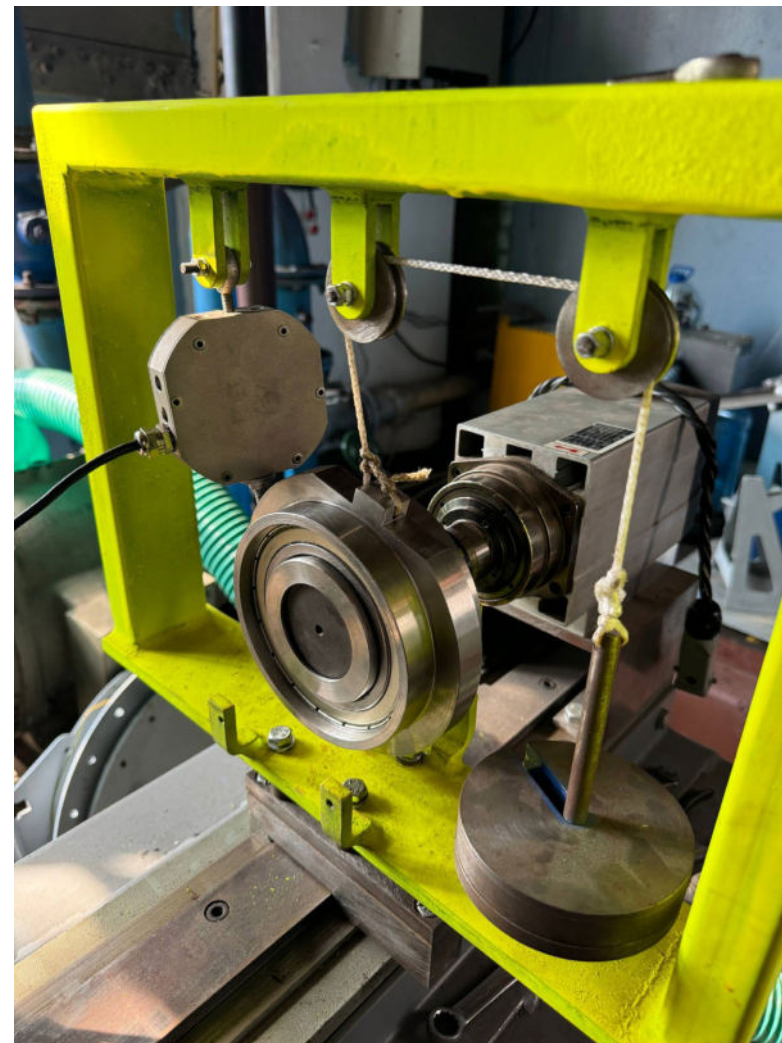
- Микротурбодетандерный генератор МДГ-20 работающий на перепаде давлений на ГРС
- Детандер-генераторы, работающие на малых перепадах давления (для систем автономного электроснабжения пунктов редуцирования газа)

Выполнено:

- Написана программа, согласно командам которой работает стенд;
- Написана программа методик и испытаний для проведения исследования опорных и упорных частей;
- Модернизирован стенд под испытания опорных ЛГП;
- Выпущен комплект КД;
- Получены изделия с производства по КД
- Проведены пуско-наладочные работы по исследованию опорных ЛГП.

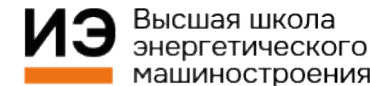
На стадии разработки:

- Написана программа, согласно командам которой работает стенд;
- Написана программа методик и испытаний для проведения исследования опорных и упорных частей;
- Модернизирован стенд под испытания опорных ЛГП;
- Выпущен комплект КД;
- Получены изделия с производства по КД
- Проведены пуско-наладочные работы по исследованию опорных ЛГП.



Стенд лепестковых газодинамических подшипников (ЛГП)

Разработка турбодетандера МАЛОЙ МОЩНОСТИ 100 Вт

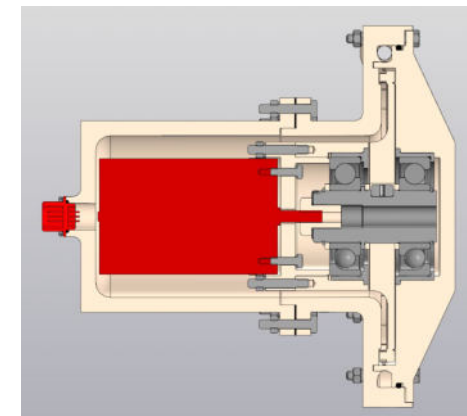


Цель работ:

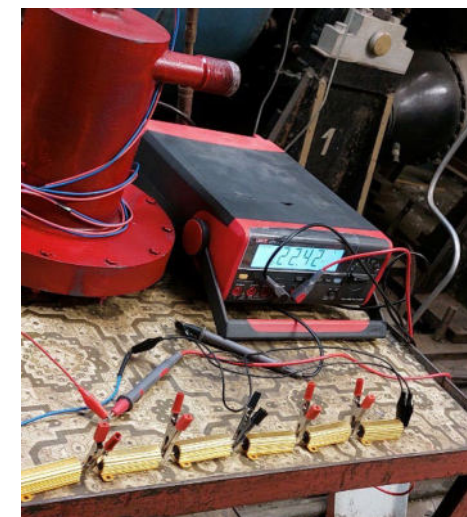
- Разработка турбодетандерного электрогенератора малой мощности
- В рамках возникшей потребности, связанной с обеспечением энергией контрольно-измерительных приборов на объектах ПАО «Газпром», была разработана энергетическая установка

Выполнено:

- Разработан и спроектирован турбодетандерный электрогенератор
- Проведены расчетные аэродинамические исследования проточной части
- Проведены расчетные прочностные исследования ротора и корпуса с применением деталей выполненных из полимеров методов SLS-печати
- Проведены экспериментальные исследования на номинальном режиме работы для определения вырабатываемой мощности.

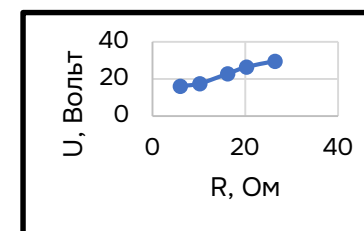
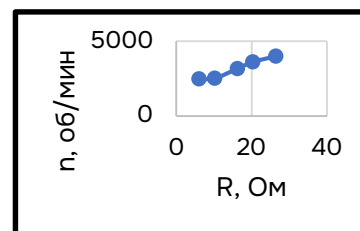
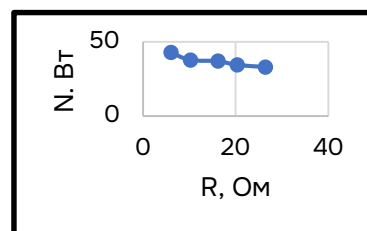
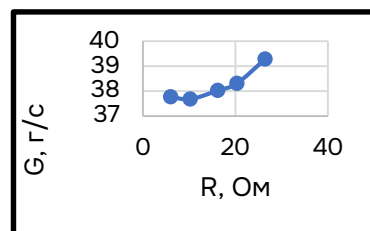


Продольный разрез



Испытания
турбодетандера

Результаты экспериментального исследования



Разработка турбодетандера МАЛОЙ МОЩНОСТИ 100 Вт

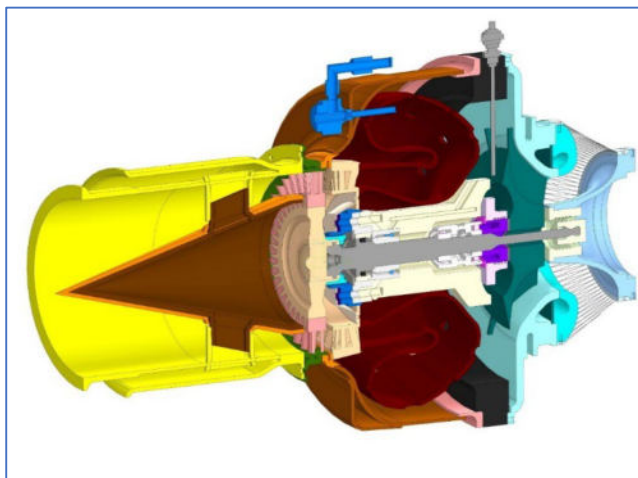
Цель работ:

- Разработка экспериментального стенда ТГ-16 для проведения испытаний газотурбинных установок

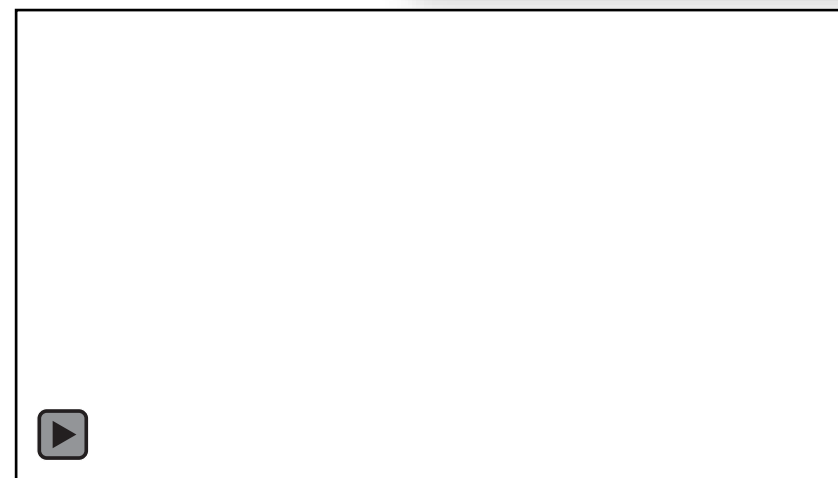
Посмотреть видео испытаний можно по ссылке
disk.yandex.ru/d/JT2Ae1_VlufOHQ



Двигатель ТГ-16



Продольный разрез



Горячие испытания двигателя ТГ-16

Созданный стенд позволяет проводить испытания турбогенераторной установки на полные эксплуатационные параметры, включая испытания на различных видах топлива, с использованием передовой контрольно-измерительной аппаратуры.

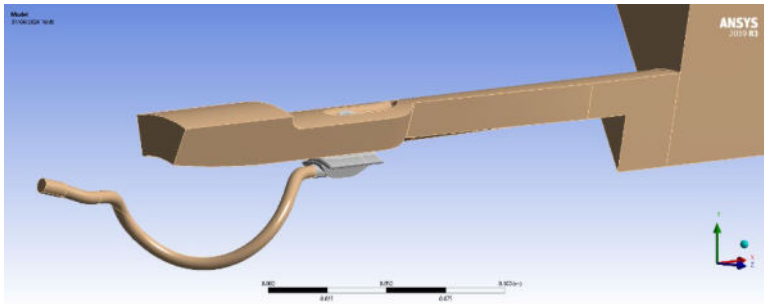
Результаты испытаний позволят валидировать экспериментальные значения с результатами численного эксперимента на цифровом полигоне и завершить процесс создания цифрового двойника.

Этапы работы в плане

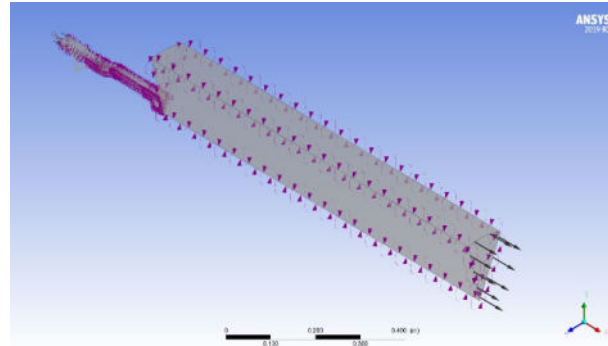
- установка бесконтактных датчиков и другой контрольно-измерительной аппаратуры;
- проведение эксперимента с использованием установленных датчиков;
- разработка корректной модели рабочей лопатки турбины ЭУ ТГ-16.

Выполнение НИОКР «Разработка конструкции и технологии изготовления с применением аддитивных технологий критических деталей горячего тракта ГТУ Т32 (MS5002E)»

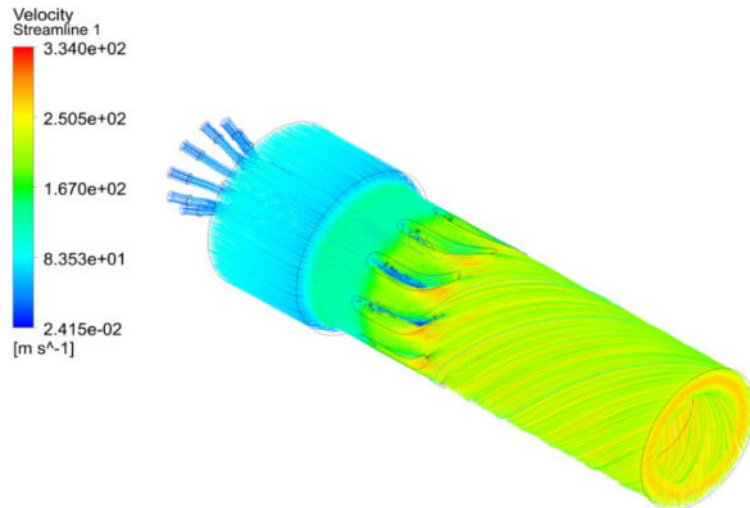
CAD-модель сектора форсунки



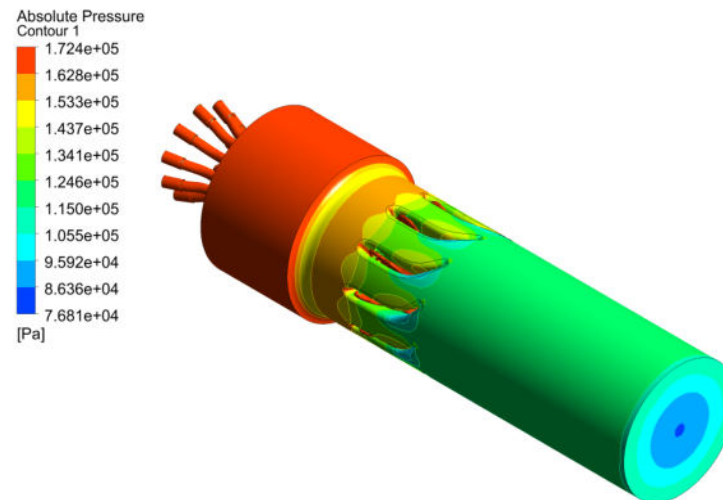
Расчетная модель форсунки



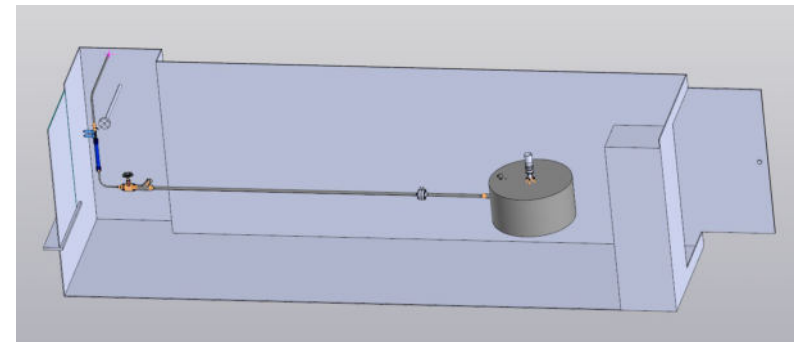
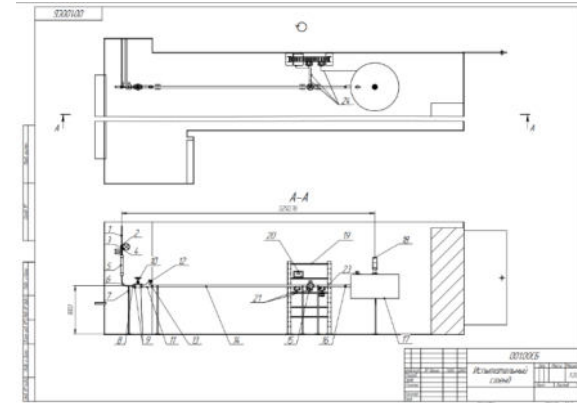
Эпюра скоростей форсунки



Эпюра давлений

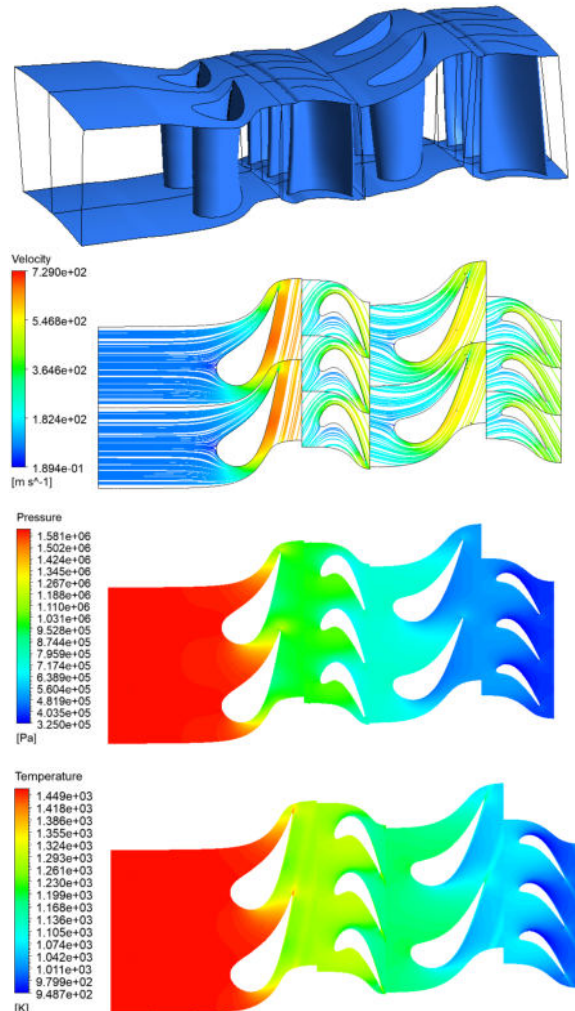


Стенд для испытаний форсунки

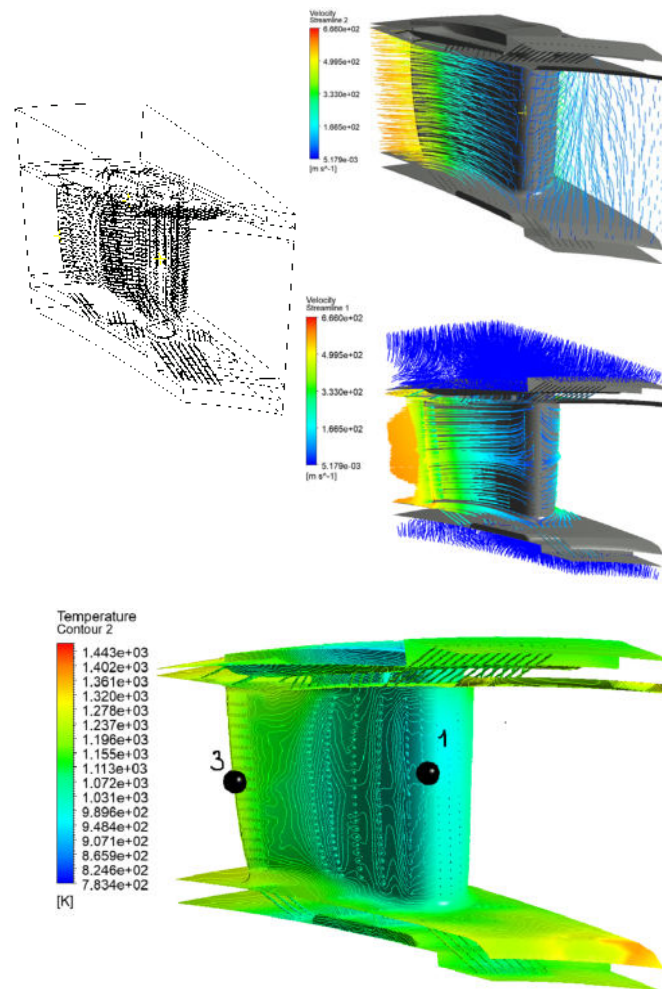


Выполнение НИОКР «Разработка конструкции и технологии изготовления с применением аддитивных технологий критических деталей горячего тракта ГТУ Т32 (MS5002E)»

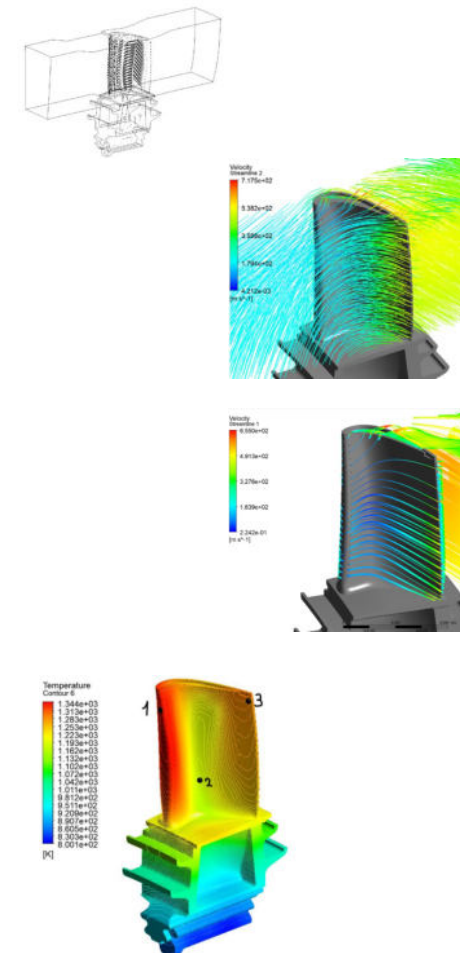
Модель для расчета ТВД ГТУ Т32 и результаты расчета



Модель для расчета системы охлаждения 1 СА и результаты расчета



Модель для расчета системы охлаждения 1 РЛ и результаты расчета



Разработка новых конструкций лопаток адаптированных под печать методом селективного лазерного плавления



Направления научной деятельности по компрессорной тематике

Проектирование центробежных и осевых компрессоров различного назначения с КПД на мировом уровне

Производится выполнение газодинамических проектов компрессоров, сопоставление вариантов исполнения, выбор схемы. При необходимости имеется возможность проведения экспериментально проверки модельных ступеней на стендах.

Анализ технического состояния компрессоров и рекомендации по модернизации и эксплуатации

Производится анализ установленного на производстве компрессорного оборудования и условий их эксплуатации, делаются оценки по экономии энергии в случае замены оборудования и соответствующие рекомендации. Вырабатываются рекомендации по компенсации осевых усилий, устранению вибраций и т.д.

Сертификация приобретаемых компрессоров

Многие поставляемые компрессоры имеют КПД ниже заявленного производителем. По основным размерам проточной части может быть произведена оценка реальных характеристик компрессора. При необходимости, имеется возможность провести модельные испытания первой ступени компрессора на имеющихся в распоряжении сектора экспериментальных стендах.

Пред-реконструкционное обследование компрессорных установок

с выдачей рекомендаций по составу и мощности оборудования, обеспечивающих максимальную эффективность работы.

Разработка цифровых двойников компрессоров и компрессорных станций

с учетом специфики конкретного объекта и с предоставлением возможности обучения персонала КС в безопасных условиях.

Выполнено более 70 проектов компрессоров, по ним выпущено свыше **400** компрессоров суммарной мощностью более **5 000 МВт**.



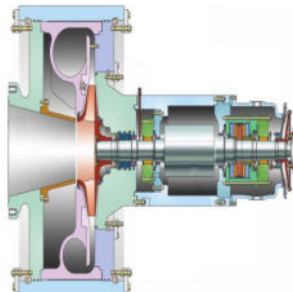
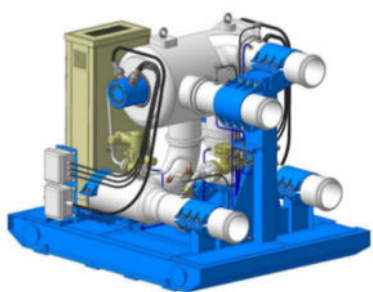
Экспериментальный стенд с высокочастотным электродвигателем и ротором модельной ступени на подшипниках качения

Центробежные компрессоры ГПА

Реализовано более 50 проектов центробежных компрессоров с единичной мощностью до 25 МВт (испытана модель нагнетателя 32 МВт с КПД 90 %), по ним изготовлено более 500 центробежных компрессоров с общей мощностью 5,5 млн. кВт.

Заказчики:

АО «Турбохолод»: с 2005 г. выпускает турбодетандерные агрегаты только по проектам Ю.Б. Галеркина и его команды. По почти 30 проектам построено более 80 шт. турбодетандерных агрегатов с общей мощностью 400 000 кВт.

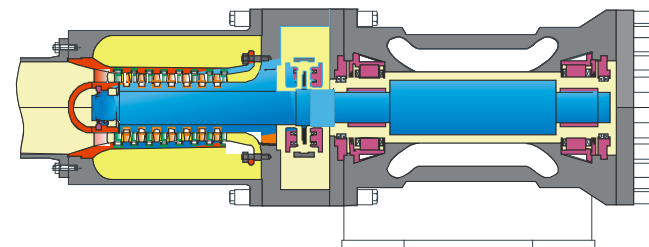
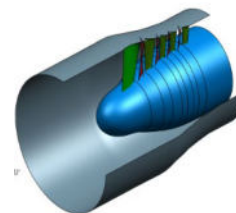


Осевые компрессоры

- Проектирование осевых компрессоров при помощи одномерных и двухмерных моделей.
- CFD-оптимизация осевых компрессоров.
- Расчет газодинамических характеристик осевых компрессоров при различных условиях эксплуатации.

Заказчики:

- Управление науки ОАО «Газпром» «Исследование и анализ эффективности газодинамических и конструктивных параметров осевых компрессоров ГПА с целью определения рациональной области применения»
- ОКБ им. А. Люльки «Разработка технических решений и прототипов устройств – камера сгорания, компрессор низкого давления для создания конкурентоспособных газовых турбин мощностью 25 МВт для газперекачивающих агрегатов на основе цифровых двойников разрабатываемых устройств»



Научные исследования лаборатории

- Центробежные, диагональные и осевые насосы
- Гидродинамические подшипники
- Гидродинамические передачи
- Математическое моделирование процессов течения жидкости
- Проектирование гидравлических машин с использованием САПР
- Построение прогнозных характеристик с использованием математических моделей расчёта турбулентного течения вязкой жидкости в нестационарной постановке
- Создание цифровых моделей насосов для решения связанных задач гидродинамики и прочности с целью оптимизации эксплуатационных параметров насосов
- Разработка технологий проектирования насосного оборудования с использованием ИИ

Образование

бакалавриат

13.03.03_05 Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика

магистратура

13.04.03_06 Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты

курсы повышения квалификации

- Методы испытаний динамических насосов
- Моделирование насосов ТЭС и АЭС
- Моделирование и оптимизация ГЦН и ПЭН
- Цифровой инжиниринг гидравлических сетей

39,5 лет

средний возраст членов научной группы

70% научной группы
младше 39 лет

40% научной группы –
студенты и аспиранты

более
15 выполненных НИОКР
за последние 5 лет

более
20 зарегистрированных РИД:
программ для ЭВМ и
патентов

более
90 публикаций в журналах (в
т.ч. Q1) за последние 5 лет

Материально-техническая база



ЦКБМ
РОСАТОМ



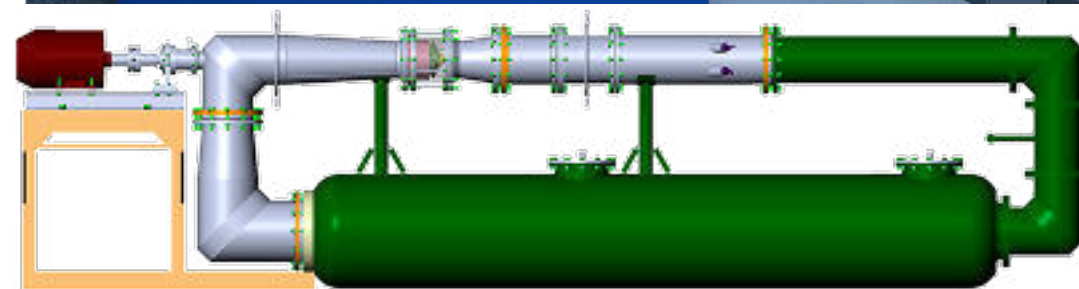
ЦИФРОВОЙ
ИНЖИНИРИНГ
ПИШ СПбПУ

Инженерный центр проектирования насосного оборудования «ЦКБМ – Политех»

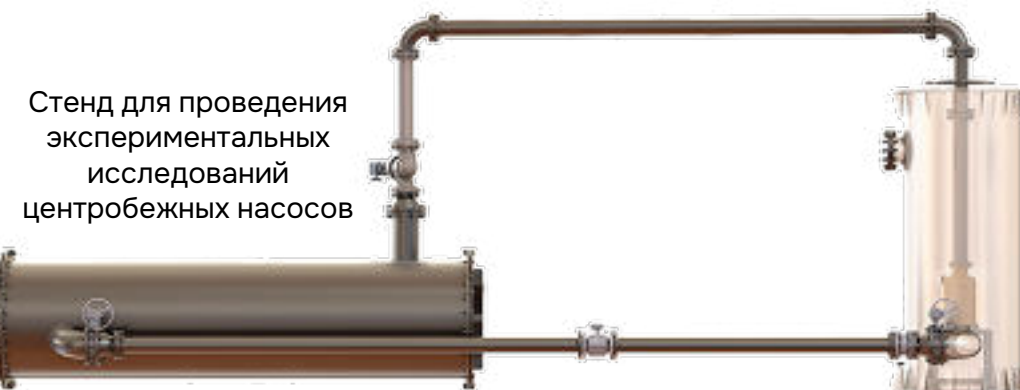
Научно-образовательное пространство предназначено для подготовки инженеров в области проектирования и разработки насосного оборудования для атомной отрасли в основном образовательном процессе, ходе выполнения совместных с АО «ЦКБМ» НИОКР, а также реализации программ повышения квалификации.



Лаборатория гидромашиностроения



Стенд для проведения экспериментальных исследований осевых насосов



Стенд для проведения
экспериментальных
исследований
центробежных насосов

Реализованные в интересах ГК «Росатом» НИОКР (с участием студентов)



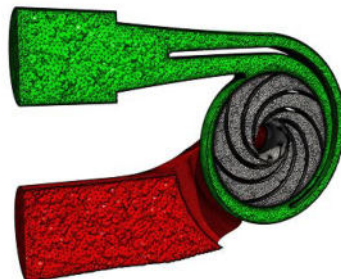
ИЭ Высшая школа
энергетического
машиностроения



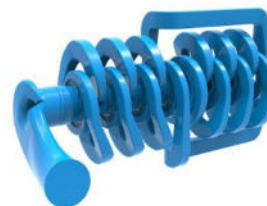
Обоснование работоспособности
проточной части ГЦНА-1720
ПУ БРЕСТ-ОД-300, доводка профилей
лопастной системы ГЦНА-1720 на
воде с использованием
лакокрасочных покрытий



Выполнение гидравлических
расчетов проточных частей
центробежных насосов: АПЭ
150-90А, АПЭ 1650-80А, АПЭ
400-90А и их модификаций



Разработка и проектирование
проточных частей главного
питательного насоса типа Д и
бустерного питательного насоса
типа Д (ГПН и БПН)



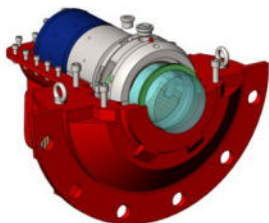
Проектирование проточной
части нефтяного двухпорного
многоступенчатого насоса



Оптимизация проточной части
насоса типа ЦНСп-240 с оппозитным
расположением рабочих колес для
систем поддержания пластового
давления нефтяных месторождений



Разработка проточной части
питательного электронасоса
ПЭН-260-115



Модернизация подшипников
скольжения для
магистральных насосов



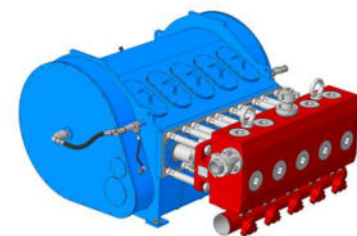
Разработка конструкции упорного
подшипника насоса ЦНСп 240
оппозитным расположением
рабочих колес для систем
поддержания пластового давления
нефтяных месторождений



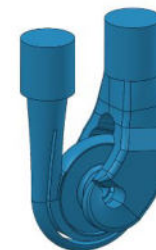
Модернизация подшипников
скольжения для
электродвигателей МНА



Проектирование проточной
части насоса со шнеком



Анализ эффективности
технических решений в
конструкции плунжерного
насоса НГРП 2000



Разработка проточной части
предвключенного
питательного насоса
(бустерного) ПДА 2500-20

Научные исследования лаборатории

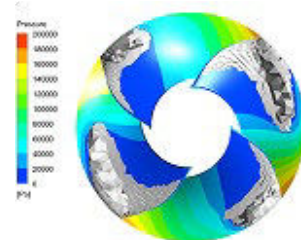


ПРОРЫВ
РОСАТОМ

**Обоснование работоспособности
проточной части ГЦНА-1720 РУ БРЕСТ-ОД-
300, доводка профилей лопастной системы
ГЦНА-1720 на воде с использованием
лакокрасочных покрытий**

- Проточная часть для ГЦНА-1720 была спроектирована в Лаборатории гидромашиностроения научной группой под руководством д.т.н., профессора А. А. Жарковского.
- Главный циркуляционный насос осевого типа за секунду способен прокачать ~11 т расплавленного свинца через первый контур реактора.
- Для обеспечения высоких кавитационных качеств, осевые насосы должны обладать высокими антиэрозионными свойствами для обеспечения требуемого срока службы. Эрозионное разрушение поверхностей лопастей имеет место, когда кавитационный запас значительно превышает критическое значение.
- Для обоснования работоспособности проточной части и исследования возникновения кавитационной эрозии применялись численные расчеты и эксперименты с легко разрушаемым лакокрасочным покрытием

Визуализация результатов
CFD-расчета проточной части



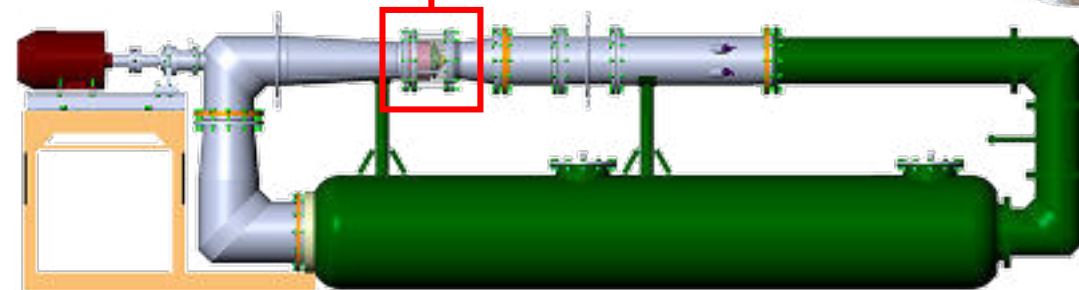
Геометрия лопастной
системы рабочего колеса и
направляющего аппарата



Рабочее колесо,
покрытое легко
разрушаемым
лакокрасочным
покрытием



Результаты
кавитационных
испытаний в
течение 540 с на
режиме $0,3 \times Q_{ном}$



Научные исследования лаборатории



АСЭ
РОСАТОМ

Расчет переходных процессов в основной системе циркуляционной воды АЭС «Эль-Дабба» и «Пакш-2» при пуске и останове насосных агрегатов

Численное моделирование гидравлической сети

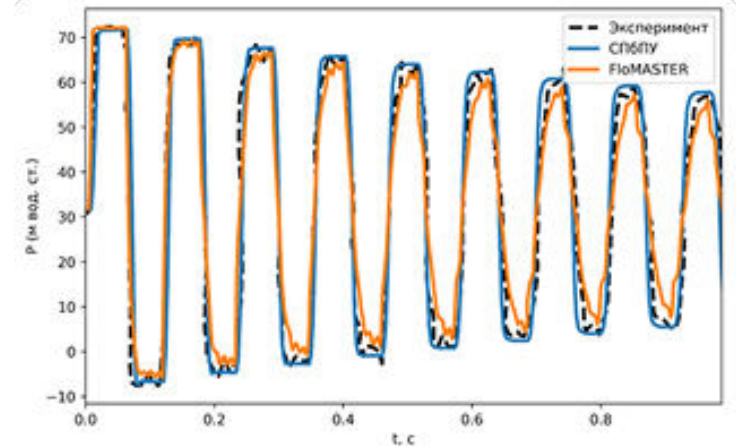
- Построение схемы гидравлической сети: EPANET, FreeCAD
- Построение расчетной сетки для CFD моделирования: Salome
- Расчет динамики пуска/останова насосных агрегатов: ПО Лаборатории гидромашиностроения
- Численное моделирование переходных процессов в 1D-2D постановках: TSNет, OpenFOAM
- Автоматизация и обработка результатов моделирования: Python, Veusz

Верификация используемого ПО

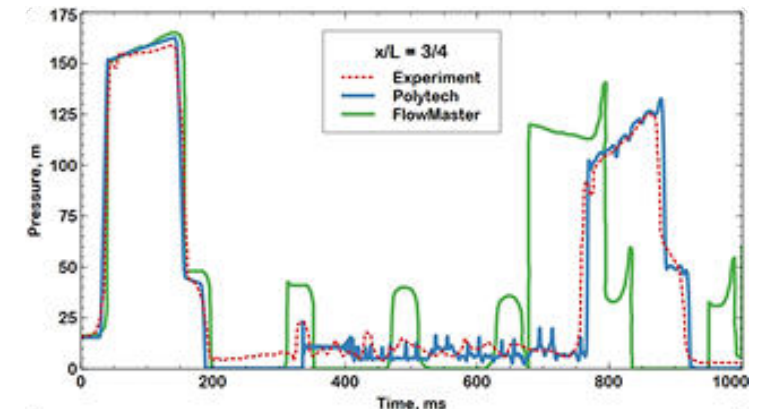
- Численное 3D моделирование гидравлических машин: динамические насосы (осевые, центробежные, диагональные), струйные насосы, расчет элементов гидравлической сети
- Численное 1D/2D моделирование гидравлических сетей: расчет переходных процессов, кавитационных явлений



Построение гидравлической схемы



Моделирование затухания ударной волны



Моделирование гидроудара с развитой кавитацией

Научные исследования лаборатории



Разработка и экспериментальные исследования погружных центробежных насосов

- Водоотливные погружные электронасосы (ВПЭН) перекачивают жидкости с повышенным содержанием твердых частиц, песка, глины, ила и иных примесей. Насосы используют в судостроении, строительстве, горнодобывающей и других отраслях.
- Разработан, изготовлен и испытан опытный образец насоса ВПЭН 160/15.
- Отработана технология изготовления проточных частей (рабочих колёс и направляющих аппаратов). Расчётные характеристики подтверждены в результате экспериментальных исследований в Лаборатории гидромашиностроения.

01

Разработка и расчёты в «цифре»

02

Изготовление опытного образца ПЧ из PLA пластика

03

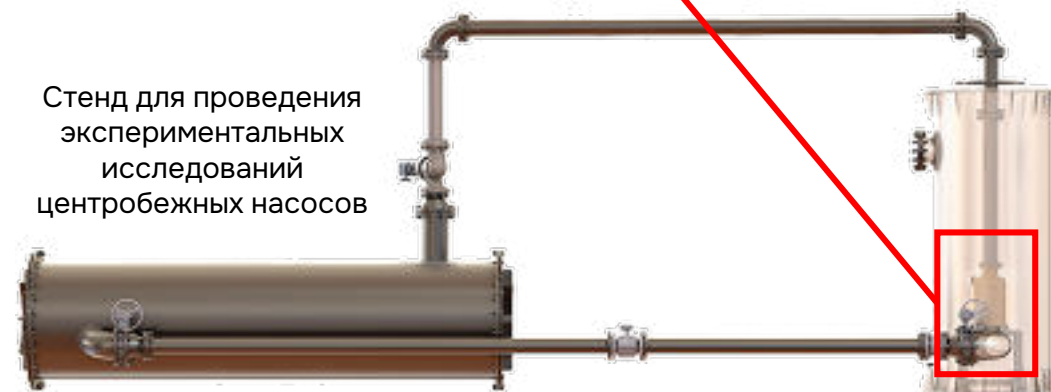
Изготовление опытного образца ПЧ из сплава ЛЦ40С

04

Экспериментальные исследования и сравнение результатов



Опытный образец
ВПЭН 160/15



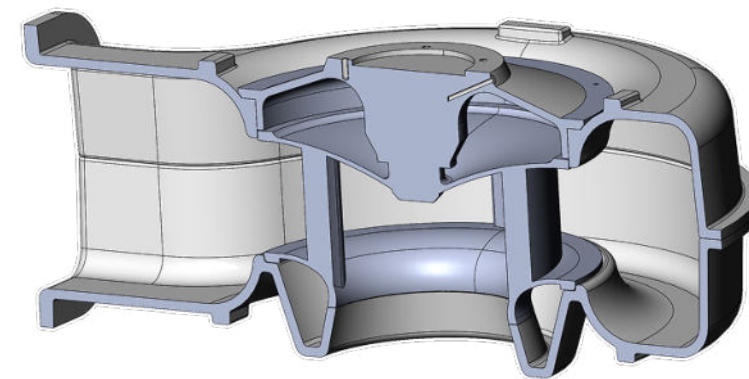
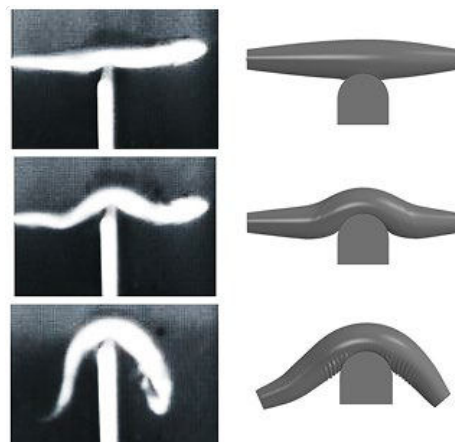
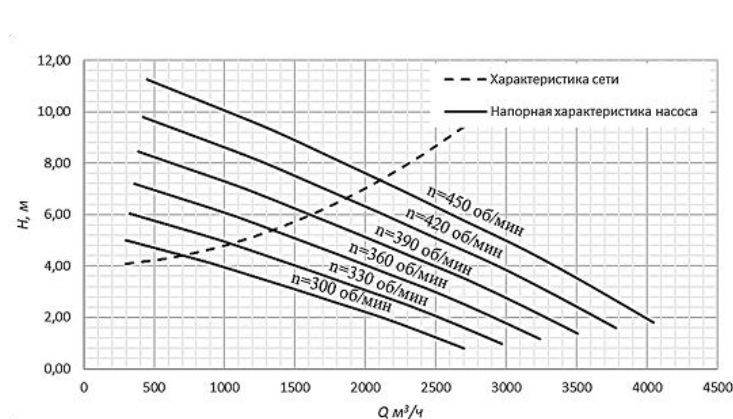
Стенд для проведения
экспериментальных
исследований
центробежных насосов

Научные исследования лаборатории

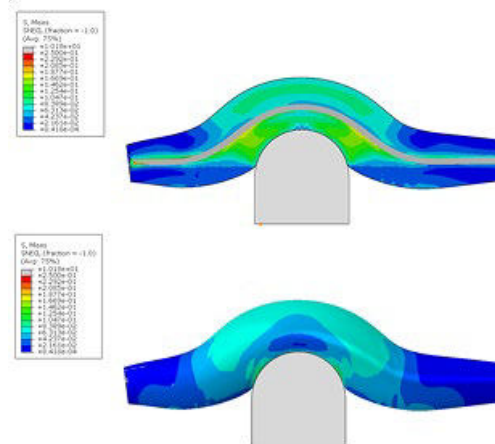


Проведение виртуальных испытаний погружного рыбонасоса на основе численного моделирования

- Получены прогнозные энергетические характеристики погружного рыбонасоса.
- Выполнен расчет характеристики сети.
- Разработаны методики для анализа повреждаемости рыбы статистическим и численным методами.



Погружной рыбонасос для перемещения водно-рыбного потока из орудий лова (неводы; тралы; садки, для разведения рыбы) до водоотделителя





Мы на связи

ПРОФИТЕТ 2030⁺

лидерами становятся



ИЭ Высшая школа
энергетического
машиностроения

директор Высшей школы
энергетического
Машиностроения
Института энергетики

**Алешина Алена
Сергеевна**

✉ alena.aleshina@spbstu.ru