



**Открытое акционерное общество  
«Научно-производственное объединение по  
исследованию и проектированию энергетического  
оборудования им. И.И. Ползунова»**



*Используя лучшее, создаем новое*

# **ОАО «НПО ЦКТИ»**

**ОБЩАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ОАО «НПО ЦКТИ»: ОТДЕЛЕНИЯ, ОТДЕЛЫ,  
ЛАБОРАТОРИИ, СЕКТОРА.**

## **Территориальная принадлежность**



*Основная территория*

*Адрес:*

*Россия, 191167,*

*Санкт-Петербург,*

*ул. Атаманская, д. 3/6*



*Территория «Лесное»*

*Адрес:*

*Россия, 194021*

*Санкт-Петербург,*

*ул. Политехническая, д. 24*

## История предприятия

**ЦКТИ создан в 1927 году**, в период реализации плана ГОЭЛРО, по инициативе ведущих ученых нашей страны - академика А.Ф. Иоффе, членов-корреспондентов Академии наук М.В. Кирпичева и М.А. Шателена, профессора В.Н. Шрётера - в целях научно-технического обеспечения отечественного энергетического машиностроения и энергетики.

Название Института менялось на различных этапах его развития, в связи с изменением организации котлотурбинной промышленности: Бюро теплотехнических исследований (**БЮТИ**), Ленинградский областной теплотехнический институт (**ЛОТИ**), Научно-исследовательский котлотурбинный институт (**НИКТИ**), Всесоюзный институт тепло- гидро-энергетического оборудования (**ВИТГЭО**), и, наконец, **с 1935 года - ЦКТИ (Центральный котлотурбинный институт)**.

**Основными направлениями работ были:** создание теории моделирования процессов теплообмена, теории и систем автоматического регулирования, методов расчета циркуляции, исследования внутрикотловых процессов, процессов горения, течений с большими скоростями, исследования решеток профилей турбин и турбомашин, вопросы прочности и ресурса энергооборудования и др.

Фундаментальные исследования и разработки, проведенные в НПО ЦКТИ, созданные нормативные методы расчета и проектирования стали основой развития отечественного энергомашиностроения.

**В 1947 году** институту было присвоено имя известного русского теплотехника **Ивана Ивановича Ползунова**.

**В 1960 году** решением Правительства ЦКТИ был **определен головным институтом** в области энергомашиностроения.

**В 1976 году** решением Правительства на базе ЦКТИ создано Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования - **НПО ЦКТИ**. В состав Объединения входили Центральный котлотурбинный институт, Опытный завод ЦКТИ, филиалы в Барнауле и Ростове.

**В 1977 году** за заслуги в области исследований и разработок по созданию нового энергооборудования НПО ЦКТИ было награждено **Орденом Октябрьской Революции**.

**В 1994 году** Объединение преобразовано в акционерное общество открытого типа **АООТ «НПО ЦКТИ»**.

**В апреле 2002г.** предприятие было преобразовано в **Открытое Акционерное Общество «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова» (ОАО «НПО ЦКТИ»)**.

ОАО «НПО ЦКТИ» является ведущим научным и инжиниринговым центром отечественного энергомашиностроения, предприятие ориентировано на разработку и продвижение новых технологий и инновационных продуктов применительно к атомным, тепловым и гидравлическим электростанциям (АЭС, ТЭС, ГЭС), промышленной и коммунальной энергетике.



## Интеллектуальный потенциал

Кадровый потенциал ОАО «НПО ЦКТИ» - **815** человек, в том числе **524** сотрудника имеют высшее образование, **80** сотрудников с докторскими и кандидатскими степенями.

В ОАО «НПО ЦКТИ» с 2004 года успешно функционирует система менеджмента качества (СМК).

Соответствие системы менеджмента качества требованиям международного стандарта ISO 9001:2008 и национального стандарта ГОСТ ISO 9001-20011 **подтверждено сертификатом Системы сертификации ГОСТ Р № РОСС RU.ИСО9.К01561**, международным сертификатом IAF № 02.154.13 и международным сертификатом IQNet № RU-Q01561.

**ОАО «НПО ЦКТИ» - лауреат премии Правительства Санкт-Петербурга по качеству 2012 года.**

ОАО «НПО ЦКТИ» имеет 8 лицензий на разрешенные виды деятельности, в т. ч. в области использования атомной энергии.

ОАО «НПО ЦКТИ» является членом СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ», СРО НП «ЦЕНТР ЭНЕРГОАУДИТА» и является членом Саморегулируемой организации Ассоциации «Объединение строителей Санкт-Петербурга».

В ОАО «НПО ЦКТИ» функционирует **Испытательный центр энергетического оборудования (ИЦЭО), аккредитованный в Федеральной службе по аккредитации РФ и ГК «Росатом».**



## **Интеллектуальный потенциал**

**С 1962 года** в ОАО «НПО ЦКТИ» непрерывно действуют **советы по защите докторских и кандидатских диссертаций**. За это время было проведено 517 защит докторских и кандидатских диссертаций, подготовленных сотрудниками ЦКТИ и работниками предприятий отрасли.

Полномочия Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций (Диссертационного совета) на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук Д 520.023.01 продлены приказом Рособнадзора №105нк от 11.04.2012 г. на срок действия номенклатуры специальностей научных работников по специальностям:

05.14.14 – *Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты;*

05.14.03 – *Ядерные энергетические установки, их проектирование, эксплуатация и вывод из эксплуатации;*

05.16.09 – *Материаловедение (машиностроение).*



## Интеллектуальный потенциал

ОАО «НПО ЦКТИ» является **лидером патентной активности** среди предприятий и организаций г. Санкт-Петербурга. В **2016 году** ОАО «НПО ЦКТИ» продолжило планомерную работу по совершенствованию патентной деятельности. Получено **8 патентов РФ** на изобретения и полезные модели, подано в Роспатент **13 заявок** на изобретения и полезные модели, получено **7 решений о выдаче патентов РФ** на изобретения и полезные модели, поддерживаются в силе **119 патентов РФ** на изобретения и полезные модели.



	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.	2015г.	2016г.
Подано заявок на изобретения	11	7	7	1	4	5
Подано заявок на полезные модели	7	7	7	9	10	8
<b>Итого подано заявок</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>13</b>
Получено патентов РФ на изобретения	5	3	7	7	4	4
Получено патентов РФ на полезные модели	3	10	4	10	8	4
<b>Итого получено патентов РФ</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
Получено решений о выдаче патентов РФ на изобретения	6	6	7	6	3	4
Получено решений о выдаче патентов РФ на полезные модели	4	5	9	10	10	3
<b>Итого получено решений о выдаче патентов РФ</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>7</b>
<b>Поддерживаются в силе патенты РФ на изобретения и полезные модели</b>	<b>70</b>	<b>83</b>	<b>94</b>	<b>107</b>	<b>113</b>	<b>119</b>

## Создание научно-технической документации

- **2006 – 2017** гг. ОАО «НПО ЦКТИ» было разработано 102 стандарта организации **(СТО)**.
- **1972 – 1988** гг. Было создано 96 руководящих технических материала **(РТМ)**.
- **1981 – 2013** гг. Создан 41 руководящий документ **(РД)**.
- **1975 – 2002** гг. Разработано 245 отраслевых стандарта **(ОСТ)**.

СТО ЦКТИ используются отечественными и зарубежными организациями, осуществляющими деятельность в сфере энергомашиностроения на основании договоров купли-продажи. Кроме того, указанные СТО ЦКТИ на основании лицензионных соглашений размещаются в базах данных ведущих отечественных информационных компаний, таких как «Norma-CS» и «Кодекс».

## **Организационная структура**

**В ОАО «НПО ЦКТИ» функционируют следующие научные отделения и отделы:**

**Отделение теплообменного и схемного оборудования**

**Отделение турбинных установок**

**Отделение котельных установок**

**Отдел перспективных разработок**

**Отдел прочности и ресурса энергооборудования**

**Испытательный центр энергетического оборудования**

## Организационная структура

**В ОАО «НПО ЦКТИ» функционируют следующие подразделения обеспечения научно-технической деятельности:**

- Экспериментальная ТЭЦ.
- Отдел технического регулирования, лицензирования и информационного обеспечения.
- Технический архив.
- Электронно-технический архив.
- Научно-техническая библиотека.
- Цех изготовления нестандартизированного оборудования.
- Отдел обеспечения тендерных и электронных процедур.
- Отдел главного метролога.
- Сектор внешнеэкономических связей.

# Отделение теплообменного и схемного оборудования

## Основные отделы и лаборатории

- **Отдел теплообменного оборудования:**
  - Сектор поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС и АЭС;
  - Лаборатория модернизации и испытаний оборудования схем регенерации паровых турбин;
  - Лаборатория смешивающих теплообменных аппаратов, выпарных установок и вспомогательного оборудования;
  - Сектор термических деаэраторов;
  - Сектор поверхностных теплообменных аппаратов промышленных энергоустановок систем теплоснабжения.
- **Лаборатория теплотехнических процессов в оборудовании АЭС.**
- **Лаборатория разработки и исследования насосного оборудования ТЭС и АЭС.**
- **Испытательный центр энергетического оборудования.**
- **Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС.**
- **Лаборатория разработки, проектирования и технико-экономических исследований теплоэнергетических установок и систем.**

## Отдел теплообменного оборудования

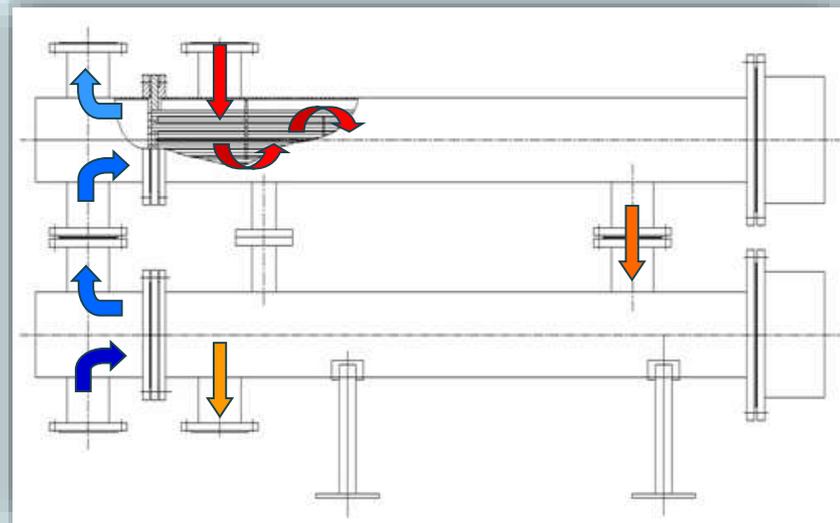
Эффективное и надёжное теплообменное оборудование для систем теплоснабжения

### Водо-водяные подогреватели ПВМР



#### Особенности подогревателей ПВМР:

- Плавающая малая водяная камера.
- Малая занимаемая площадь и объём помещения.
- Возможность выемки трубной системы для очистки межтрубного пространства.
- Низкая загрязняемость за счёт увеличения скоростей воды.



## Отдел теплообменного оборудования

### Пароводяные подогреватели со встроенным охладителем конденсата



#### Усовершенствованная трубная система:

- Одноходовое поперечное движение пара через пучок.
- Выделенная зона охлаждения паровоздушной смеси.
- Жёсткий каркас и небольшие свободные пролеты труб.

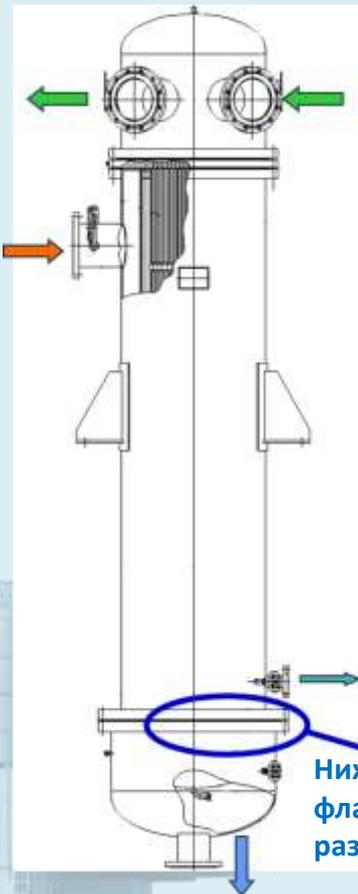
**Наличие зоны охлаждения конденсата греющего пара позволяет отказаться от применения внешних охладителей конденсата.**

*Принципиальная схема котельной при комплектации узла подогрева сетевой воды подогревателям и со встроенным охладителем конденсата и подогревателем ПВМР.*



# Отдел теплообменного оборудования

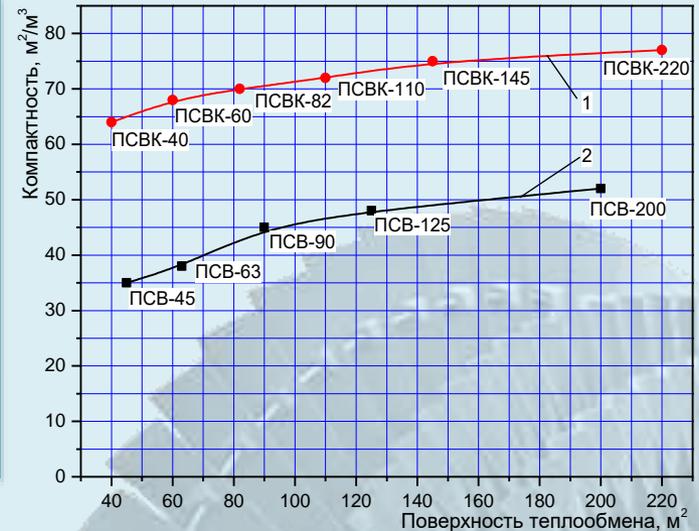
## Новые вертикальные сетевые подогреватели ПСВК



### Особенности подогревателей типа ПСВК:

- Наличие нижнего фланцевого разъёма корпуса, что значительно упрощает обслуживание и ремонт аппарата в котельных.
- Трубная система подогревателей спроектирована так, что обеспечивается большая тепловая мощность подогревателя при уменьшенных размерах корпуса.
- Трубная система обладает высокой жёсткостью и вибрационной надёжностью.

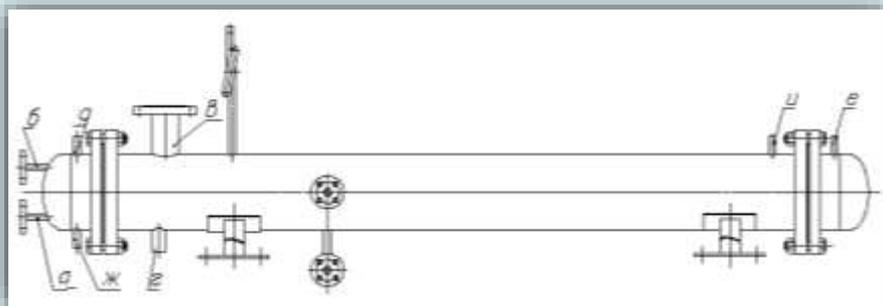
**Нижний фланцевый разъём**



# Отдел теплообменного оборудования

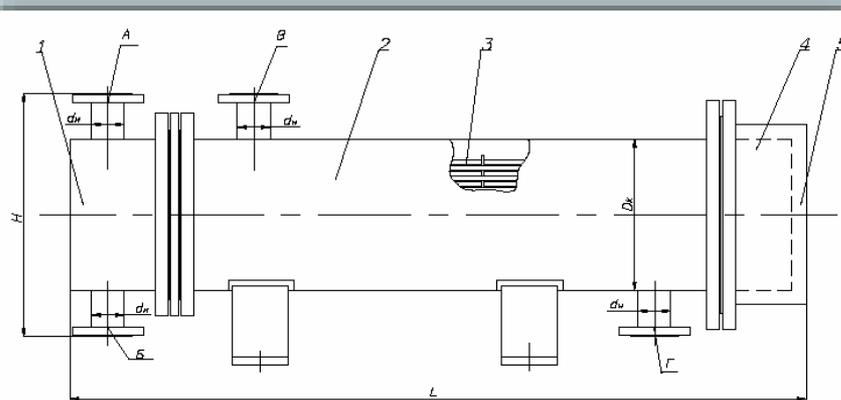
## Подогреватели мазута

### Паровые малой производительности



Подогреватели имеют производительность **250-1600 кг/ч**, обеспечивают нагрев номинального расхода мазута М100 от **70 до 95 °С** при давлении пара **10 кгс/см<sup>2</sup>**. Подогреватели рассчитаны на давление мазута **25 кгс/см<sup>2</sup>**. Подогреватели ПММ имеют встроенный охладитель конденсата греющего пара.

### Водяные подогреватели мазута



**Греющая среда – вода.**

Подогреватель обеспечивает подогрев мазута марки М100 от **60 до 95 °С**, производительность 500-2500 кг/ч.

### Подогреватели мазута с оребрѐнными трубами, заменяющие подогреватели ПМР



Подогреватели ПМРН обеспечивают подогрев мазута М100 от **60 до 135 °С**, имеют производительность от **6 до 400 т/ч**, более высокую тепловую эффективность и меньшее гидравлическое сопротивление, чем подогреватели ПМР (производство которых прекращено), при этом, практически соответствуют по присоединительным размерам.

# Отдел теплообменного оборудования

Сектор поверхностных теплообменных аппаратов ТЭС и АЭС

## Основные направления деятельности:

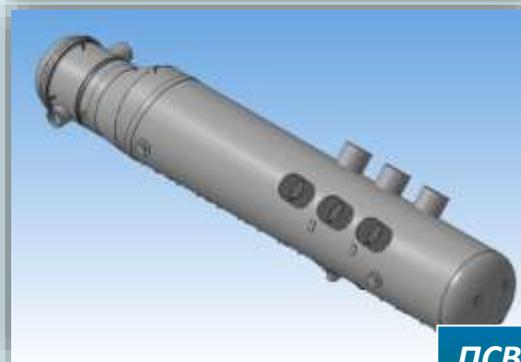
- Разработка новой конструкции и испытание систем низкого давления.
- Разработка и согласование технических проектов на горизонтальные и вертикальные подогреватели низкого давления систем регенерации турбоустановок (ПНД) и горизонтальные, и вертикальные сетевые подогреватели (ПСВ) для ТЭС.
- Проведение теплогидравлических расчетов ПНД, ПСВ.
- Реконструкция, модернизация теплообменного оборудования.
- Испытания, оценка технического состояния.

## Выполняемые работы:

- Разработка технического проекта регенеративных подогревателей поверхностного типа ПНД-1,3,4.
- Разработка технической документации для изготовления ПСГ-1 и ПСГ-2 строящегося энергоблока ПГУ-410Т Ново-Салаватской ТЭЦ.
- Расчет и разработка элементов судовой паротурбинной установки мощностью 36 МВт для атомных ледоколов.

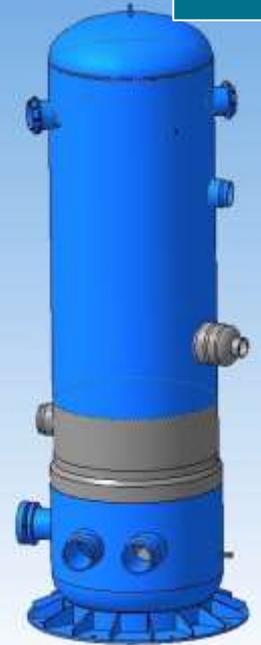


**ПСВ**



**ПСВ**

**ПНД**



## Отдел теплообменного оборудования

Лаборатория модернизации и испытаний оборудования схем регенерации паровых турбин

### Основные направления деятельности лаборатории

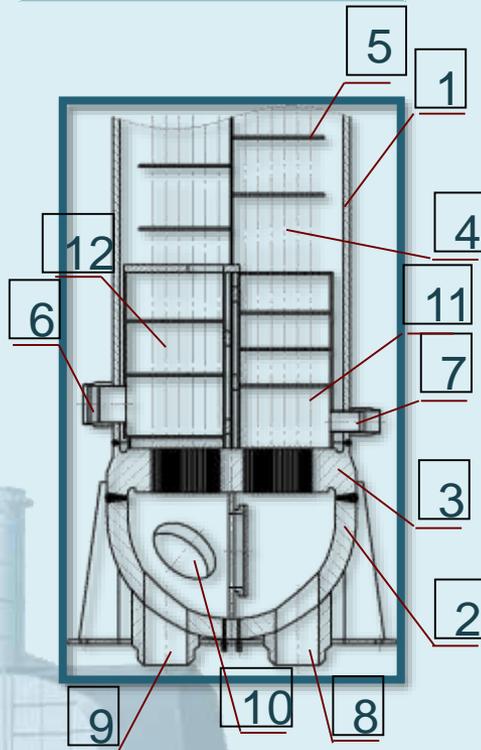
- Разработка подогревателей высокого давления камерного типа. Замена и поставка подогревателей. Модернизация и испытания системы регенерации высокого давления.
- Разработка и поставка регулирующей арматуры (РК) и быстродействующего защитного устройства (клапаны БДЗУ).
- Разработка и поставка смесителей различного назначения.
- Разработка и поставка дроссельных устройств.
- Анализ работы системы сепарации и перегрева пара, смешивающий подогреватель-конденсатный насос, сепаратосборник-насос слива сепарата, деаэратор-питательный насос в статических и динамических режимах.
- Разработка ремонтной документации оборудования системы регенерации паротурбинной установки.
- Разработка и испытания бездеаэраторных тепловых схем.
- Балансовые, гидравлические и режимные испытания подогревателей, анализ режимов работы подогревателей.

# Отдел теплообменного оборудования

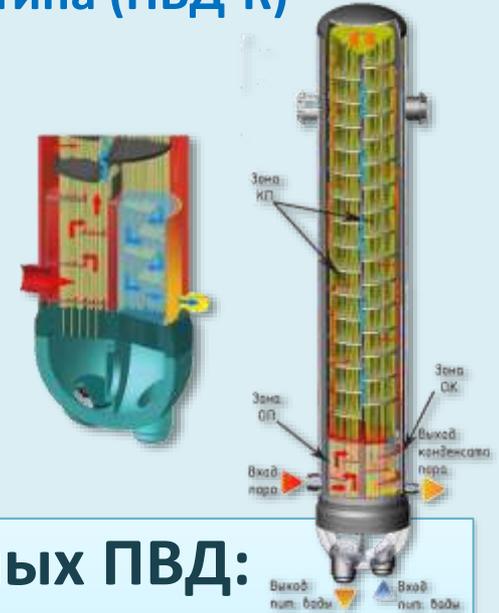
Лаборатория модернизации и испытаний оборудования схем регенерации паровых турбин

## Подогреватели высокого давления камерного типа (ПВД-К)

**Основные элементы конструкции:**



1. Паровой корпус
2. Сферическая водяная камера
3. Трубная доска
4. Трубки теплообмена
5. Перегородки
6. Патрубок входа пара
7. Патрубок выхода конденсата греющего пара
8. Вход питательной воды
9. Выход питательной воды
10. Люк-лаз
11. Зона охлаждения конденсата
12. Зона охлаждения пара



### Преимущества камерных ПВД:

**Безопасность эксплуатации:**

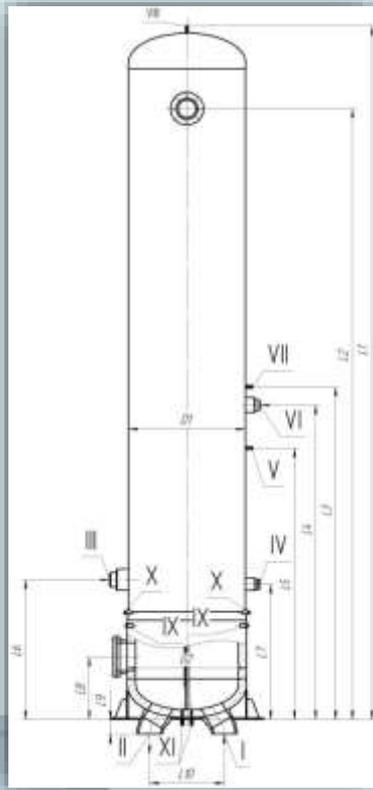
В конструкции камерных ПВД отсутствуют коллекторы, разрыв которых может привести к серьезным авариям на энергоблоках и значительным разрушением в машзале. Конструкция камерного ПВД рассчитана на одновременный разрыв семи рядом стоящих трубок, при этом не вызовет останов блока по вине ПВД.

**Быстрый срок окупаемости.**

## Отдел теплообменного оборудования

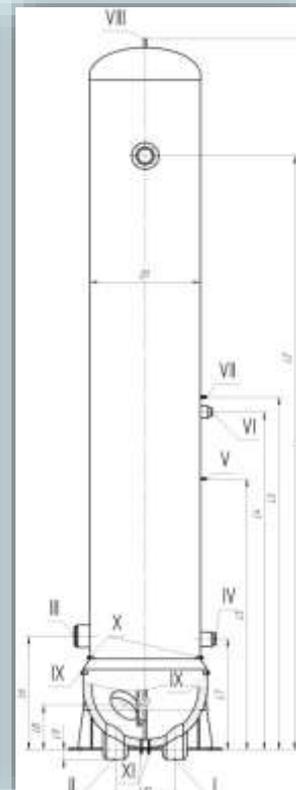
Лаборатория модернизации и испытаний оборудования схем регенерации паровых турбин

### Подогреватели высокого давления вертикального камерного типа (ПВД-К)



*Общий вид ПВД*

ПВД-К-360-230-12-II  
ПВД-К-360-230-25-II  
ПВД-К-360-230-44-II



*Общий вид ПВД*

ПВД-К-425-230-13-II  
ПВД-К-425-230-25-II  
ПВД-К-425-230-37-II

ПВД-К-700-265-13-II  
ПВД-К-700-265-31-II  
ПВД-К-700-265-45-II

**Лаборатория модернизации и испытаний оборудования схем регенерации паровых турбин**
**Поверхностные подогреватели высокого давления системы**

Типо размер камерного подогревателя	Аналог спирально-коллекторного подогревателя	Площадь поверхности и теплообмена, полная, м <sup>2</sup>	Рабочее давление**, МПа		Ном. расход пит. воды, т/ч	Недогрев *, °С	Недоохлаждение , °С	Гидравлическое сопротивление при номинальном расходе воды, МПа	Габаритные размеры, мм		Масса, т		Типоразмер турбины (Д/БТС)
			Воды в трубной системе	Пара в корпусе					Высота	Диаметр корпуса	Сухого	Заполненного водой	
ПВД-К-360-230-21-II	ПВ-350-230-21	360	17,0	1,27	390	0	7	0,1	7500	∅ 1250	20,0	26,0	ПТ-60/75-130/13
ПВД-К-360-230-36-II	ПВ-350-230-36	360		2,55		0		0,11	7500	∅ 1250	20,0	26,0	ЛМЗ,
ПВД-К-360-230-50-II	ПВ-350-230-50	360		4,31		-0,6		0,12	7500	∅ 1250	20,0	26,0	
ПВД-К-425-230-13-II	ПВ-425-230-13	425	17,0	1,22	550	0	7	0,1	6400	∅ 1400	21,5	28,1	ПТ-90/110-130/13
ПВД-К-425-230-25-II	ПВ-425-230-25	425		2,28		0		0,1	6400	∅ 1400	22,2	28,2	ЛМЗ,
ПВД-К-425-230-37-II	ПВ-425-230-37	425		3,32		0		0,1	6400	∅ 1400	23,7	30,3	ПТ-100/110 ЛМЗ К-55-90 ЛМЗ Т-110/120-130 УТЗ
ПВД-К-700-265-13-II	ПВ-775-265-13	700	20,0	1,28	700	-1,0	7	0,12	9380	∅ 1400	39,0	50,0	К-210(215)-130 ЛМЗ,
ПВД-К-700-265-31-II	ПВ-775-265-31	700		3,03		0		0,13	9380	∅ 1400	39,0	50,0	Т-180/210-130 УТЗ
ПВД-К-700-265-45-II	ПВ-775-265-45	700		4,41		-1,0		0,13	9380	∅ 1400	39,0	50,0	Т-185/220-130 УТЗ
ПВД-К-1400-380-21-II ***	ПВ-1250-380-21	1400	29,0	2,1	1050	-1,6	7	0,19	13100	∅1590	61,0	79,0	К-300(330)-240 ЛМЗ К-300(330)-240 ХТЗ,
ПВД-К-1400-380-51-II	ПВ-1700-380-51	1400		5,0		+2,0		0,2	13100	∅1590	61,0	79,0	Т-295(335)-23,5 УТЗ, Т-250/300-240 УТЗ
ПВД-К-1400-380-70-II	ПВ-1550-380-70	1400		6,9		-0,6		0,2	13100	∅1590	61,0	79,0	

\* - расчетный недогрев при номинальной нагрузке энергоблока.

\*\* - максимальные расчетные параметры.

\*\*\* - возможна поставка по схеме Виолена, с выносным охладителем пара при этом параметры ПВД-К уточняются.

**Лаборатория модернизации и испытаний оборудования схем регенерации паровых турбин**
**Характеристики присоединений подогревателей высокого давления**

Типоразмер подогревателя	I – вход питательной воды	II – выход питательной воды	III – вход греющего пара	IV – выход конденсата греющего пара	V - Отвод неконденсирующихся газов	VI - Вход конденсата из ПВД высшей ступени	VII - Вход неконденсирующихся газов из ПВД высшей ступени	VIII - Отвод воздуха из парового корпуса	IX - Отвод воздуха из трубной системы	X - Опорожнение корпуса	XI - Опорожнение трубной системы	Типоразмер турбины	
ПВД-К-360-230-12-II	∅ 273x24	∅ 273x24	∅ 219x11	∅ 108x6	∅ 57x4	∅ 108x6	∅ 57x4	∅ 38x3	∅ 38x3	∅ 38x3	∅ 38x3	ПТ-60/75-130/13,	
ПВД-К-360-230-25-II			∅ 219x11	∅ 108x6		∅ 108x6							
ПВД-К-360-230-44-II			∅ 219x11	∅ 108x6		-							
ПВД-К-425-230-13-II	∅ 273x23,5	∅ 273x23,5	∅ 222x13,5	∅ 159x6,5	∅ 60x5	∅ 135x11,5	∅ 58x5,5	M20	∅ 16x2,5	∅ 38x3	∅ 38x3	ПТ-90/110-130/13 ЛМЗ, ПТ-100/110 ЛМЗ К-55-90 ЛМЗ Т-110/120-130 УТЗ	
ПВД-К-425-230-25-II			∅ 222x20	∅ 159x6,5		∅ 135x11,5							∅ 58x5,5
ПВД-К-425-230-37-II			∅ 222x20	∅ 159x6,5		-							-
ПВД-К-700-265-13-II	∅ 273x24	∅ 273x24	∅ 273x13	∅ 219x8	∅ 57x4	∅ 159x7	∅ 57x4	∅ 38x3	∅ 38x3	∅ 38x3	∅ 38x3	К-210(215)-130 ЛМЗ, Т-180/210-130 УТЗ Т-185/220-130 УТЗ	
ПВД-К-700-265-31-II			∅ 159x9	∅ 159x7		∅ 159x7							
ПВД-К-700-265-45-II			∅ 159x9	∅ 159x7		-							
ПВД-К-1400-380-21-II	∅ 377x50	∅ 377x50	∅ 325x15	∅ 273x10	∅ 57x4	∅ 219x9	∅ 57x4	∅ 38x3	∅ 38x3	∅ 38x3	∅ 38x3	К-300(330)-240 ЛМЗ К-300(330)-240 ХТЗ, Т-295(335)-23,5 УТЗ, Т-250/300-240 УТЗ (Д/БТС)	
ПВД-К-1400-380-51-II			∅ 219x22	∅ 219x9		∅ 159x9							
ПВД-К-1400-380-70-II			∅ 159x16	∅ 159x9		-							

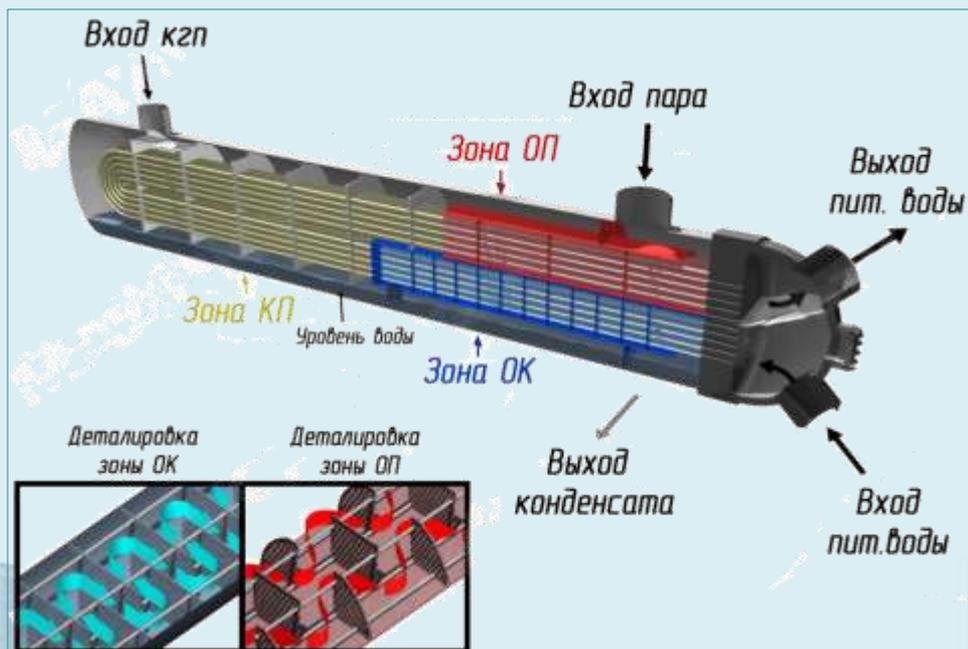
Размеры патрубков и их расточка может быть уточнена для конкретной турбоустановки и схемы включения.

Д – деаэрационная тепловая схема; БТС – бездеаэрационная тепловая схема.

## Отдел теплообменного оборудования

Лаборатория модернизации и испытаний оборудования схем регенерации паровых турбин

### Подогреватели высокого давления горизонтального камерного типа (ПВГ-К)



#### Основные элементы конструкции:

- Паровой корпус.
- Сферическая водяная камера.
- Трубная доска.
- Трубки теплообмена.
- Перегородки.
- Патрубок входа пара.
- Патрубок выхода конденсата греющего пара.
- Вход питательной воды.
- Выход питательной воды.
- Люк-лаз.
- Зона охлаждения конденсата.
- Зона охлаждения пара.

#### Подогреватель высокого давления камерного типа (ПВД-К)



**Преимущество горизонтального исполнения в отсутствии массы воды в паровом пространстве подогревателя, что снижает вероятность попадания влаги в турбину и разгон ротора турбины, т.е. увеличивается надежность всей турбинной установки.**

Лаборатория модернизации и испытаний оборудования схем регенерации паровых турбин

## Разработка и поставка регулирующей арматуры (РК) и быстродействующего защитного устройства (клапаны БДЗУ)

Регулирующие клапаны (РК)



Быстродействующее защитное устройство (БДЗУ) для подогревателей высокого давления (ПВД)

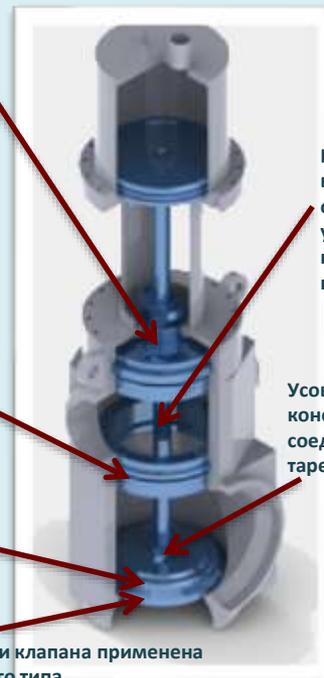
**Усовершенствованные конструктивные и технологические решения:**

Новые уплотнительные материалы, исключающие протечки через сальниковые уплотнения

Посадка тарелки, исключающая протечки питательной воды помимо ПВД

Специальные эрозионно-стойкие наплавки

В нижнем закрытом положении клапана применена запатентованная посадка нового типа, обеспечивающая плотное закрытие при срабатывании



При срабатывании впускного клапана обеспечена устойчивость штока, исключающая его прогиб

Усовершенствована конструкция узла соединения штока с тарелкой



**Клапаны БДЗУ (впускной и обратный)**

## Отдел теплообменного оборудования

Лаборатория смешивающих теплообменных аппаратов, выпарных установок

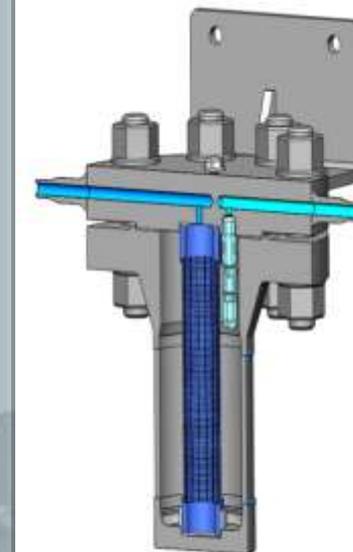
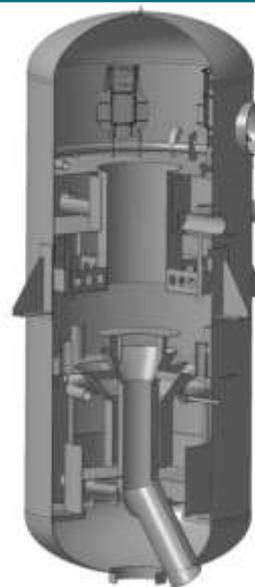
### Основные направления деятельности лаборатории

1. Разработка, изготовление, поставка, пуско-наладочные работы, испытания, модернизация и реконструкция:

- нового поколения теплообменных аппаратов смешивающего типа в схеме регенерации низкого давления для ТЭС, ГРЭС;
- механических фильтров предназначенных для грубой и тонкой очистки от примесей в системах теплоснабжения и в технологических схемах различного производства, а также продувочной воды парогенератора;
- сепараторов непрерывной продувки, расширителей дренажей и охладителей пара.

2. Техно-рабочие разработки деаэрационных устройств в конденсатосборниках конденсаторов.

*Вертикальный регенеративный смешивающий подогреватель типа ПНСВ (патент на изобретение)*



*Фильтр для очистки продувочной воды парогенератора (патент на полезную модель)*

# Отдел теплообменного оборудования

## Сектор термических деаэраторов

### Основные направления деятельности сектора

- Разработка нового и нестандартного оборудования (применительно к условиям объекта).
- Разработка схем установки и выбор оборудования (для деаэраторов атмосферного давления и вакуумных).
- Модернизация и реконструкция оборудования и схем установок.
- Консультации разработчика.
- Изготовление оборудования, в том числе: баки деаэрационные, колонки деаэрационные, охладители выпара, предохранительные устройства и др.
- Техническое сопровождение при проведении монтажных и пуско-наладочных работ.
- Продление срока службы деаэраторов после истечения назначенного срока службы или аварии, в соответствии с действующей НТД, в том числе:
  - разработка индивидуальных программ технического диагностирования и его проведение;
  - проведение экспертизы промышленной безопасности и выдача заключения;
  - выполнение прочностных расчетов;
  - разработка (в случае необходимости) техдокументации по усилению, ремонту и усовершенствованию деаэраторов.

# Отдел теплообменного оборудования

## Сектор термических деаэраторов

### Деаэратор повышенного давления ДП-1000/120



Конструкция деаэратора базируется в основном на известных и проверенных в эксплуатации решениях. Использование в качестве низконапорного водораспределительного устройства в верхней части колонки струйной форсунки позволяет создать дополнительную поверхность контакта водяной и паровой фаз для улучшения тепломассообмена и, тем самым, повысить эффективность работы деаэрационной колонки. Применение двух струйных ступеней в колонке и затопленного барботажного устройства в баке позволяют надёжно гарантировать необходимые нагрев и деаэрацию воды.

Головной образец деаэратора ДП-1000/120 был изготовлен ООО «Сибэнергомаш - БКЗ» в 2005 г. и позднее установлен в схеме турбоустановки 300 МВт ТЭС Уонг Би во Вьетнаме.

ОАО «НПО ЦКТИ» считает целесообразным разработать предложения по **созданию серии новых деаэраторов повышенного давления** для применения в схемах новых и модернизации существующих энергоблоков мощностью **200 – 300 МВт**, направленных на:

- повышение маневренности работы энергоблока;
- уменьшение вертикального габарита и упрощение конструкции деаэратора;
- обеспечение надёжной работы деаэратора при скользящем давлении, в пусковых и переходных режимах;
- повышение экономичности турбоустановки за счёт повышения рабочего давления в деаэраторе и работы на скользящих параметрах в зависимости от нагрузки турбины.

# Отдел теплообменного оборудования

## Сектор термических деаэраторов

### Деаэратор повышенного давления ДП-1000/120

В ОАО «НПО ЦКТИ» разработан деаэратор повышенного давления ДП-1000/120 производительностью 1000 т/ч для применения в схеме энергоблоков мощностью 200-300 МВт.

Деаэратор состоит из горизонтальной колонки, установленной на деаэраторном баке.

**Таблица - Основные характеристики деаэратора.**

Производительность деаэратора номинальная (расчётная), кг/с	277,78
Давление рабочее номинальное абсолютное, МПа	1,08
Давление расчётное избыточное, МПа	1,02
Температура расчётная, К	473,15
Нагрев воды в деаэраторе при номинальной производительности, К	306,15
Диапазон изменения производительности деаэратора, % номинальной	30-100
Удельный расход выпара из деаэратора при номинальной производительности, кг/т д.в. (деаэрированной воды)	1,5
Содержание растворённого кислорода в деаэрированной воде, мкг/кг, не более	
на выходе из деаэратора	7
на входе в деаэратор	20
Геометрическая ёмкость деаэраторного бака, м <sup>3</sup>	186
Полезная ёмкость деаэраторного бака, м <sup>3</sup>	120
Необходимый перепад давления на водораспределительном устройстве, МПа, не более	0,147

# Отдел теплообменного оборудования

## Преимущества выпускаемого оборудования

### Выпускаемое оборудование адаптировано к тяжёлым условиям эксплуатации:

- Возможное отсутствие водоподготовки.
- Возможное отсутствие деаэрации.
- Теплотрассы из углеродистых труб.
- Низкий уровень обслуживания.

### Обладает высокими потребительскими свойствами:

- Тепловая эффективность на современном уровне.
- Надёжность работы.
- Полная ремонтпригодность (разборное исполнение).
- Малые габариты.
- Возможность обслуживания и ремонта на месте эксплуатации.
- Доступные расходные материалы и запчасти.



**Независимость владельца оборудования от поставок уникальных и дорогостоящих запасных частей.**

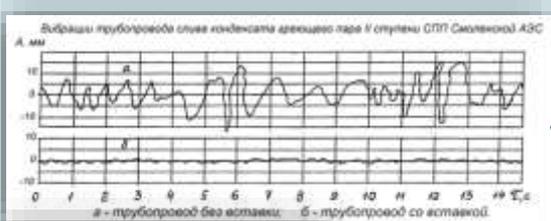
# Лаборатория теплотехнических процессов в оборудовании АЭС

## Основные направления деятельности лаборатории

- **Гомогенизирующие вставки** для устранения вибраций трубопроводов со вскипающими пароводяными потоками.
- **Вставки-ограничители** расхода двухфазного и однофазного потоков и другое нестандартное оборудование трубопроводов АЭС.
- Высокоэффективные теплообменники с теплопередающей поверхностью, формованной **сферическими лунками**.
- **Конденсационные установки** систем локализации аварий АЭС.
- Испытания элементов оборудования при **экстремально низких температурах**.
- Комплексное решение научных проблем, связанных с хранением и транспортировкой ОЯТ (отработавшего ядерного топлива) и ДМ (делящихся материалов).
- Исследовательские работы, связанные с **модернизацией действующего оборудования**, например, СПП (сепараторов-пароперегревателей) блоков с реакторами РБМК, а также проведение стационарных приемных испытаний модернизированного оборудования.
- Исследование процессов **транспорта аэрозолей** в энергооборудовании АЭС при тяжелой аварии.
- Теплогидравлика элементов международного **термоядерного реактора ИТЭР**.
- Экспериментальные исследования **жидкометаллических теплоносителей**.
- **Защитные покрытия** трубных пучков конденсаторов турбин.
- Моделирование процессов **фазового перехода** на низкокипящих теплоносителях.

## Лаборатория теплотехнических процессов в оборудовании АЭС

### Основные работы, выполненные лабораторией



**Гомогенизирующие вставки для устранения вибраций трубопроводов со вскипающими пароводяными потоками**

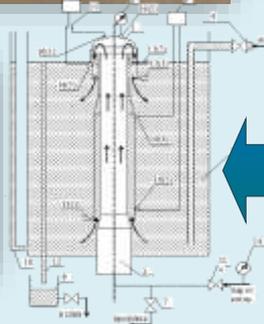
**Вставки-ограничители расхода двухфазного и однофазного потоков и другое нестандартное оборудование трубопроводов АЭС**

Для устранения вибраций трубопроводов, транспортирующих вскипающие потоки на АЭС и ТЭС, разработано устройство, позволяющее перестроить структуру двухфазного потока, в результате чего ликвидируется опасный по условиям возникновения вибраций снарядный режим течения пароводяной смеси. Промышленные испытания вставки на трубопроводах слива конденсата из конденсатосборников I и II ступеней СПП в деаэратор на Хмельницкой, Калининской, Смоленской и Курской АЭС, а также на АЭС «Козлодуй» в Болгарии позволили снизить амплитуду вибраций в 3÷5 раз, сведя их к безопасному уровню.



**Высокоэффективные теплообменники с теплопередающей поверхностью, формованной сферическими лунками**

Разработана технология производства олуненных труб. В настоящее время идет подготовка к испытаниям пластинчатотрубчатых теплообменников с олуненными пластинами.



**Конденсационные установки систем локализации аварий (СЛА) АЭС**

Создана новая конструкция струйного конденсатора для системы СОВА-ТК (система ограничения выброса активности при разрыве технологического канала) Курской АЭС.

## Лаборатория теплотехнических процессов в оборудовании АЭС

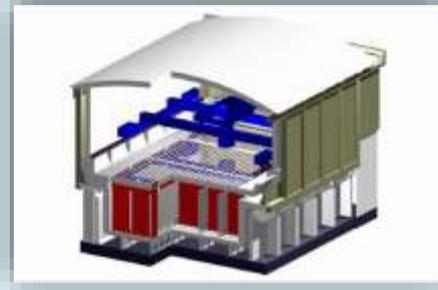
### Основные работы, выполненные лабораторией



**Испытания элементов оборудования при экстремально низких температурах**

В лаборатории имеется холодильная камера объемом 15 м<sup>3</sup>. Холодопроизводительность – 12 кВт при температуре в камере – - 58°С. Камера предназначена для определения работоспособности и ресурсных испытаний элементов тепломеханического оборудования.

**Хранение ОЯТ и ДМ**



В лаборатории выполнен комплекс экспериментальных исследований теплогидравлических характеристик РХДМ (Российского хранилища делящихся материалов), и ХОЯТ (хранилища отработавшего ядерного топлива, см. рисунок).



**Транспортирование ОЯТ и РАО**

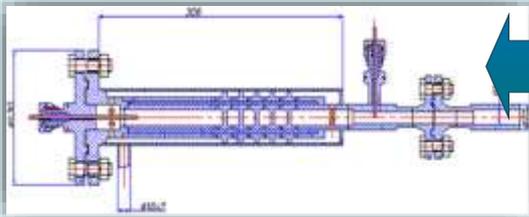
**Испытания «падение на стальной штырь» (требование правил МАГАТЭ) натурной модели ТУК-128**

Падение натурной модели ТУК-128 (ТУК-128/1) в стальной штырь (требование правил МАГАТЭ). Вид с Юго-Запада. ТУК-128/1 (модель) на 0,5 м от центра и 0,5 м от центра (по оси МАГАТЭ).

- Выполнены исследования отвода тепла от отработавших сборок ТВЭЛ, размещаемых для транспортирования и хранения в вертикально и горизонтально расположенных защитных контейнерах, и разработаны методики их тепловых и прочностных расчётов, учитывающие требования МАГАТЭ.
- Выполнены тепловые (и прочностные) расчёты ТУК-6 для 30 ОТВС ВВЭР-440, а также ТУК-10 и два типа ТУК-13 для 6-ти и 12-ти сборок ВВЭР-1000 соответственно. Указанные транспортно-упаковочные комплекты до сих пор эксплуатируются, обеспечивая бесперебойную работу отечественных АЭС с водо-водяными реакторами.
- Совместно с ГНЦ РФ АО «НПО «ЦНИИТМАШ» и АО «Петрозаводскмаш» выполнены исследования по использованию высокопрочного чугуна с шаровидным графитом для отливки корпусов ТУК (отлит 40-тонный корпус контейнера и выпущены Технические Условия на высокопрочный чугун с шаровидным графитом).

## Лаборатория теплотехнических процессов в оборудовании АЭС

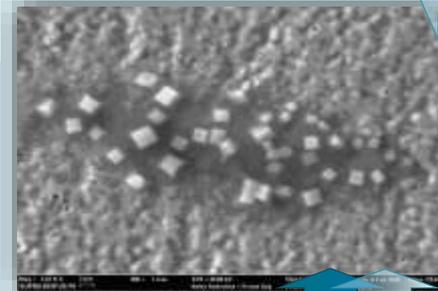
### Основные работы, выполненные лабораторией



*Работы, проводимые на атомных станциях*

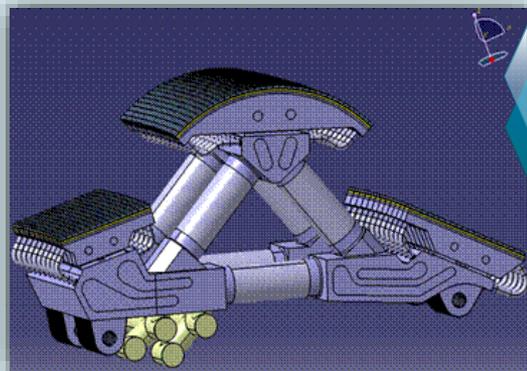
- Лаборатория проводит комплексные исследования эксплуатационных характеристик теплообменного оборудования АЭС. При проведении замеров температурных и расходных характеристик используется стандартное оборудование (термопары, термометры сопротивления, ультразвуковые расходомеры и т.п.).
- Для замера влажности паровых потоков разработан малогабаритный дроссель-калориметр (см. рисунок), позволяющий определять влажность насыщенного пара с минимальным отбором измеряемой среды (до 15 кг/ч).

*Исследование процессов транспорта аэрозолей в энергооборудовании АЭС при тяжелой аварии*



Процессы осаждения и уноса аэрозолей изучаются на специальном стенде с использованием генераторов как жидкого, так и твердого аэрозоля. Скорость воздуха в опытах по осаждению достигает 40 м/с, а в опытах по уносу – более 100 м/с.

*Структура отложений (фото с электронного микроскопа).  
Характерный размер частиц – 2 мкм*

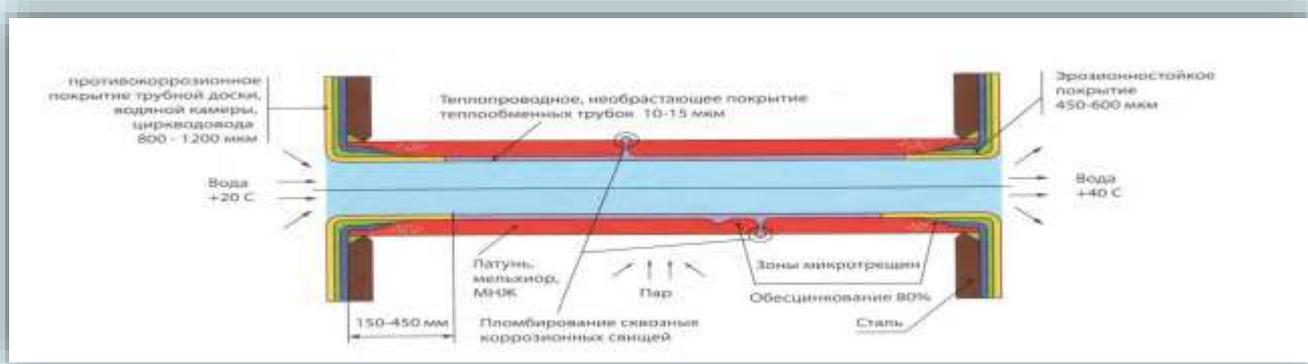


*Теплогидравлика элементов международного термоядерного реактора ИТЭР*

В опытах на модели секции ПДУ разработан метод измерения расходов теплоносителя с помощью тепловизора.

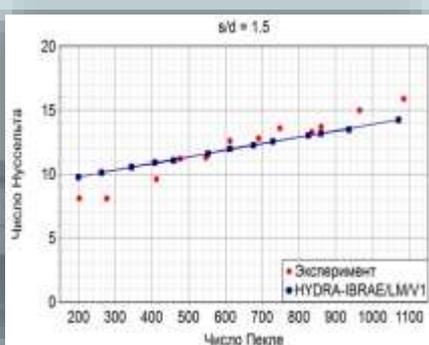
## Лаборатория теплотехнических процессов в оборудовании АЭС

### Основные работы, выполненные лабораторией



**Защитные покрытия  
трубных пучков  
конденсаторов  
турбин АЭС**

- Защитные покрытия позволяют предотвратить коррозию, восстановить поврежденные трубы, продлить срок службы КНД, исключить аварийные остановки энергоблока по причине повреждения трубок.
- Совместно с разработчиком покрытий ООО «НПО «РОКОР» выполнен комплекс работ по решению теплофизических проблем, возникающих при нанесении защитных полимерных покрытий на внутреннюю поверхность трубок конденсаторов низкого давления (КНД), в частности, увеличена теплопроводность материала покрытий.



**Экспериментальные  
исследования  
жидкометаллических  
теплоносителей**

- Выполнен огромный комплекс исследований на натрии, сплавах свинец-висмут и индий-галлий-олово.
- Полученные рекомендации включены международные и национальные руководящие технические материалы.

# Лаборатория разработки и исследования насосного оборудования для ТЭС и АЭС

## Основные направления деятельности лаборатории

- Разработка проектов новых и модернизация находящихся в эксплуатации насосных агрегатов.
- Проведение промышленных испытаний головных и модернизированных образцов насосного оборудования на действующих энергетических объектах.
- Исследование, анализ и разработка рекомендаций по повышению надежности, улучшению технико-экономических показателей и повышению конкурентоспособности насосного оборудования.
- Разработка рабочей документации и изготовление на заводах ряда видов и типоразмеров насосного и запорно-регулирующего оборудования.
- Разработка проектов насосного оборудования и курирование работ (авторский надзор), выполняемых энергомашиностроительными заводами при освоении его производства.
- Техническая экспертиза насосного оборудования, изготовленного другими организациями.
- Разработка и поставка нестандартного оборудования (насосы и запасные части к ним) для энергоустановок ТЭС, АЭС и других промышленных объектов.
- Научно-исследовательские работы, испытания, наладка и авторский надзор за работой на промышленных объектах насосного оборудования.

**Основным преимуществом ОАО «НПО ЦКТИ» является многолетний опыт создания насосов с гидротурбинным приводом для перекачки высокотемпературных сред, находящихся на линии насыщения.**

**Собственно гидротурбинный привод позволяет:**

- оптимизировать частоту вращения агрегата;
- существенно сократить его габариты и металлоемкость;
- упростить конструкцию уплотнений между насосом и гидроприводом;
- осуществить регулирование наиболее рациональным способом – изменением частоты вращения и при использовании подшипников, работающих на рабочей среде гидропривода, создать герметичные насосные агрегаты (при этом из состава турбонасоса исключаются внешние источники маслоснабжения подшипников и уплотнений).

**Особенностью гидротурбинного привода является утилизация потерь энергии в приводе благодаря возврату в цикл энергоустановки рабочей воды, нагретой в насосе – источнике рабочей воды и в гидротурбине.**

## Лаборатория разработки и исследования насосного оборудования для ТЭС и АЭС

### Насосы с гидротурбинным приводом для энергоустановок ТЭС и АЭС

ОАО «НПО ЦКТИ» впервые в мировой практике энергомашиностроения созданы насосы с гидротурбинным приводом для энергоустановок ТЭС и АЭС. Совместно с ФГУП «Завод им. В.Я. Климova» и ФГУП «Воткинский завод» созданы высокооборотные насосы для поддержания пластового давления при нефтедобыче с электро- и газотурбинным приводом.



Общий вид смонтированного агрегата насосного КГТН 850-400А до установки теплоизоляции

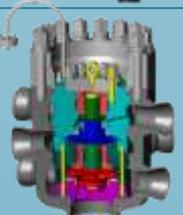
Насосы с гидротурбинным приводом конструкции ОАО «НПО ЦКТИ» по сравнению с традиционными насосами аналогичных параметров **при равной экономичности** имеют:

- существенно меньшие габариты;
- монтируются на трубопроводах без специальных фундаментов;
- не требуют вспомогательных систем для смазки.

Насос типа КГТН 850-400 (подача 850 м<sup>3</sup>/ч, напор 400м) для турбоустановки К-1000-60/3000 «ЛМЗ» имеет **массу менее 3т**, диаметр 780 мм, высоту 1200 мм. Предварительные проработки насоса с электроприводом аналогичных параметров показывают, что масса такого агрегата составляет около 10 т.

## Лаборатория разработки и исследования насосного оборудования для ТЭС и АЭС

### Насосы с гидротурбинным приводом для энергоустановок ТЭС и АЭС

Насос конструкции ОАО «НПО ЦКТИ» и его аналог	Основные параметры	Удельная металлоемкость	Место установки и эксплуатации
	Циркуляционные гидротурбонасосы типа РГТН для котельных агрегатов	Q = 500-1350 м <sup>3</sup> /ч; H = 150м; Tr = 400°С;	4,9 кг/кВт  Тепловые станции с энергоблоками 250-300 Мвт, ТЭЦ-28 «Мосэнерго»
	Циркуляционный насос фирмы «Hayward Taylor» (Великобритания)		39 кг/кВт
	Конденсатные гидротурбонасосы типа КГТН для турбоустановок АЭС	Q = 400-800 м <sup>3</sup> /ч; H = 300-400м; Tr = 300°С;	3,4 кг/кВт  АЭС России, Украины, Китая, Индии, Ирана
	Конденсатный электронасос		13 кг/кВт
	Насосы для поддержания пластового давления ГТНЗ 180-1500	Q = 180 м <sup>3</sup> /ч; H = 1500м;	0,36 кг/кВт
	ВЦНС 25-1400	Q = 25м <sup>3</sup> /ч; H = 1400м;	2,2 кг/кВт
Насос ЦНС 180-1420			11,1 кг/кВт

**Сравнительные габариты циркуляционных насосов для котельных агрегатов равных параметров**



**ОАО «НПО ЦКТИ» разрабатывает и поставляет по индивидуальным заказам нестандартное насосное оборудование для энергетики, нефтедобычи и других отраслей промышленности.**

## Лаборатория разработки и исследования насосного оборудования для ТЭС и АЭС

### Стенд лаборатории

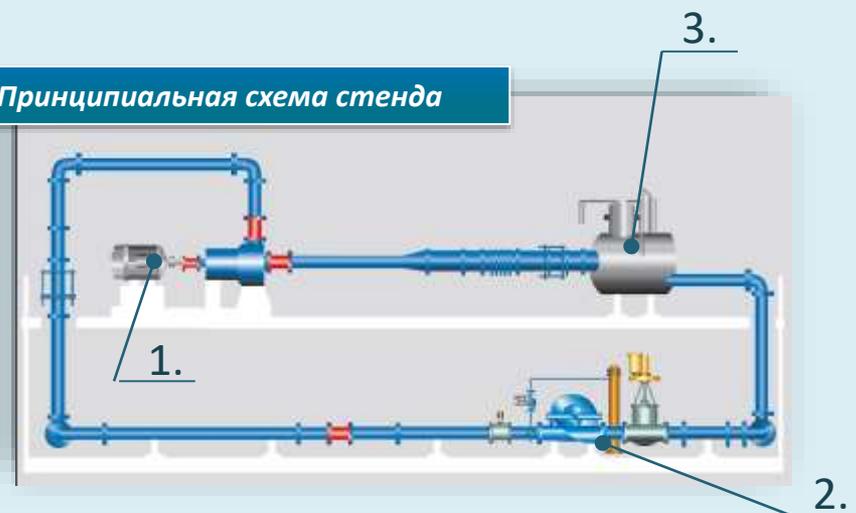
Стенд выполнен герметичным, по замкнутой схеме и соответствует требованиям ГОСТ 6134-2007, предъявляемым для стендов для параметрических испытаний. Рабочая среда - вода техническая холодная.

В состав стенда входит:

- экспериментальная установка (позволяет проводить параметрические испытания как ступеней насоса, так и ступеней приводных гидротурбин);
- гонный насос (создает напор при энергетических испытаниях ступеней гидротурбин; отсекается запорной арматурой при параметрических испытаниях ступеней насоса);
- измерительный участок (для определения расхода);
- бак-сепаратор с возможностью подключения вакуум-насоса (возможность понижения давления в контуре до глубокого вакуума при проведении кавитационных испытаний);
- запорно-регулирующая арматура;
- средства измерений;
- фундаменты и опоры;
- фильтр, трубопроводы подвода и слива воды с соответствующей арматурой;
- нагревательный элемент (нагревает рабочую воду при проведении кавитационных испытаний).

**Целью испытаний** является определение энергетических и напорных характеристик и сравнение полученных результатов с исходными характеристиками. Получение номинальных значений напора и потребляемой (вырабатываемой) мощности ступеней. Испытания на стенде и обработка результатов измерений проводятся по специально разработанной программе и методике проведения испытаний.

Принципиальная схема стенда



1. Гонный насос
2. Экспериментальная установка
3. Бак-сепаратор

# Испытательный центр энергетического оборудования (ИЦЭО)

## Основные направления деятельности отдела

- Проведение испытаний (приемочных, приемо-сдаточных, квалификационных, периодических, сертификационных, типовых, теплогидравлических и др.) энергетического оборудования.
- Испытания судовой и корабельной арматуры.
- Испытания арматуры для нефтегазовой промышленности.
- Испытания рециркуляционных охлаждающих установок, рециркуляционных установок вентиляции, кондиционеров и других теплообменников из оребренных труб.
- Испытания разборных пластинчатых теплообменников.
- Испытания пластинчатых теплообменников со сварным пакетом пластин (типа компаблок).
- Испытания кожухопластинчатых теплообменников.
- Испытания кожухотрубных теплообменников.
- Экспериментальное исследование теплогидравлических процессов и гидродинамической устойчивости на крупномасштабной модели контура естественной циркуляции системы пассивного отвода тепла через парогенератор (СПОТ ПГ) для ЛАЭС-2.
- Экспериментальное определение гидравлических и кавитационных характеристик арматуры.
- Разработка программ и методик проведения теплогидравлических испытаний теплообменного оборудования.
- Создание компьютерных программ теплогидравлического расчета теплообменного оборудования.
- Проведение тепловых, гидравлических и аэродинамических расчетов теплообменного оборудования и трубопроводной арматуры.

## Испытательный центр энергетического оборудования

### Основные направления деятельности отдела

- Испытания оборудования, входящего в состав парового арматурного блока АЭС, и другой продукции, для которой устанавливаются требования, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии.

*Клапан отсечной (ОК) NT.001 для первого блока ЛАЭС-2.*

*Dy=400/300 мм; Pp=7,5МПа;  
Tr=Tн=293 °С; высота 2 м;  
масса 4,2 т*



*Импульсно-предохранительное устройство компенсатора давления DN 100 УФ50024-100-15 с дополнительной линией управления для ЛАЭС-2*



*Быстродействующий запорно-отсечной клапан (БЗОК) NI.006 для первого блока ЛАЭС-2. Dy=600 мм; Pp=7МПа; Tr=Tн=286 °С; высота 3,5 м; масса 10 т*

*Клапан главный предохранительный ЦКБ P59504-450.*

*Dy=300/400 мм;  
Pp=8,5МПа; Tr=Tн=300 °С;  
высота 2,5 м; масса 4,5 т*



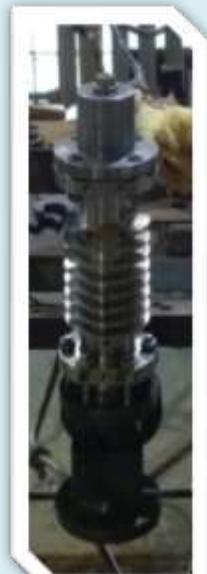
## Испытательный центр энергетического оборудования

### Основные направления деятельности отдела

#### ➤ Испытания судовой арматуры.



*Клапан запорный проходной с одноплоскостным приводом и ручным управлением*



*Клапан отсечной сильфонный угловой ИЮКЛ.49224 4.026*



*Клапан с пневмоприводом типа 33Т С965*

#### ➤ Испытания арматуры для нефтегазовой промышленности.



*Шаровой кран DN 300, PN 10 МПа*

## Испытательный центр энергетического оборудования

### Основные направления деятельности отдела

- Испытания рециркуляционных охлаждающих установок, рециркуляционных установок вентиляции, кондиционеров и других теплообменников из оребренных труб.



Рециркуляционная установка вентиляции РУВ-60 для Нововоронежской АЭС-2



Рециркуляционная охлаждающая установка РОУ-6,3 ЭМК.0155.000.00.00 для третьего блока Ростовской АЭС (имитация аварийного режима)



- Испытания разборных пластинчатых теплообменников.

Теплообменники NT150 SH/CD-16/15 и NT100 THV/CDL-10/15 для Белорусской АЭС



- Испытания пластинчатых теплообменников со сварным пакетом пластин (типа компаблок).

Теплообменник типа FPB 025 для ЛАЭС-2

## Испытательный центр энергетического оборудования

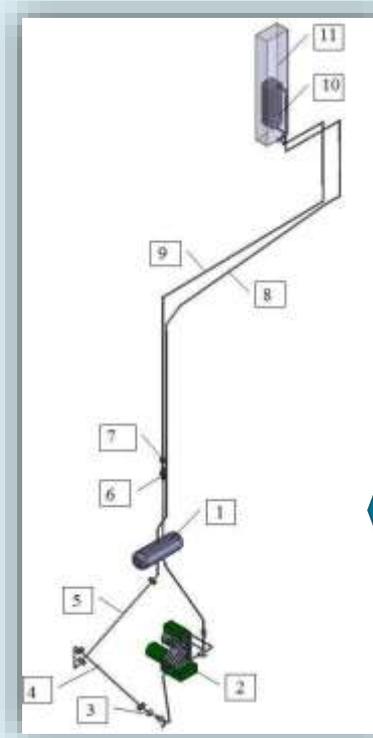
### Основные направления деятельности отдела

- Испытания кожухопластинчатых теплообменников.



*Теплообменник системы обработки газовых сдувок KKS 10KPL11AC002 со сварным пакетом пластин Plate Stack XPSP 50 для Белорусской АЭС*

- Испытания кожухотрубных теплообменников.



- Экспериментальное исследование теплогидравлических процессов и гидродинамической устойчивости на крупномасштабной модели контура естественной циркуляции системы пассивного отвода тепла через парогенератор (СПОТ ПГ) для ЛАЭС-2.

*Крупномасштабная модель СПОТ ПГ реакторной установки ЛАЭС-2. Масштаб по теплоёмкости и мощности теплоподвода (1:110)*

- 1 – парогенератор-сепаратор
- 2 – циркуляционный насос
- 3, 7 – расходомерные дроссельные устройства
- 4, 5 – электронагреватели
- 6 – быстродействующий запорный клапан
- 8 – паропровод
- 9 – конденсатопровод
- 10 – теплообменник аварийного расхолаживания
- 11 – бак аварийного отвода тепла

## Испытательный центр энергетического оборудования

### Основные направления деятельности отдела

- Экспериментальное определение гидравлических и кавитационных характеристик арматуры.



*Главный предохранительный клапан головного образца импульсно-предохранительного устройства парогенератора ND.002 для ЛАЭС-2*

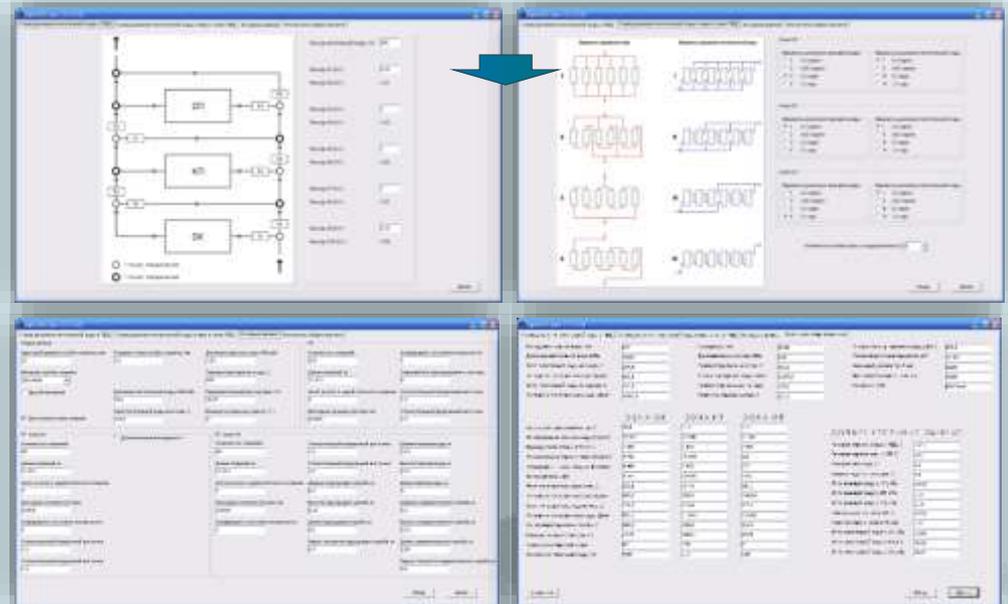


*Клапан отсечной (ОК) NT.001 для ЛАЭС-2*

- Проведение тепловых, гидравлических и аэродинамических расчетов теплообменного оборудования и трубопроводной арматуры.

- Разработка программ и методик проведения теплогидравлических испытаний теплообменного оборудования.

- Создание компьютерных программ теплогидравлического расчета теплообменного оборудования.



*Скриншоты программы поверочного расчета спиральных ПВД, созданной по заказу лаборатории ОАО «НПО ЦКТИ»*

## Испытательный центр энергетического оборудования

### Стеновая база отдела

Отдел располагает крупной и уникальной экспериментальной базой.

- Стенд высотой 37 м, площадью 12х33 м<sup>2</sup>.
- Две собственных электрообогреваемых установки генерации перегретого пара давлением до 20 МПа при температуре до 570°C.
- Воздушный компрессор на давление до 40 МПа.

Высокие расчётные параметры установленного оборудования (**P=32 МПа, t = 600°C**):

- циркуляционный контур высотой **30 м**;
- циркуляционные и питательные насосы с регулированием расхода (**до 6 кг/с**);
- электронагреватели суммарной мощностью **до 8 МВт**;

- Компенсаторы давления.
- Теплообменники.

На отдельных моделях возможна температура пара **до 600°C**.

- Современная система измерений и сбора информации.



Пульт управления  
Комплексного стенда  
КС10606



Одна из  
испытательных  
отметок  
комплексного  
стенда КС10606  
Вид на  
установленные  
на стенде БЗОК-  
600 и ИПУ ПГ.

# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

## Направления деятельности

- Исследование основных и сварочных материалов сварных конструкций.
- Разработка технологий сварки, в том числе исключая термическую обработку.
- Разработка в рамках конструктивно-технологического проектирования сварных узлов из разнородных отечественных и импортных сталей с гарантией требуемого ресурса эксплуатации.
- Выполнение расчетов на статическую, динамическую, усталостную, хрупкую прочность, трещиностойкость, потерю устойчивости сварных конструкций.
- Выполнение моделирования процессов сварки и проведение расчетов на технологическую прочность с целью исключения технологических горячих, холодных трещин и трещин при термической обработке.
- Экспертиза промышленной безопасности технических устройств подведомственных Ростехнадзору.
- Расследование (экспертиза) разрушения элементов и узлов энергооборудования, в том числе и в рамках судебных дел.
- 3D моделирование технологий сварки с целью оптимизации технологий сварки, сокращения длительности разработки технологий и исключения технологических трещин в процессе изготовления сварных конструкций и прогнозирование свойств различных зон сварных соединений.
- Разработка технологий термической обработки.
- Аттестационные исследования сварочных технологий и выдача экспертных заключений о соответствии свойств металла сварных узлов нормативным требованиям надзорных органов.
- Правка конструкций с применением сварки, в том числе корпусных литых деталей, балок, сосудов и др.

# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

## Исследование основных и сварочных материалов сварных конструкций

- **Проведение статических испытаний:**
  - На растяжение при температуре от  $-100^{\circ}\text{C}$  до  $+900^{\circ}\text{C}$ .
  - Проведение испытаний на изгиб, сдвиг и кручение.
  - Определение трещиностойкости материалов и сварных соединений в интервале температур от  $-100^{\circ}\text{C}$  до  $+400^{\circ}\text{C}$ .
  - Проведение технологических испытаний труб на раздачу, сплющивание.
  - Проведение испытаний на ударную вязкость с определением критической температуры хрупкости  $T_k^{50}$ .
  - Исследование неоднородности свойств металла по результатам оценки твердости.
- **Проведение динамических испытаний:**
  - Определение температуры нулевой пластичности ( $T_{Hn}$ ).
  - Определение трещиностойкости металла при динамическом нагружении ( $K_{Id}$ ).
- **Проведение испытаний на длительную прочность:**
  - Определение длительной прочности и длительной пластичности.
  - Определение трещиностойкости при ползучести ( $K_{Icth}$ ).
- **Определение трещиностойкости при релаксации напряжений ( $K_{Irtth}$ ).**
- **Исследование коррозионной трещиностойкости ( $K_{Isc}$ ).**
- **Проведение испытаний натуральных сварных узлов и сварочных проб.**
- **Определение предела усталости и циклической трещиностойкости ( $K_{Itn}$ ,  $K_{Ifc}$ ) при циклическом нагружении.**
- **Исследование макро- и микроструктуры металла и сварных соединений.**
- **Выполнение фратографических исследований изломов разрушенных при авариях и отказах элементов с определением величин действующих нагрузок в момент разрушений (аварий).**
- **Исследования наплавов и покрытий на металл.**

# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

## Разработка технологий сварки

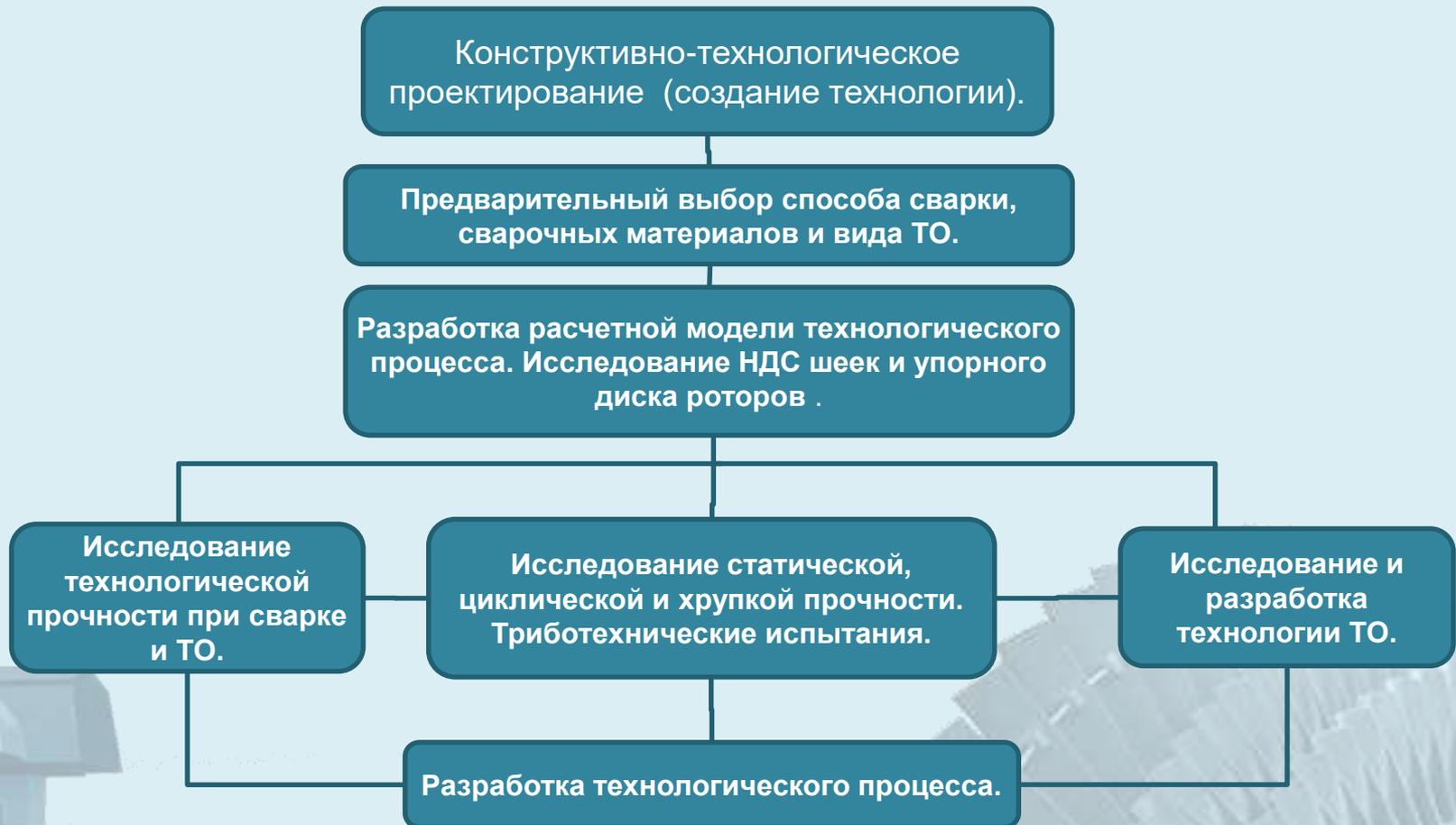
С помощью разработанных технологий по сварке успешно отремонтированы литые корпуса турбин, корпуса стопорно - регулирующих клапанов, ПНД, роторов и др.

Сквозные трещины в литых корпусах ЦВД до и после заварки



# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

## Конструктивно-технологическое проектирование сварных узлов



# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

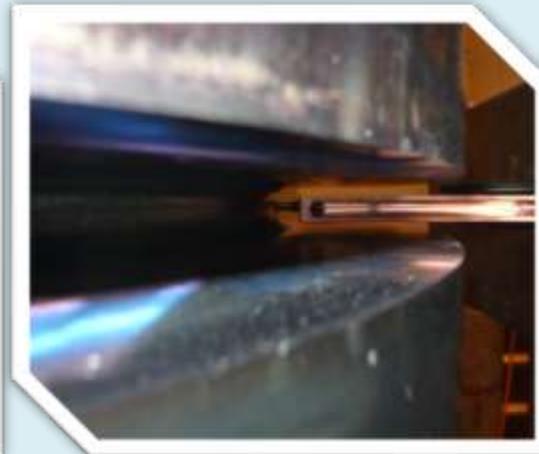
## Конструктивно-технологическое проектирование сварных узлов

Разработаны новые принципы конструктивно-технологического проектирования высоконагруженных узлов турбин (сварные роторы, сварные корпусные детали, диафрагмы, сварные полые лопатки и др.) с применением новых жаропрочных и высокопрочных материалов и использование комбинированных (разнородных сварных соединений), позволяющие существенно сократить длительность создания новых изделий.

Разработка технологии сварки композитных роторов из разнородных сталей и сплавов



*Сборка ротора*



*Процесс сварки корневой части сварного соединения в узкощелевую разделку*



*Сварка корневой части сварных соединений ротора*

# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

## Конструктивно-технологическое проектирование сварных узлов

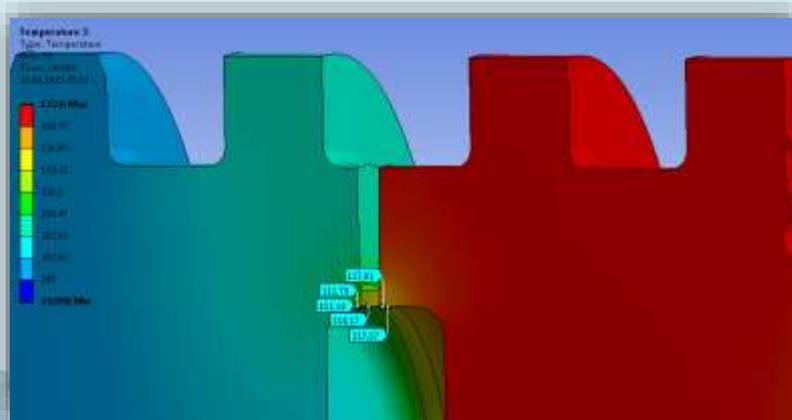
### Перечень разработанных и внедренных разработок

- Разработаны физические критерии предельной длительности эксплуатации оборудования из жаропрочных материалов, в том числе для разнородных соединений перлитного-мартенситного класса.
- Разработана методика расчета размеров допустимых дефектов в сварных соединениях роторов при их изготовлении и ремонте.
- Разработана методика расчетного прогнозирования технологической трещиностойкости сварных узлов энергетического оборудования при изготовлении и ремонте.
- Разработаны и внедрены в производство на отечественных заводах технологии сварки роторов для атомных турбин нового поколения с применением современных отечественных и импортных материалов.
- Разработаны и внедрены в производство на отечественных заводах технологии сварки композиционных роторов, эксплуатируемых в турбинах с суперсверхкритическими параметрами пара с применением современных отечественных и импортных материалов.
- Разработаны и внедрены в производство на отечественных заводах технологии сварки узлов и элементов турбин, эксплуатируемых на суперсверхкритических параметрах пара с применением современных материалов класса P91, E911, P92.
- Разработаны и внедрены в производство на отечественных заводах технологии низкочастотной виброобработки сварных конструкций гидравлических турбин взамен дорогостоящей термической обработки.
- Разработаны и внедрены технологии ремонта с применением сварки (наплавки) роторов, узлов и элементов атомных турбин и турбин, эксплуатируемых на суперсверхкритических параметрах пара.
- Определены механизмы разрушения разнородных (стали перлитного-мартенситного класса) сварных соединений при длительной эксплуатации на суперсверхкритических параметрах пара.
- Определены пороговые величины трещиностойкости  $K_{th}$  при циклическом нагружении для сварных соединений роторных сталей: P2MA+P2MA, P2MA+X12CrMoVWNbN 10-1-1, 26ХНЗМ2ФА+26ХНЗМ2ФА, используемых для атомных турбин нового поколения и турбин, эксплуатируемых на суперсверхкритических параметрах пара.

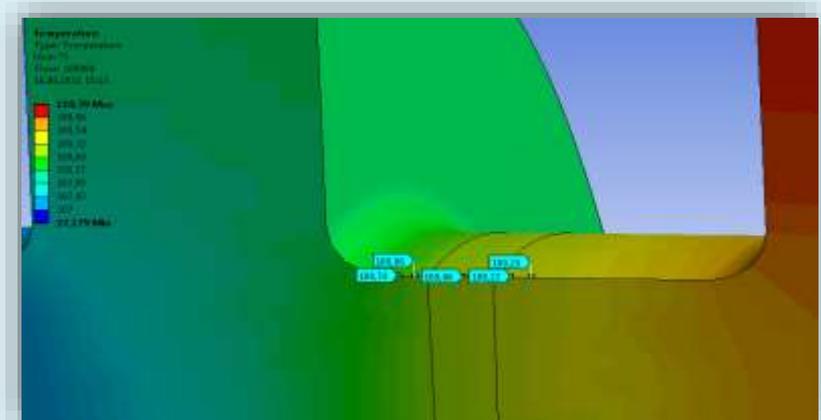
# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

Конструктивно-технологическое проектирование сварных узлов

Оценка температурных полей ротора на различных этапах сварки



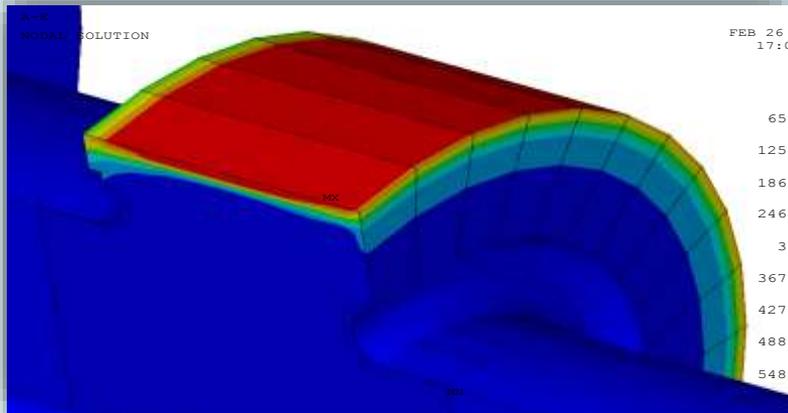
*Поля температуры при вылёживании  
(30 часов) ротора на этапах сварки корневой  
зоны кольцевого шва*



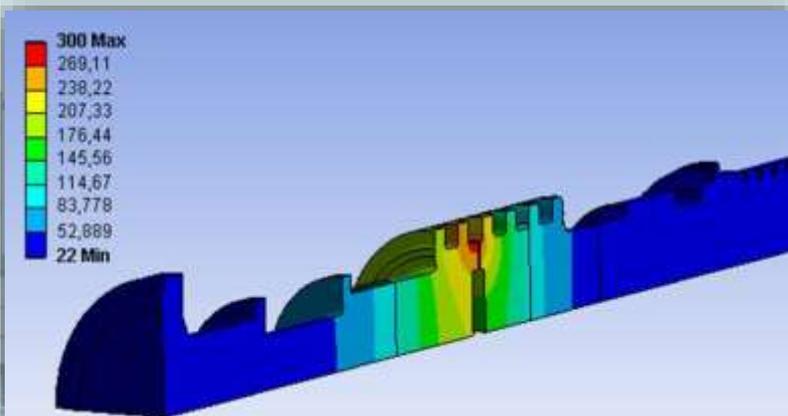
*Поля температуры при вылёживании (40  
часов) ротора после полного завершения  
этапа сварки кольцевого шва*

# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

## Конструктивно-технологическое проектирование сварных узлов



*Поле остаточных напряжений (интенсивность напряжений –  $\sigma$ ) после наплавки, термоотдыха и механической обработки думиса ротора*



*Температурное поле в композитном роторе при подогреве перед сваркой*

# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

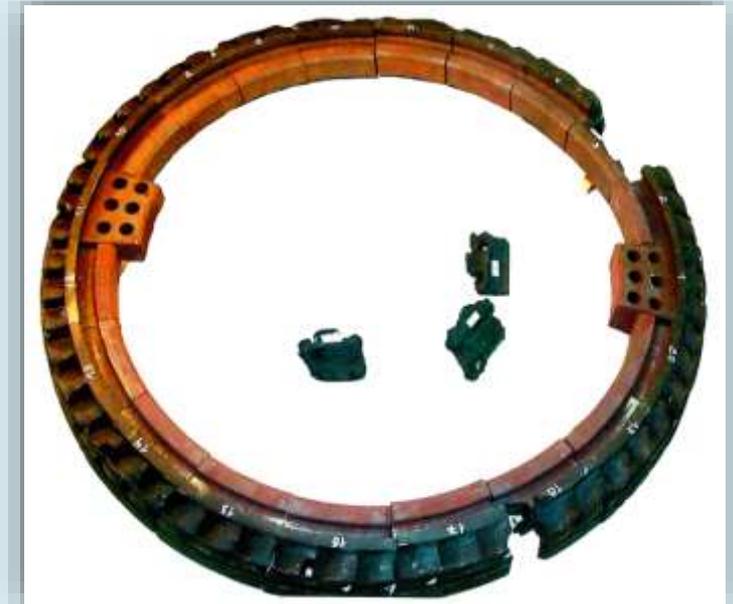
## Расследование (экспертиза) разрушения энергооборудования

Отдел выполняет расследования разрушений элементов и узлов энергооборудования.

При расследовании причин аварии выполняется следующий объем работ:

- Анализ данных вибрационного мониторинга турбины до и в процессе аварии.
- Фрактографическое исследование изломов элементов регулирующей ступени и проточной части турбины.
- Исследование качества основного металла и сварных соединений лопаток в пакетах.
- Оценка кинетики роста трещин в лопатках.
- Определение характера нагрузок и величин разрушающих напряжений по изломам.
- Анализ причин повреждений с выполнением расчетного моделирования аварии.

На основе выполненных работ устанавливаются причины и последовательность разрушения.

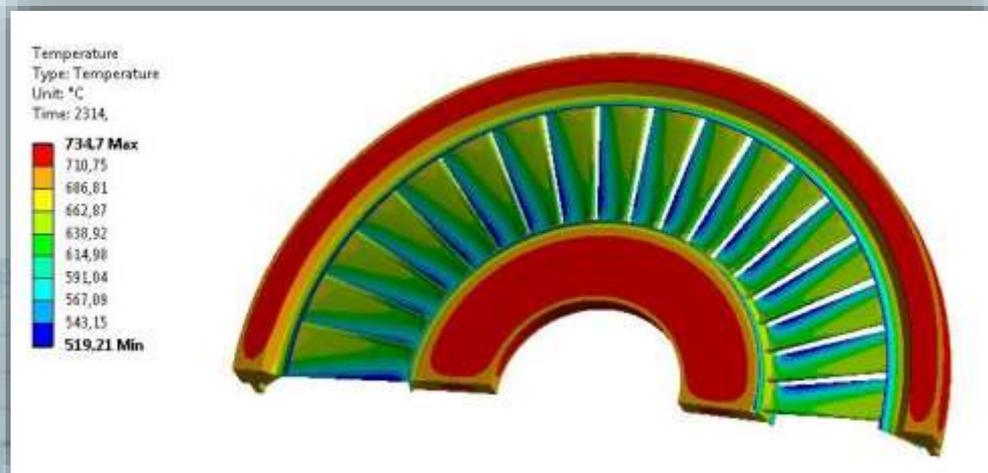


*Выкладка поврежденных сварных пакетов лопаток регулирующей ступени после разлопачивания*

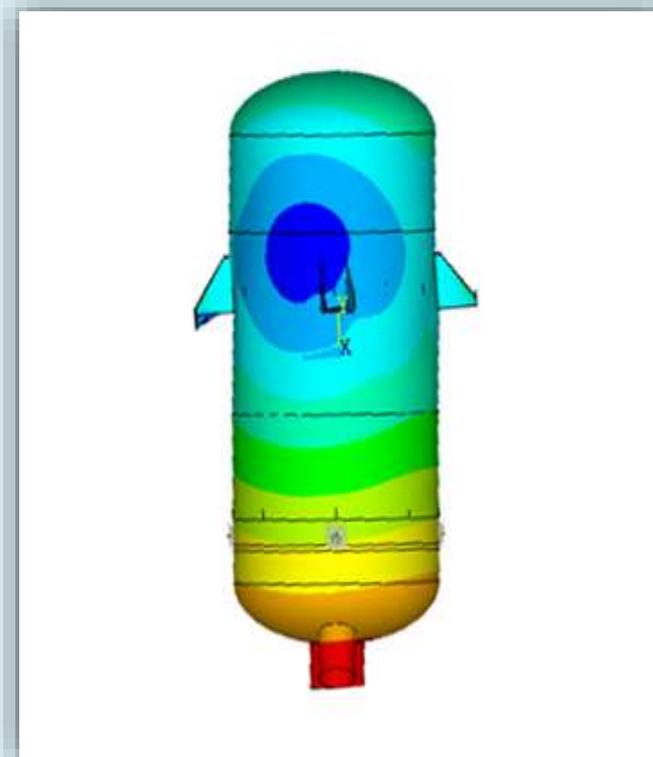
# Отдел оценки ресурса и испытаний материалов сварных конструкций энергооборудования ТЭС и АЭС

Проведение расчетов на прочность и 3D моделирование

Отдел выполняет моделирование технологий сварки с целью оптимизации технологий сварки, сокращения длительности разработки технологий и исключения технологических трещин в процессе изготовления сварных конструкций и прогнозирование свойств различных зон сварных соединений.



*Распределение температурных полей в диафрагме ротора при термообработке*



*Форма собственных колебаний корпуса ПНД*

# Лаборатория разработки, проектирования и технико-экономических исследований теплоэнергетических установок и систем

## Основные направления деятельности лаборатории

- Тепловые испытания энергоблоков АЭС и ТЭС с целью построения нормативных тепловых характеристик и разработки мероприятий по повышению энергетической эффективности энергоблоков.
- Проведение испытаний конденсационной установки с целью определения эффективности выполненной модернизации.
- Проведение испытаний турбоустановки с целью определения эффективности выполненной модернизации.
- Анализ режимов работы, проведение испытаний и построение режимной карты с целью оптимизации режима работы системы технического водоснабжения АЭС.
- Анализ режимов работы, проведение испытаний и построение режимной карты с целью оптимизации теплогидравлического режима системы теплоснабжения АЭС.
- Энергообследование энергоблоков ТЭС и АЭС, промышленных предприятий.
- Оптимизация низко-потенциальной части турбоустановок ТЭС и АЭС.
- Разработка схем и рабочих проектов установки тепломеханического оборудования, трубопроводов различных систем энергетических объектов и сетей, тепловые и гидравлические расчеты на прочность и самокомпенсацию существующих трубопроводов, расчеты опорно-подвесных систем трубопроводов с выдачей данных для наладки, оценка остаточного ресурса трубопроводов и прогнозирование объемов и сроков проведения контроля, проведение экспертизы промышленной безопасности.
- Проведение энергоаудитов, совершенствование технологических процессов и режимов эксплуатации оборудования, обеспечение энергосберегающих и утилизационных мероприятий.
- Технико-экономический анализ и определение эффективности технических решений.
- Расчетный анализ режимов работы отдельного оборудования, систем и энергоустановок ТЭС, АЭС и объектов промышленного назначения.
- Разработка системы контроля тепловой экономичности энергоблока (выбор и организация схемы измерений, разработка методики обработки исходных данных и расчета интегральных показателей эффективности, разработка программного обеспечения для расчета и контроля тепловой эффективности оборудования энергоблоков).

## Отделение турбинных установок

### Основные отделы и лаборатории

- Отдел паровых турбин:
  - *Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов;*
  - *Лаборатория аэродинамики турбин;*
  - *Лаборатория вибрации;*
  - *Лаборатория вибрационной надежности лопаточного аппарата.*
- Отдел гидроэнергетики и гидроэнергетического оборудования.
- Отдел газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок.
- Лаборатория физико-технических проблем энергетического оборудования.
- Отдел ресурса, технической диагностики и ремонтно-восстановительных технологий металлов энергооборудования.

## Отдел паровых турбин

### Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

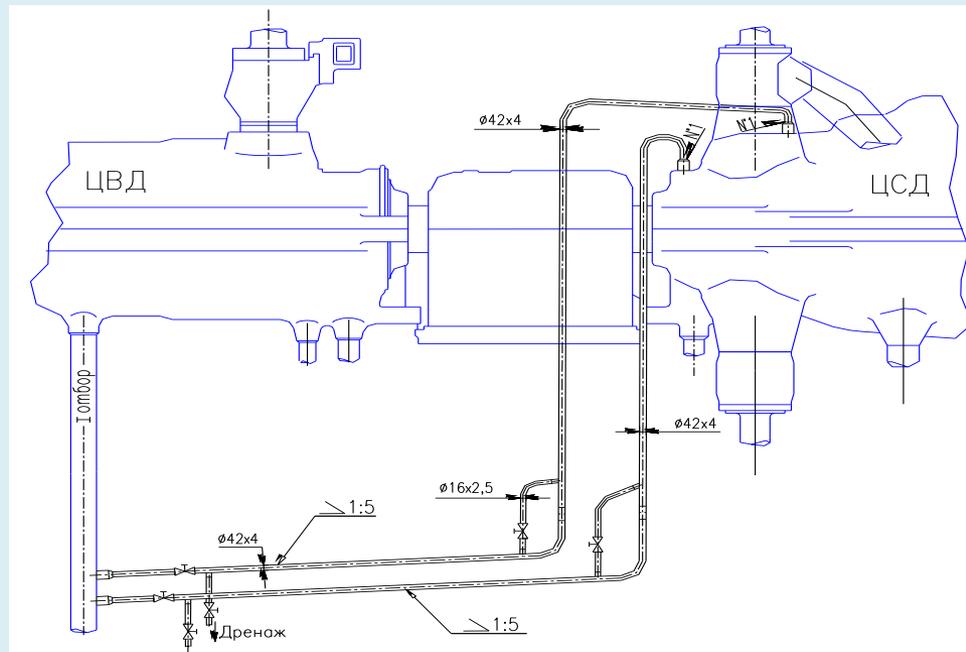
#### Основные направления деятельности

- Лаборатория проводит исследования и разработки перспективных турбоагрегатов ТЭС и АЭС, промышленные исследования действующих паровых турбин, разрабатывает и внедряет на ТЭС систему эксплуатационной диагностики турбинного оборудования.
- Одной из значимых работ лаборатории – **Система принудительного парового охлаждения (СППО)**. Система предназначена для продления ресурса турбоагрегатов и снижения прогрессирующих прогибов роторов ВД и СД паровых турбин большой мощности. СППО внедряется с 1985г. и установлена на **65 турбоагрегатах** различной мощности в России и за рубежом. Своей длительной, более чем 30-летней эксплуатацией, система доказала свою надежность и эффективность.
- Другая **система** - **«Ментор»** - составная часть единой комплексной диагностической системы турбоагрегата. Позволяет в реальном времени рассчитывать КПД цилиндров и контролировать величину напряжений в термонапряженных элементах ЦВД и ЦСД.
- Модернизация тепловой схемы турбоагрегата с целью устранения абразивно-эрозионного износа лопаточного аппарата ЦВД и ЦСД.
- Модернизация тепловой схемы технологических тепловых сбросов в выхлопную часть ЦНД с целью повышения стойкости стеллитовых пластин рабочих лопаток последних ступеней турбин К-300.
- Разработка проекта охлаждения ЦНД новых турбин Т-295/335-23,5 с целью повышения ее экономичности на малорасходных режимах эксплуатации турбоагрегатов.

## Отдел паровых турбин

Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

Система Принудительного Парового Охлаждения (СППО)



**Схема подвода охлаждающего пара к РСД  
(турбины Т-100-130, Т-250-240, К-200-130, К-300-240, К-500-240)**

## Отдел паровых турбин

Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

### Система Принудительного Парового Охлаждения (СППО)

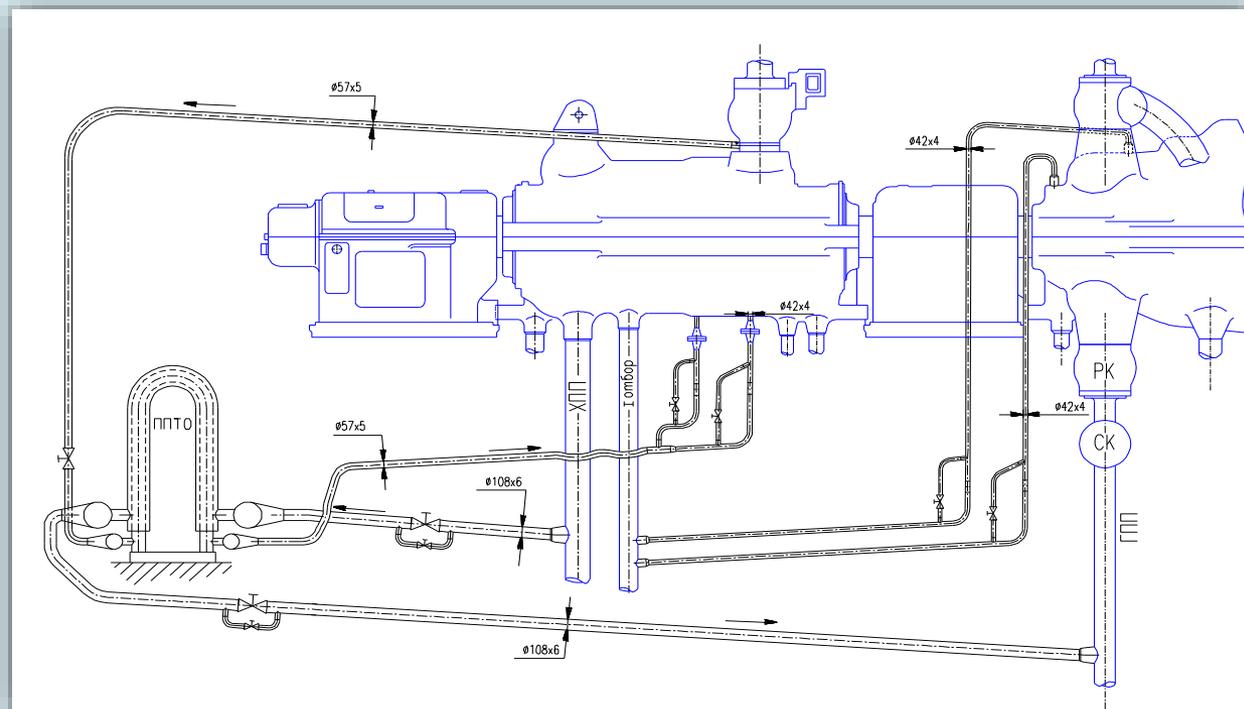
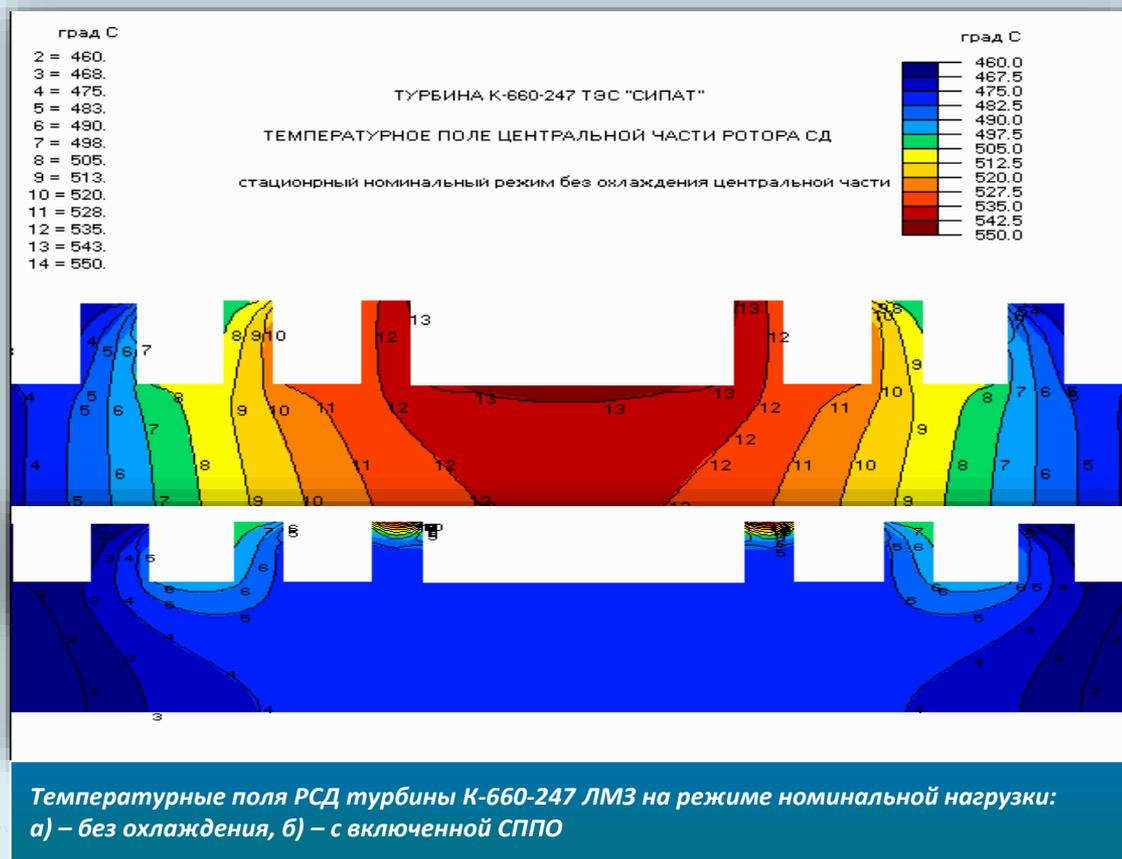


Схема подвода охлаждающего пара к РВД и РСД (турбины К-210-130 (ЛМЗ), ТЭС «Марица Восток-2»)

## Отдел паровых турбин

Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

### Система Принудительного Парового Охлаждения (СППО)



## Отдел паровых турбин

Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

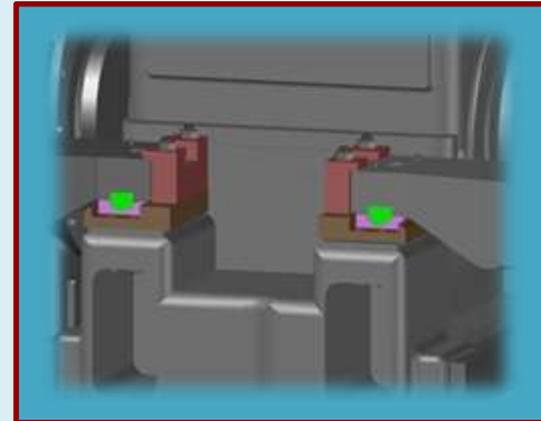
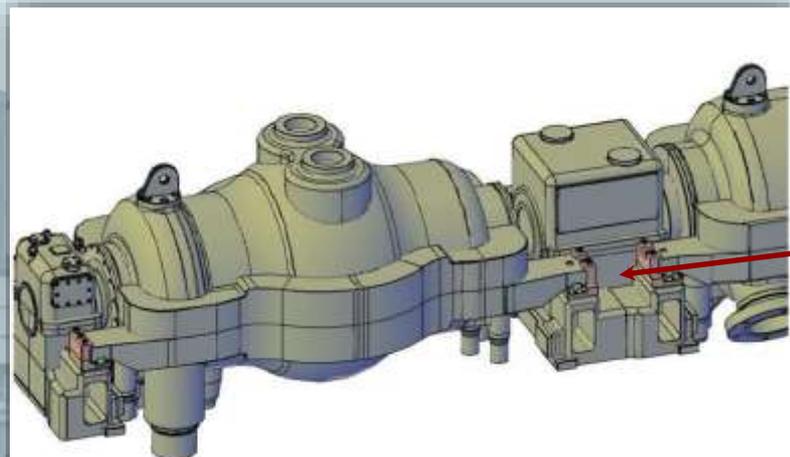
### Улучшение эксплуатационных характеристик паровых турбин путём модернизации системы опирания цилиндров

Модернизация системы опирания цилиндров паровых турбин заключается в замене штатных неразрезных шпонок на разрезные.

**Цель модернизации:** нормализация расширений турбины, которая позволит повысить эксплуатационные характеристики турбоагрегата:

- улучшить вибрационное состояние турбины на переменных режимах работы;
- нормализовать относительные расширения роторов высокого и среднего давления;
- уменьшить деформацию корпусов подшипников и ригелей фундамента;
- повысить маневренные характеристики турбины - **сократить время пусков из различных тепловых состояний.**

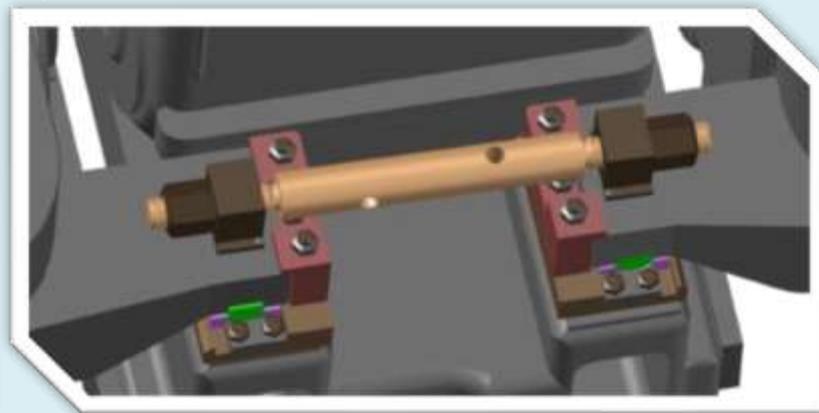
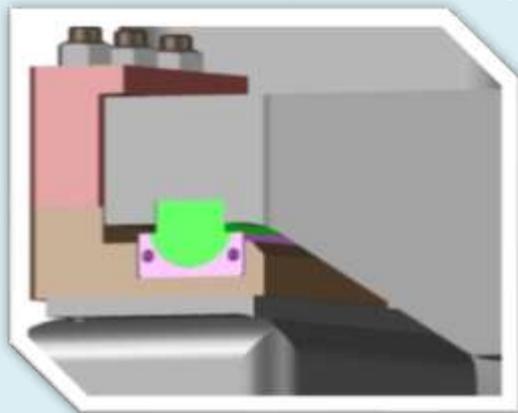
**В настоящее время в эксплуатации находятся 16 турбин К-200, К-300, оснащенных модернизированными системами опирания.**



## Отдел паровых турбин

Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

Разрезные шпонки для дальнейшего улучшения характеристик расширения паровых турбин могут дополняться установкой специальных устройств - толкателей



Опыт длительной промышленной эксплуатации турбин мощностью 200-300 МВт, оснащенных разрезными шпонками, изготовленными в ОАО «НПО ЦКТИ», свидетельствует о существенном улучшении и нормализации тепловых расширений, которые приводят к улучшению эксплуатационных характеристик. При этом улучшается вибрационное состояние турбины на переменных режимах работы, уменьшается деформация корпусов подшипников и кручение ригелей фундамента, улучшается свободное расширение цилиндров и их возврат в исходное положение при остывании.

## Отдел паровых турбин

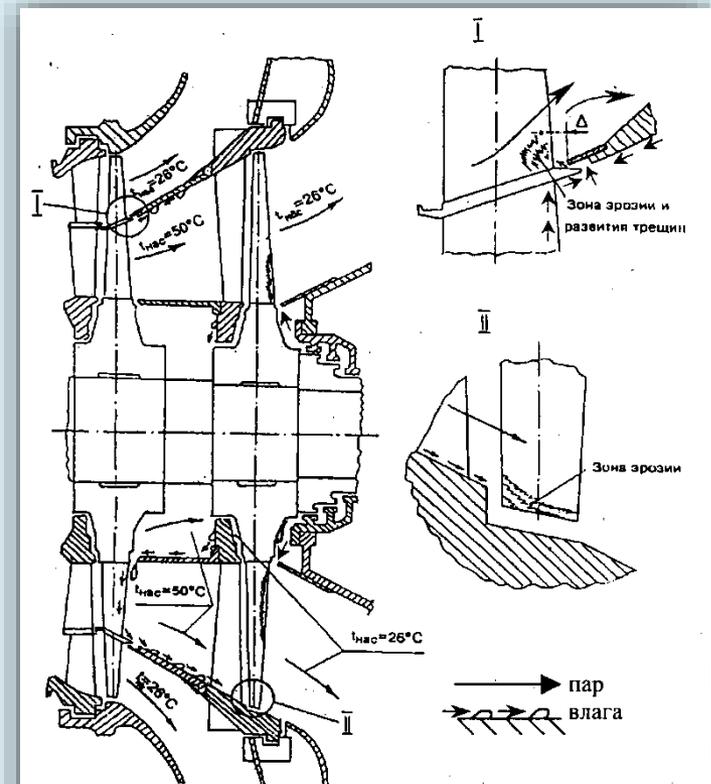
Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

### Удаление внепроцессорной влаги из проточной части и концевых уплотнений ЦНД турбин К-200-130

В ЦНД турбин К-200-130 наиболее важным фактором, снижающим эксплуатационную надежность, являются эрозионные повреждения рабочих лопаток:

- сквозная эрозия выходных кромок у корневой части лопаток верхнего яруса предпоследних ступеней (Баумана), приводящая к развитию усталостных трещин и обрывам пера;
- интенсивный эрозионный износ вершин лопаток последних ступеней, уменьшающий их ресурс из-за необходимости преждевременной замены ввиду уменьшения хорды профиля за допустимые пределы.

Основным источником влаги оказалась обильная конденсация пара на внутренней поверхности конического входного козырька диафрагмы последней ступени, омываемого снаружи более холодным (на  $\sim 24^\circ\text{C}$ ) выхлопным паром верхнего яруса (см. изображение).



**Локализация эрозионных повреждений и поверхностей конденсации в выходных ступенях ЦНД штатной конструкции**

## Отдел паровых турбин

Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

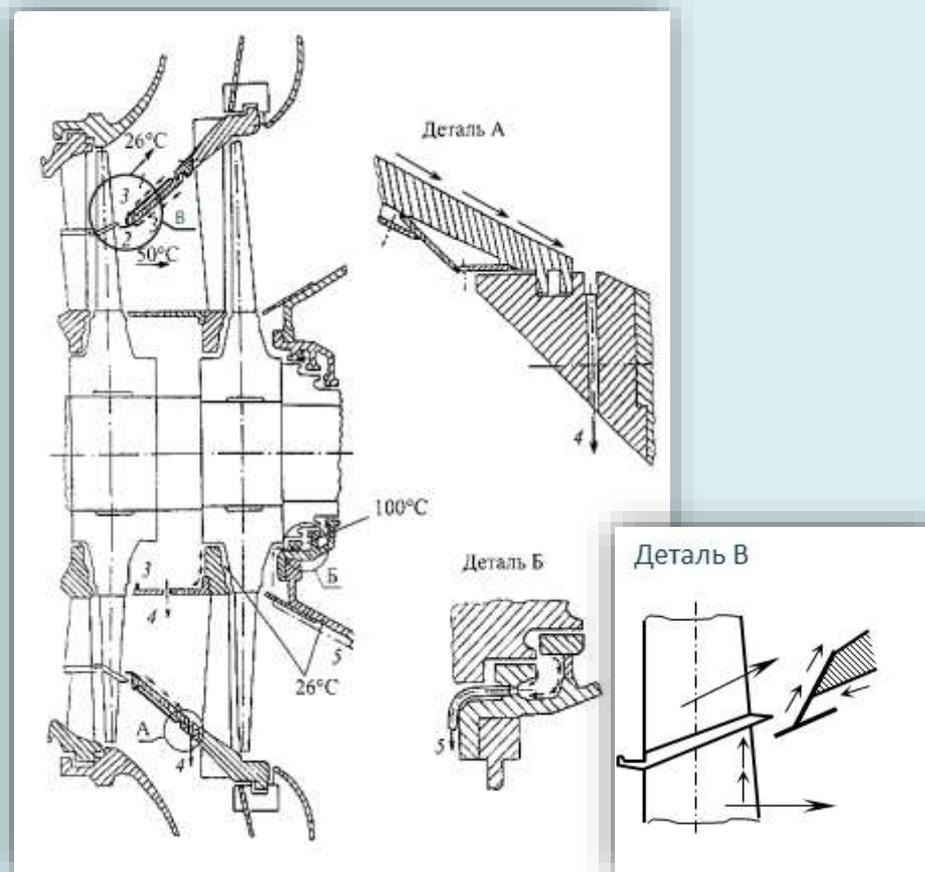
### Удаление внепроцессорной влаги из проточной части и концевых уплотнений ЦНД турбин К-200-130

**Для предотвращения эрозионных повреждений предлагаются следующие мероприятия:**

- корректировка осевых зазоров  $\Delta$  в межъярусном уплотнении (см. изображение на слайде 62) или его реконструкция (см. изображение текущего слайда);
- экранирование и дренирование входного конического и цилиндрического козырьков диафрагмы последней ступени (см. изображение текущего слайда).

**Рис. 2** Противэрозионные устройства в диафрагме последней ступени и в камине ЦНД турбины К-200-130:

- 1 – Экранированный козырек с внутренним расположением межъярусного уплотнения
- 2 – межъярусное уплотнение
- 3 – влагоулавливающие бурты
- 4 – дренажные отверстия
- 5 – дренажная трубка
- 6 – → потоки конденсата, подлежащие дренированию



## Отдел паровых турбин

Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

### Дистанционный температурный контроль парения и присосов в КУ

На практике о пропариваниях приходится судить визуально или по анализу обводнения масла, а о присосах воздуха – по ухудшению вакуума в конденсаторе.

ОАО «НПО ЦКТИ» разработал и успешно внедрил на многих электростанциях методику дистанционного контроля пропариваний и присосов в концевых уплотнениях турбин.

Предлагаемая методика контроля за работой КУ основана на измерении и сравнении температур паровоздушной (ПВ) смеси  $t_{пв}$ , уплотняющего пара  $t_n$  и окружающего воздуха  $t_b$  (см. рисунок).

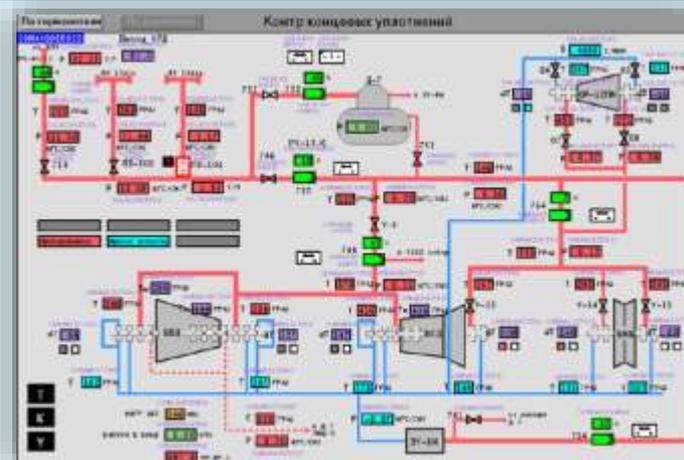
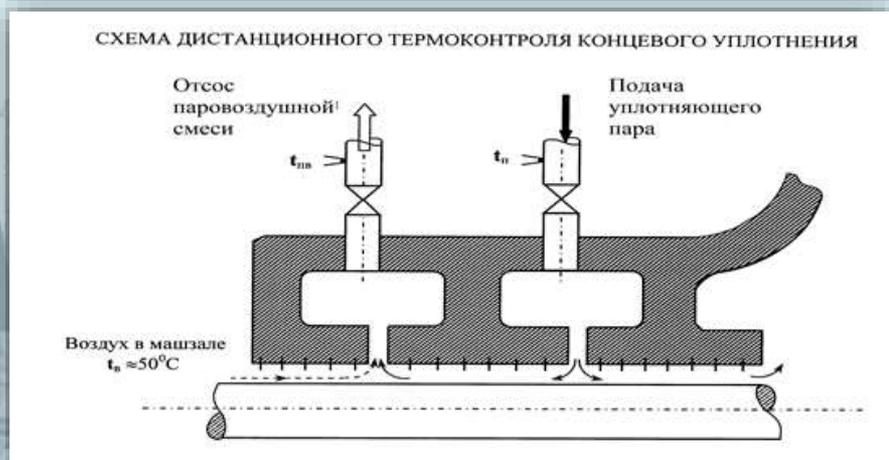
**«Необходимое»** условие отсутствия пропариваний и присосов воздуха:  $t_b < t_{пв} < t_n$ .

**«Достаточное»** условие имеет вид:  $t_b + \Delta t_1 < t_{пв} < t_n - \Delta t_2$  или  $t_n - \Delta t_2 > t_{пв} > t_n - \Delta t_3$ .

Здесь  $\Delta t$  – уставки, величины которых определяются экспериментально.

**Методика определения уставок** составляет **«НОУ хау»** настоящего предложения.

**От внедрения мониторинга КУ** ожидается снижение присосов воздуха, эквивалентное углублению вакуума не менее 0,1%.



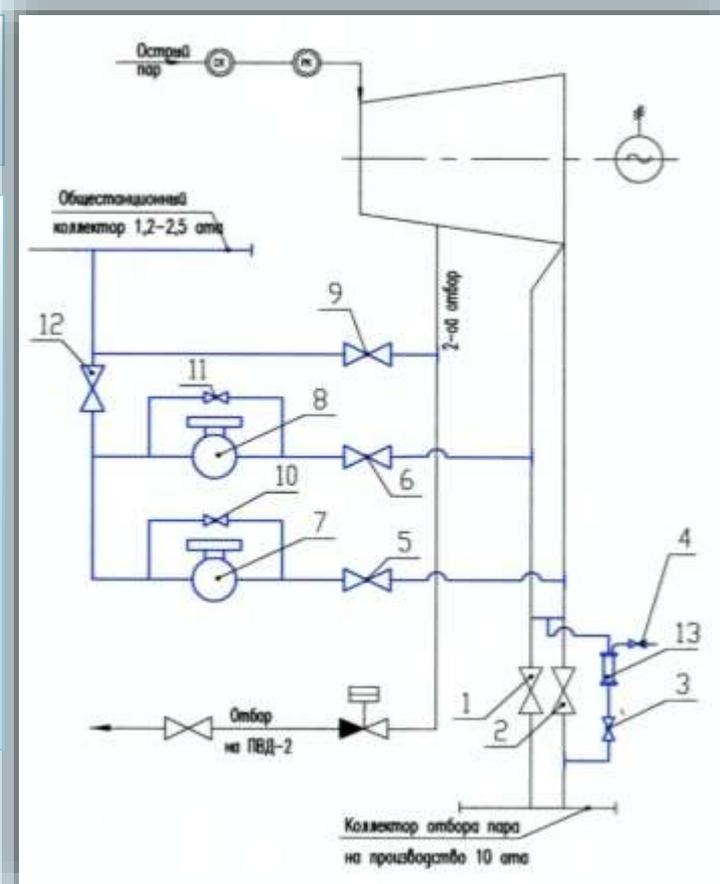
## Отдел паровых турбин

Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

Модернизация турбоустановок типа «Р» с целью их перевода с противодавления на работу по теплофикационному графику

**Цель модернизации** – ввод в строй простаивающих турбин типа «Р», имеющих значительный резерв паркового ресурса.

- Модернизация турбоустановок Р-50-130 позволяет не только обеспечить ее эксплуатацию в теплофикационном режиме в широком диапазоне нагрузок, но и улучшает экономические показатели станции в целом.
- Проведенные тепловые и прочностные расчеты позволили определить оптимальные условия работы турбины с точки зрения ее конструктивной надежности и экономичности.
- Модернизация позволяет вернуться на прежний режим работы турбины, что требует остановки на несколько часов.



## Отдел паровых турбин

Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

Экономический эффект от модернизации турбины Р-50-130-13, проведенный Омской ТЭЦ-3 (2006г.)

Время работы турбоагрегата до 01.06.2004 г.	2885 час.
средняя электрическая нагрузка, $P_{\text{э}}$	37,7 МВт.
средняя тепловая нагрузка, $Q$	103,2 Гкал/ час.
выработано турбоагрегатом электрической энергии	108654 тыс. кВт.
выработано турбоагрегатом тепловой энергии	297658 Гкал.
себестоимость отпущенной эл. энергии, $C_{\text{э}}$	0,512 руб. / кВтч
себестоимость отпущенного тепла, $C_{\text{q}}$	188,85 руб. / Гкал.
отпускная цена 1 квтч, $C_{\text{э}}$	0,93 руб. / кВтч.
отпускная цена 1 гкал, $C_{\text{q}}$	297 руб. / Гкал.

**За один месяц полученный доход, с вычетом затрат, составил 15,5 млн. руб.**

## Лаборатория промышленных исследований и модернизации турбоагрегатов

# Информационно-диагностическая система турбоустановки ИДС «МЕНТОР» Предназначение системы «Ментор»

- Расчет и отображение оптимальных прогнозных графиков пуска (останова) турбоагрегата из фактического теплового состояния.
- Диагностика и анализ по:
  - работе концевых уплотнений;
  - качеству расширений турбины;
  - температурному состоянию корпусов и фланцев.
- Анализ качества ремонта и эксплуатации оборудования турбоагрегата на всех режимах работы.

- Отображение уровня термических напряжений в роторах и корпусах ВД и СД.
- В реальном времени показывает уровень термических напряжений в роторах и корпусах ВД и СД.
- Расчет, в процессе эксплуатации турбоагрегата, нарастающим итогом повреждаемость (расход ресурса) роторов ВД и СД.
- Выбор оптимального режима эксплуатации котла на установившемся режиме обеспечивая максимально-возможный КПД котла (программа МЭИ).

### Расчет термического напряжения



### Расчет КПД



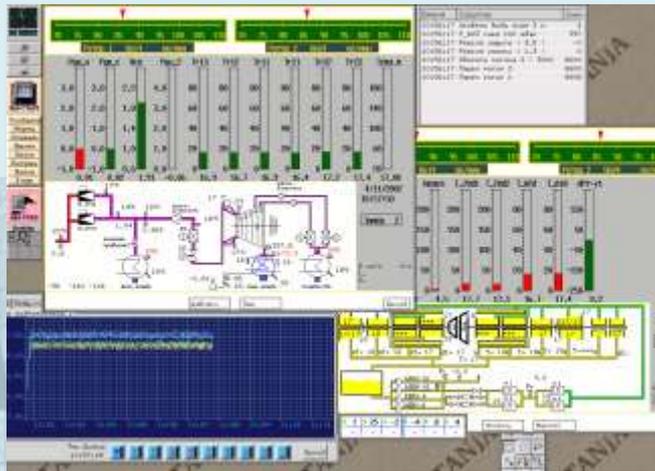
## Отдел паровых турбин

### Лаборатория аэродинамики турбин

Отделение турбинных установок включает в себя отдел паровых турбин с лабораторией аэродинамики и испытательными стендами для исследования различных частей газовых и паровых турбин. Один из этих стендов – Экспериментальная Турбина Низкого Давления (ЭТНД-2) – был построен в 1970 г. и значительно реконструирован в 1994 - 1996 гг.

Около 20 типов различных проточных частей ЦНД паровых турбин, разработанных ЛМЗ, Невским заводом (Россия), Харьковским турбинным заводом (Украина), МАН (ФРГ), АББ и АЛЬСТОМ (Швейцария), были исследованы на этом стенде.

**Экспериментальная Турбина Низкого Давления (ЭТНД-2)**



**ЭТНД-2 : Система контроля и управления**

## Отдел паровых турбин

### Лаборатория аэродинамики турбин

#### Стенд ЭТНД-2 : основные характеристики и параметры

- **Масштаб модели** 1:3 - 1:4.
- **Многовариантная** отработка ступеней, включая выхлопной диффузор и патрубков.
- Комплексные исследования: **аэродинамические** и **вибропрочностные**.
- **Широкий диапазон** изменения нагрузки, включая малорасходные режимы.
- **Полное** кинематическое подобие потока.
- **Естественный процесс** влагообразования.
- **Современная** научная и измерительная аппаратура, **передовые методы** исследований.

№п/п	Параметр	Ед.измерения	Значение
1	Параметры рабочей среды		
1.1	Расход пара	т/час	до 100,0
1.2	Давление пара на входе	МПа	до 0.45
1.3	Температура пара на входе	°К	до 530
1.4	Вакуум	кПа, абс.	3-60 *
2	Геометрия		
2.1	Число ступеней	-	3-5
2.2	Число роторов	-	2
2.3	Максимальный диаметр рабочих лопаток последней ступени	мм	1250
2.4	Скорость вращения	об/мин	8500-12500

**\* Для специальных тестов диапазон может быть расширен.**



## Отдел паровых турбин

### Лаборатория вибрации

#### Выполняемые работы

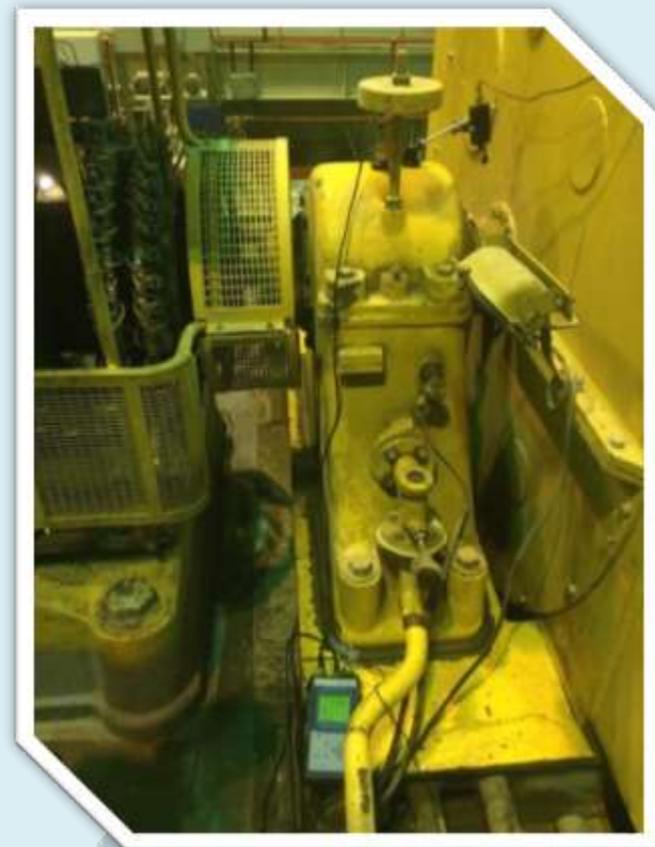
- Вибродиагностика и виброналадка основного и вспомогательного оборудования.
- Изготовление и поставка «под ключ» вибродиагностической автоматизированной системы «ВИДАС» для основного и вспомогательного оборудования, включая программу балансировки валопровода.
- Исследования вновь возведенных и модернизированных фундаментов и системы статорных и фундаментных элементов турбоагрегатов после их монтажа или реконструкции.
- Стендовые исследования и отработка конструкций натуральных опорных (внутренним диаметром расточки до 750 мм) и опорно-упорных подшипников турбоагрегатов.

## Отдел паровых турбин

### Лаборатория вибрации

#### Вибродиагностика и виброналадка основного и вспомогательного оборудования

- Вибрационная диагностика причин повышенной вибрации подшипниковых опор и роторов паровых, газовых турбин и вспомогательного оборудования, включая диагностику работы статорных и фундаментных элементов.
- Виброналадка агрегатов с приведением вибрации нормам ГОСТ 55265.2-2012 и ГОСТ 55263-2012 и выдачей рекомендаций по проведению ремонта, в том числе:
  - динамическая балансировка роторов агрегатов на РБС;
  - динамическая балансировка роторов валопровода агрегатов в собственных подшипниках с устранением сложных форм неуравновешенности;
  - проведение сложных вибрационных исследований агрегатов на различных режимах работы с применением многоканального переносного виброизмерительного комплекса «ВИДАС».
- Исследования эксплуатационных расцентровок агрегатов, расчет динамических напряжений в шейках роторов валопровода и статических реакций опор с выдачей рекомендаций по центровке агрегатов во время ремонта.



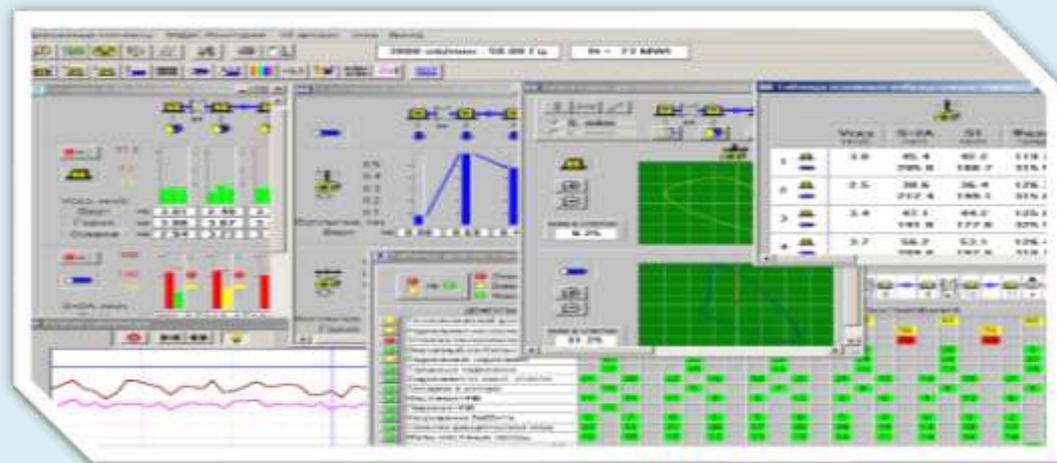
## Отдел паровых турбин

### Лаборатория вибрации

## Система вибродиагностики турбоагрегатов «ВИДАС»

### Предназначение системы «Видас»

- Мониторинг вибрационных параметров, механических величин и режимных параметров.
- Автоматическая диагностика вибрационного состояния на основе анализа вибрационных, тепломеханических и режимных параметров.
- Работа в исследовательском режиме (анализ архивных данных, спектры, уровни, траектории, формы колебаний, и т.д.).
- Архивация данных о вибрационном состоянии турбоагрегата, тепломеханических, режимных параметров и результатов диагностика за весь период работы агрегата с возможностью их последующего представления и анализа.
- Определение оптимальных вариантов расположения балансировочных грузов, с использованием программы многоплоскостной динамической балансировки, входящей в комплект поставки системы «ВИДАС».
- Обеспечения «удаленного сервиса (инжиниринга)» при минимальных командированиях специалистов ОАО «НПО ЦКТИ» на объекты при максимальном охвате генерирующего оборудования. Для обеспечения полноценного удаленного сервиса контролируемого турбинного оборудования была разработана web-версия программного обеспечения системы вибродиагностики «ВИДАС».

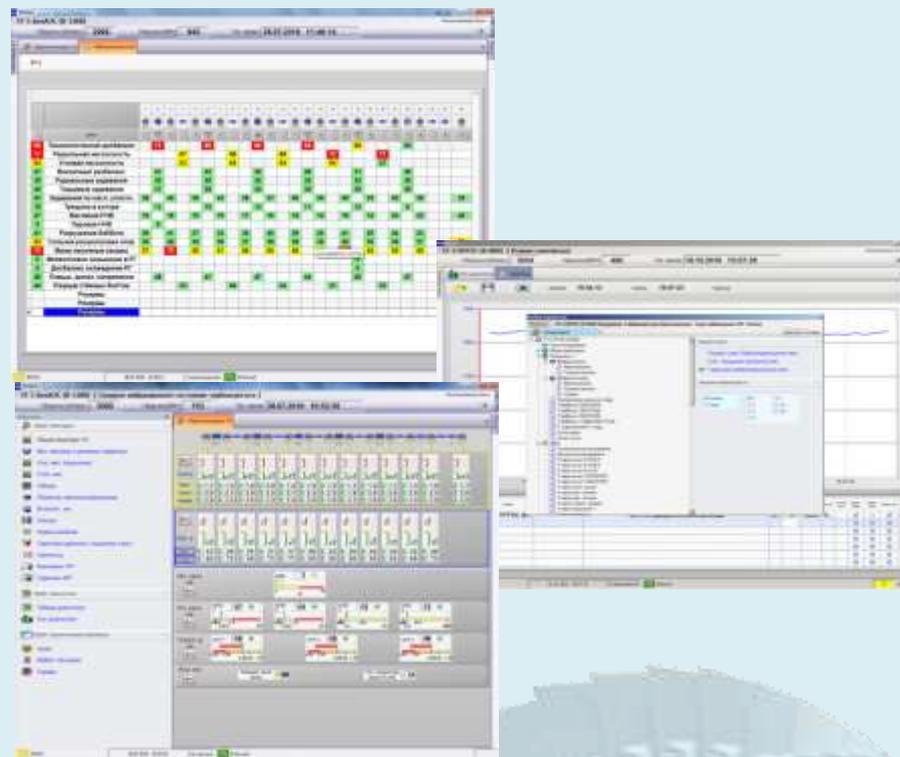


## Лаборатория вибрации

### Система вибродиагностики турбоагрегатов «ВИДАС»

Система «ВИДАС» позволяет определить и локализовать место возникновения следующих наиболее распространенных дефектов турбинного оборудования:

- Технологический дисбаланс.
- Радиальная несоосность.
- Угловая несоосность.
- Внезапный разбаланс.
- Радиальные задевания.
- Торцевые задевания.
- Задевания по масляным уплотнениям.
- Трещина в роторе.
- Масляная низкочастотная вибрация.
- Паровая низкочастотная вибрация.
- Разрушение баббита.
- Сильная расцентровка опор.
- Малы масляные зазоры.
- Межвитковое замыкание ротора генератора.
- Дисбаланс вентиляции по каналам ротора генератора.
- Повышенные динамические напряжения в роторах.
- Разрыв стяжных болтов.



Кроме перечисленных, возможно диагностирование и некоторых других дефектов, присущих определенным классам турбомашин и конкретным турбоагрегатам.

Алгоритмическое наполнение системы вибрационной диагностики разработано на базе расчетно-теоретических, модельных и натурных исследований и опирается на богатый опыт специалистов ОАО «НПО ЦКТИ», накопленный в процессе вибрационной наладки и эксплуатации паро- и газотурбинных агрегатов производства турбинных заводов Санкт-Петербурга, Харькова и Екатеринбурга, работающих во многих странах мира. Информация по результатам диагностирования представляется в табличной форме.

## Отдел паровых турбин

### Лаборатория вибрации

***Исследования вновь возведенных и модернизированных фундаментов и системы статорных и фундаментных элементов турбоагрегатов после их монтажа или реконструкции***

Исследования вновь возведенных и модернизированных фундаментов и системы статорных и фундаментных элементов турбоагрегатов после их монтажа или реконструкции с помощью виброустановки с целью определения жесткости статорных и фундаментных элементов и разработки рекомендаций по её увеличению:

- Испытания на кручение ригелей фундаментов турбоагрегатов после монтажа.
- Испытания фундаментов и системы «турбоагрегат – фундамент – основание» головных турбоагрегатов с целью определения соответствия динамической податливости элементов статора и фундамента агрегата нормам согласно РТМ 108.021.102-85 и РД 24.033.04-88, а также оценки качества проведенных подрядной организацией работ по возведению фундамента и монтажу любого серийного турбоагрегата.
- Ужесточение опорных элементов роторов, выхлопных патрубков и конденсаторов паровых турбин, ужесточение статорных и фундаментных элементов газовых турбин.



***Виброустановка, смонтированная на исследуемом фундаменте***



***Ужесточающие элементы в выхлопном патрубке ЦНД***

***Исследования выхлопного патрубка ЦНД с помощью виброустановки с целью повышения его жесткости***



## Отдел паровых турбин

### Лаборатория вибрации

**Стендовые исследования и отработка конструкций натуральных опорных (внутренним диаметром расточки до 750 мм) и опорно-упорных подшипников турбоагрегатов**

- Испытания вновь разработанных опорных и упорных подшипников паровых и газовых турбин с целью определения их несущей способности, надежности и экономичности на различных режимах работы при воспроизведении условий их работы в условиях действующей электростанции.
- Испытания различных материалов рабочей поверхности опорных и упорных подшипников паровых и газовых турбин с целью определения несущей способности, надежности и экономичности таких подшипников на различных режимах работы при воспроизведении условий их работы в условиях действующей электростанции.
- Испытание вращающихся конструкций (бурильных труб, разгонных муфт и т.д.) на стенде нестандартного оборудования (роторов различной длины и диаметра).



*Стенд исследований опорных подшипников скольжения диаметром до 450 мм*



*Монтаж опорного подшипника скольжения с новым синтетическим материалом рабочей поверхности перед проведением испытаний*

## **Отдел паровых турбин**

Лаборатория вибрационной надежности лопаточного аппарата

### **Основные направления деятельности лаборатории**

- Диагностика состояния лопаточного аппарата паровых и газовых турбин.
- Усталостные испытания лопаток.
- Вопросы электроэрозии.
- Диагностика электромагнитного состояния турбинного оборудования и его размагничивание.
- Пирометрические системы дистанционного измерения температур вращающихся объектов.
- Система измерения закрутки валопроводов с помощью дискретно-фазового метода.
- Тензометрирование вращающегося оборудования.

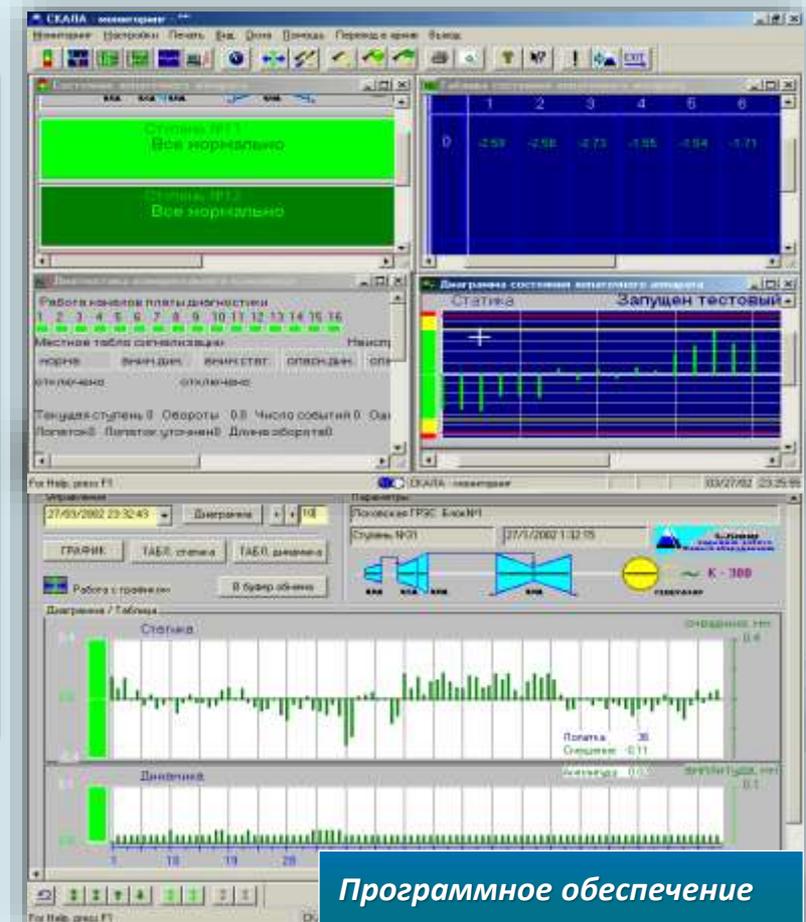
## Отдел паровых турбин

### Лаборатория вибрационной надежности лопаточного аппарата

#### Эксплуатационная диагностика состояния лопаточного аппарата со свободными концами лопаток - АСДЛ «СКАЛА»

#### Назначение системы АСДЛ – «СКАЛА»

- Непрерывный контроль механического состояния каждой лопатки ступени (нескольких ступеней) в процессе эксплуатации осевой турбомашины.
- Своевременное выявление повреждений лопаточного аппарата :
  - трещин в рабочих лопаток;
  - разрывов проволочных связей;
  - обрывов периферийных частей лопаток.
- Непрерывный контроль уровня вибрации каждой лопатки ступени (нескольких ступеней) в процессе эксплуатации осевой турбомашины.
- Оперативное оповещение персонала блока об обнаруженном повреждении лопаточного аппарата с описанием повреждения и указанием соответствующего номера лопатки и номера ступени.



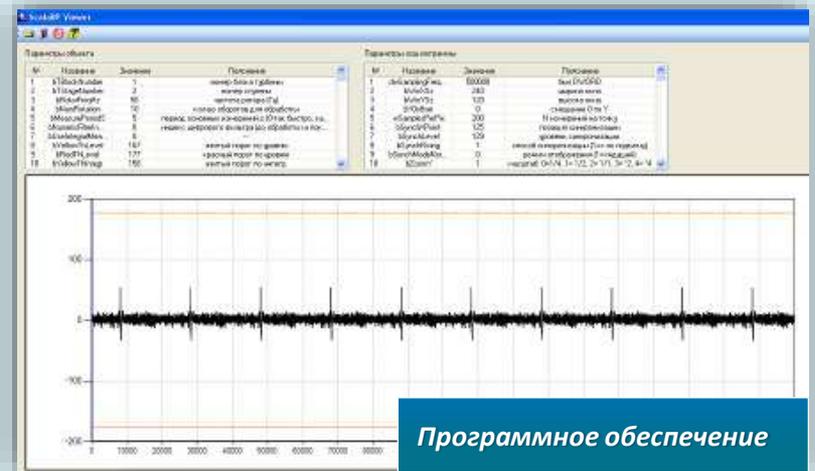
## Отдел паровых турбин

### Лаборатория вибрационной надежности лопаточного аппарата

#### Эксплуатационная диагностика состояния бандажных полок лопаточного аппарата с бандажными полками АСДЛ «СКАЛА-БП»

##### Назначение системы АСДЛ – «СКАЛА-БП»

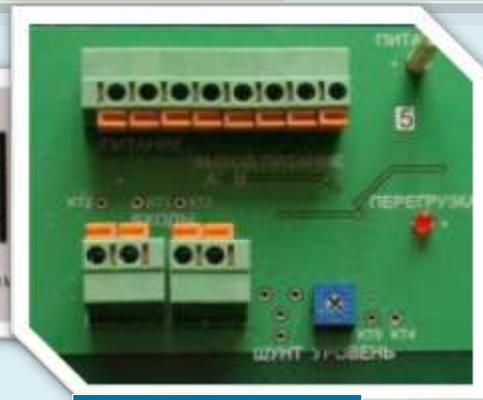
- Непрерывный контроль механического состояния бандажных полок каждой ступени в процессе эксплуатации турбоагрегата.
- Своевременное выявление повреждений бандажных полок лопаточного аппарата.
- Оперативное оповещение персонала блока об обнаруженном повреждении лопаточного аппарата.



**Программное обеспечение**



**Контроллер АСДЛ «СКАЛА»**



**Предварительный усилитель**

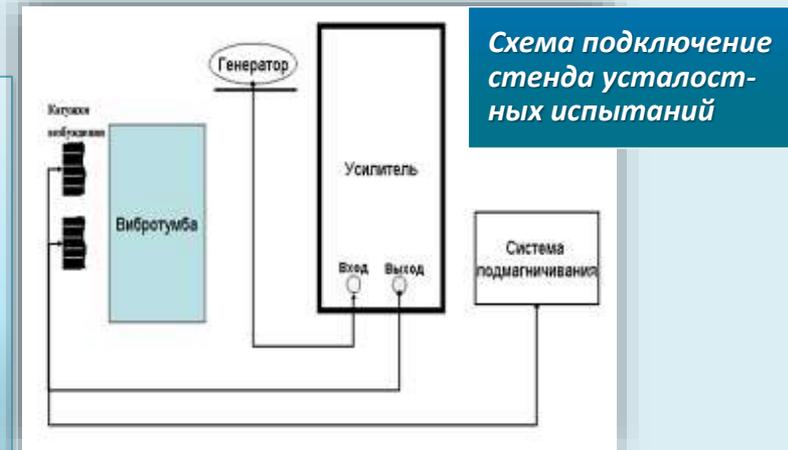
## Отдел паровых турбин

Лаборатория вибрационной надежности лопаточного аппарата

### Усталостные испытания лопаток (стендовая работа)

#### Цели испытаний

- Определение предела усталостной прочности лопаток паровых и газовых турбин.
- Определение качества восстановления лопаток после ремонта.
- Определение сравнительной оценки ресурса лопаток, изготовленных из разного материала, по разной технологии и т.д.



Регистрирующая аппаратура

## Отдел паровых турбин

### Лаборатория вибрационной надежности лопаточного аппарата

Электромагнитная обработка  
(размагничивание) узлов  
и деталей турбоагрегата  
в процессе ремонта

Размагничивание проводится для предотвращения электроэрозионных повреждений подшипников от унipoлярных Э.Д.С.



**Блок размагничивания**

Система эксплуатационного контроля  
электромагнитного состояния  
турбинного оборудования

Система предназначена для непрерывной эксплуатационной диагностики электромагнитного состояния турбоагрегата и своевременного выявления:

- ненадлежащей работы токосъемного устройства;
- недопустимо низкого сопротивления подступовой изоляции изолированных подшипников;
- недопустимо низкого сопротивления изоляции масляных пленок;
- появления контуров замыкания роторных токов.



**Внешний вид  
контроллера  
электромагнитного  
состояния**

## Отдел паровых турбин

### Лаборатория вибрационной надежности лопаточного аппарата

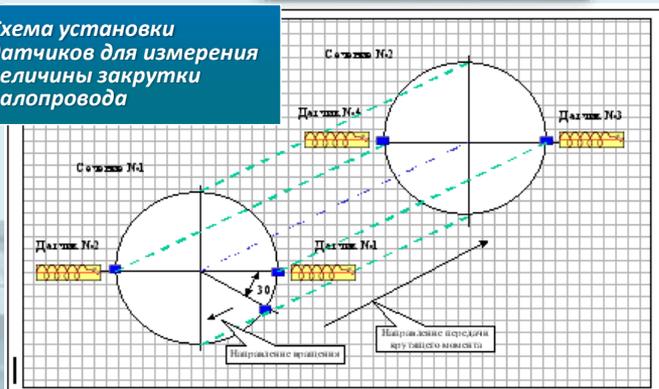
#### Система дистанционного измерения температуры вращающегося объекта

Разработана система дистанционного измерения температуры подвижных объектов с помощью пирометрических датчиков собственной разработки.



**Пирометрический датчик собственной разработки**

**Схема установки датчиков для измерения величины закрутки вала**



#### Система измерения величины закрутки валопровода

Система предназначена для:

- непрерывного контроля величины угла закрутки ротора между сечениями, в процессе эксплуатации турбины;
- своевременного выявления таких повреждений как:
  - кольцевых трещин в теле ротора;
  - вала в диагностируемых сечениях.

Принцип действия системы основан на использовании дискретно-фазового метода и использовании показаний индукционных датчиков.

Данный метод выгодно отличается от метода измерения закрутки вала с помощью муфт измерения крутящего момента основанных на работе от тензометрических датчиков.

Преимущества нашей системы измерения величины закрутки валопровода:

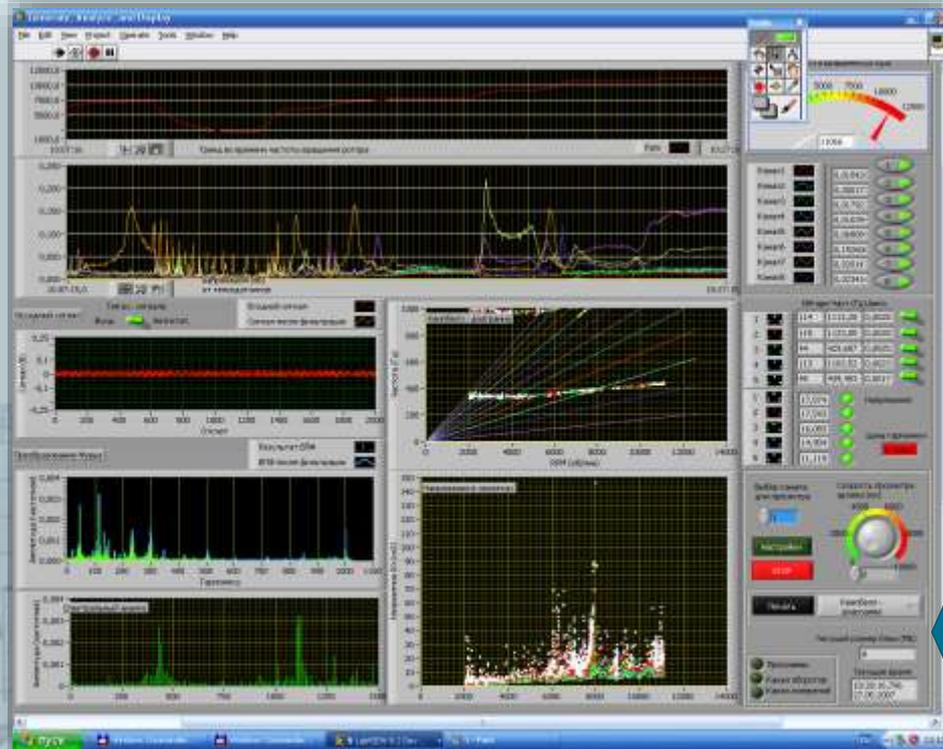
- долговечность работы – нет изнашиваемых деталей;
- простота монтажа – нет необходимости разрывать линию вала;
- при определении величины закрутки учитывается всплытие и перекося вала в подшипниках, что позволяет измерять величину закрутки с точностью до 5 угловых минут.

## Отдел паровых турбин

Лаборатория вибрационной надежности лопаточного аппарата

### Тензометрирование вращающегося оборудования

В лаборатории разработана система тензометрирования вращающегося оборудования. Система предназначена для проведения тензометрических испытаний – определения с помощью тензодатчиков напряженно деформированного состояния исследуемого объекта, определение амплитудно - частотных характеристик исследуемых рабочих лопаток.



**Токоъемное устройство**

**Программное обеспечение**

## Отдел паровых турбин

### Стеновая база лаборатории вибрационной надежности лопаточного аппарата

1. Стенд для тарировки датчиков АСДЛ «СКАЛА»



2. Стенд для отладки аппаратуры АСДЛ «СКАЛА»



3. Стенд для отладки АСДЛ «СКАЛА-БП»



4. Стенд для проведения усталостных испытаний (вибротумба)

5. Тензостанция для проведения усталостных испытаний



6. Стенд моделирующий электромагнитное состояние турбоагрегата



7. Стенд, моделирующий закрутку валопровода



8. Испытательный стенд для проверки работоспособности контроллеров на отказ по времени наработки



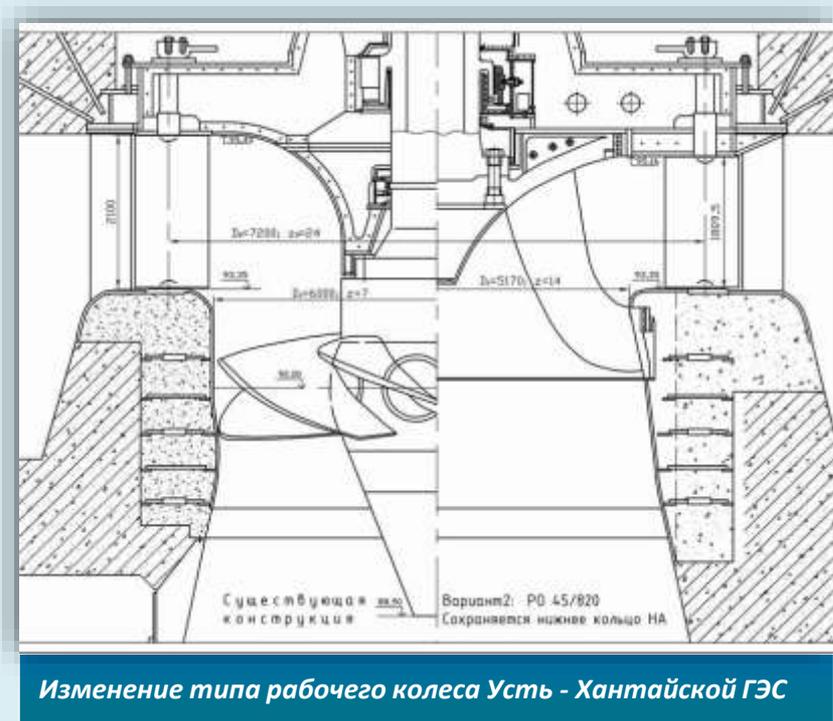
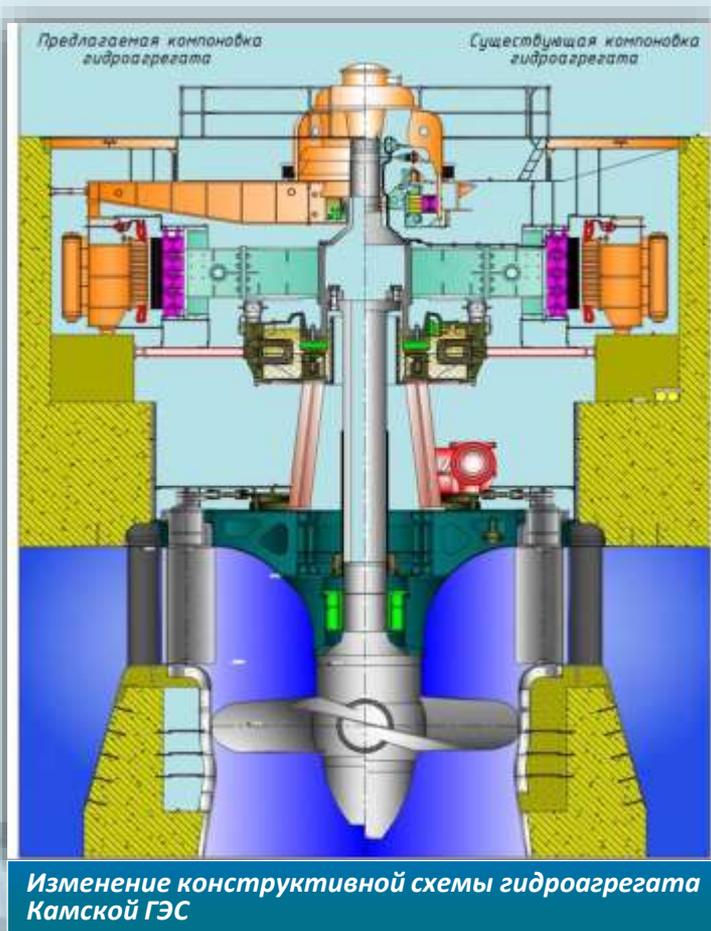
# Отдел гидроэнергетики и гидроэнергетического оборудования

## Основные направления деятельности отдела

- 1.** Создание новых проточных частей гидротурбин в соответствии с потребностями отрасли, в том числе для малых и микро ГЭС, а также создание новых машин с переменной частотой вращения.
- 2.** Проведение энергокавитационных испытаний моделей гидротурбин на стенде обратимых гидромашин ОАО «НПО ЦКТИ».
- 3.** Проведение вибрационных испытаний моделей гидротурбин на вибрационном стенде ОАО «НПО ЦКТИ», стендовая проверка оборудования для проведения вибрационных исследований.
- 4.** Повышение технического уровня гидроэнергетического оборудования действующих ГЭС, в том числе, увеличение располагаемой мощности и КПД действующего оборудования, расширения диапазона использования гидротурбин по мощности и напору.
- 5.** Промышленные исследования на гидротурбинах действующих ГЭС с оценкой состояния и повышением надежности, в том числе:
  - 5.1.** Проведение энергетических испытаний гидротурбин абсолютным методом с определением абсолютного значения КПД турбин и относительным методом для получения уточненных эксплуатационных характеристик действующих гидротурбин.
  - 5.2.** Проведение вибрационных испытаний с выявлением и устранением причин повышенных вибраций.
  - 5.3.** Выявление и устранение причин трещинообразования рабочих колес и узлов гидротурбин; проведение прочностных испытаний гидротурбин.
  - 5.4.** Кавитационные исследования и разработка мероприятий по снижению (устранению) кавитационной эрозии проточного тракта гидротурбин.
  - 5.5.** Проведение специальных натуральных исследований: изучение пульсаций давления, переходных процессов, влияния оборудования на плотины и здания ГЭС, динамическое состояние водоводов и т.п.
- 6.** Оценка технического состояния гидроагрегатов с продлением срока службы и определением остаточного ресурса основных узлов гидротурбин.
- 7.** Подготовка технических заданий на замену и реконструкцию оборудования, отработавшего нормативный срок службы.
- 8.** Разработка гидравлических проектов новых и модернизируемых турбин.
- 9.** Разработка и поставка портативных виброизмерительных комплексов для испытаний гидроагрегатов.
- 10.** Создание и внедрение стационарных автоматизированных систем мониторинга и диагностики технического состояния гидроагрегатов, в том числе:
  - 10.1.** Разработка технических требований на стационарную систему с учетом особенностей конструкции оборудования.
  - 10.2.** Разработка алгоритмов и программного обеспечения системы диагностирования технического состояния оборудования и обнаружения неисправностей на ранней стадии их зарождения.
  - 10.3.** Сопровождение ввода системы в эксплуатацию.
  - 10.4.** Проведение верификации системы с выдачей заключения о ее соответствии заданным техническим требованиям.
- 11.** Разработка стандартов, норм, методик в области создания, реконструкции, эксплуатации, продления срока службы, исследования гидроэнергетического оборудования.

## Отдел гидроэнергетики и гидроэнергетического оборудования

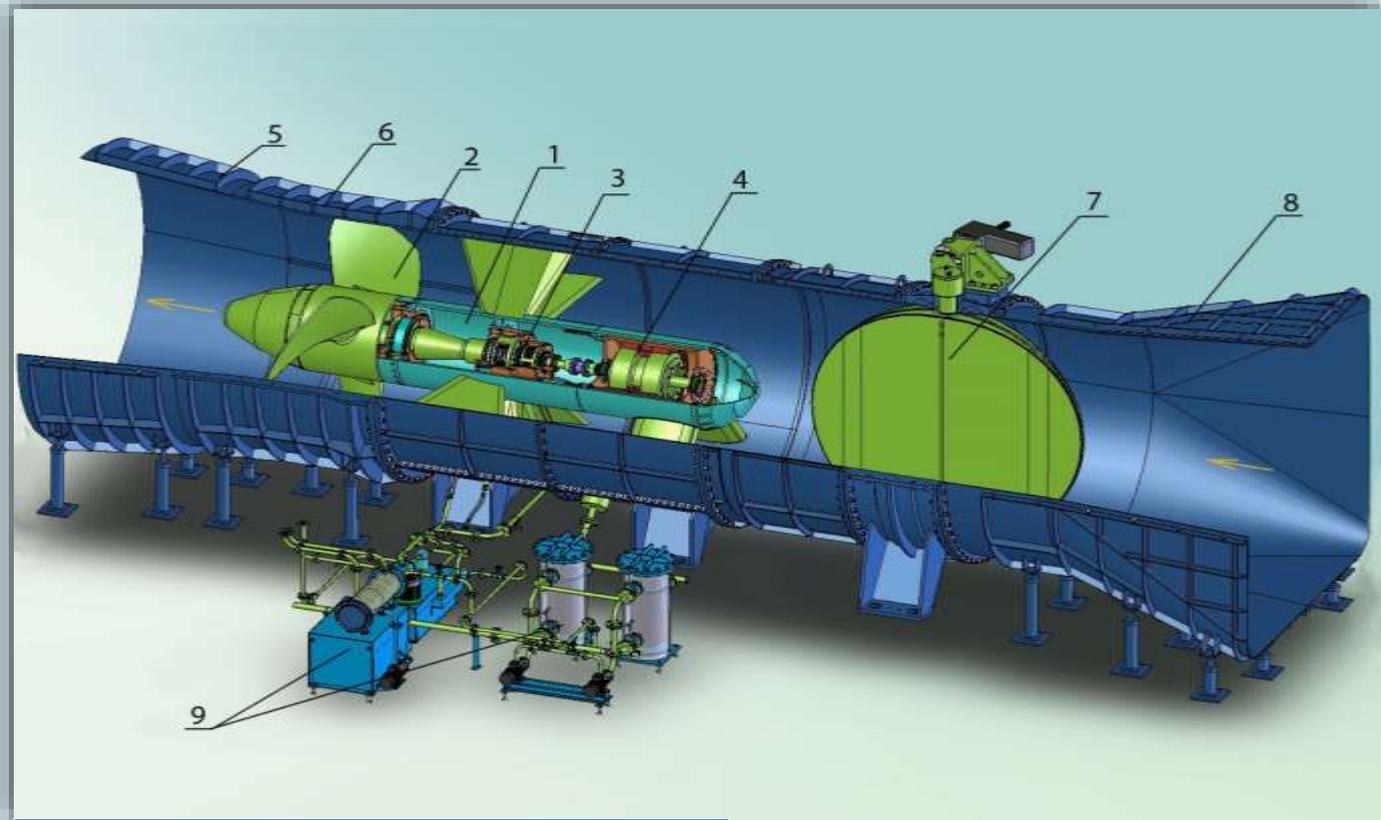
### Примеры проведения проектных работ по обоснованию замены оборудования



## Отдел гидроэнергетики и гидроэнергетического оборудования

Пример создания новой проточной части гидротурбины для малой ГЭС

1. Гидротурбинный блок
2. Рабочее колесо ( $D = 2.6\text{м}$ )
3. Мультипликатор
4. Генератор
5. Конус отсасывающий
6. Камера рабочего колеса
7. Затвор дисковый
8. Диффузор подводящий
9. Системы смазки и водяного охлаждения



Гидроагрегат ГЭС изготовлен для Колумбии (г. Миту)  
мощностью 600 кВт, напор 2,5м

## Отдел гидроэнергетики и гидроэнергетического оборудования

Примеры создания новых проточных частей гидротурбин для малых ГЭС



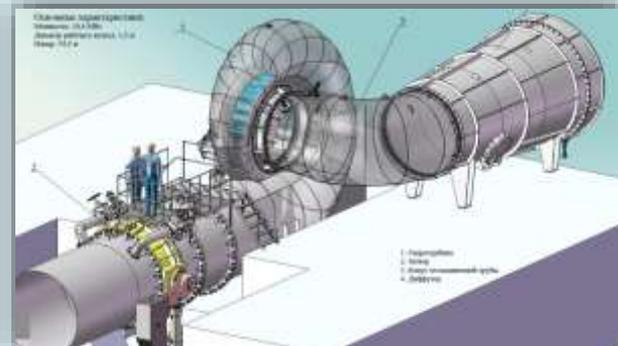
*Агрегат Миту ГЭС (Колумбия)  
с переменной частотой вращения*



*Ковшовая турбина*



*Гидроагрегат мощностью 1,8 МВт Джрадзор ГЭС  
(Армения)*



*Агрегат ГЭС Менд্রে  
Мощность 10,4 МВт*

## Отдел гидроэнергетики и гидроэнергетического оборудования

### Стендовая база отдела

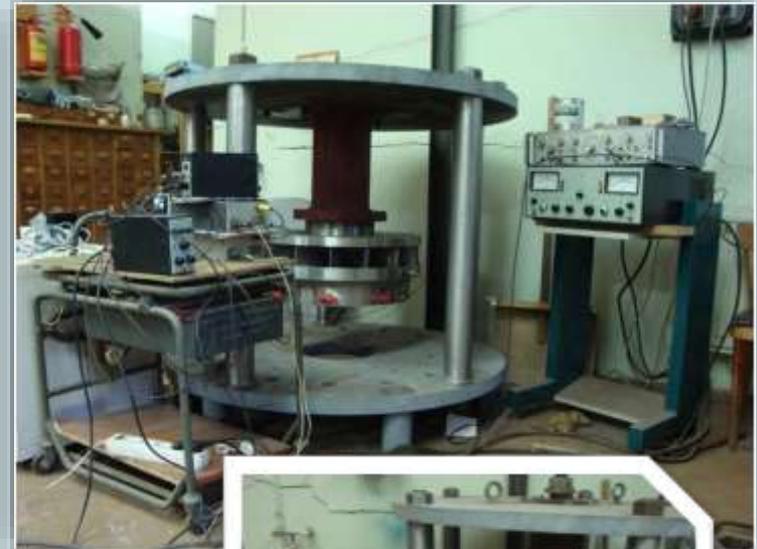
Для расширения рабочего диапазона радиально-осевой турбины и отработки оптимального решения :

- установка под рабочим колесом стабилизирующих устройств, разрушающих вращающийся «жгут» под рабочим колесом;
- впуск воздуха в напорную часть турбины;
- использование переменной частоты вращения.

Используется гидравлический **стенд обратимых гидромашин**, точность измерений которого соответствует международным стандартам.

Для исследования вибрационных параметров (собственных частот) **используется вибрационный стенд**.

**Стенд обратимых гидромашин**



**Вибрационный стенд**



## Отдел гидроэнергетики и гидроэнергетического оборудования

Примеры промышленных исследований на гидротурбинах действующих ГЭС

Энергетические испытания абсолютным методом

**Градуировка вертушек в бассейне**



**Рама с вертушками**



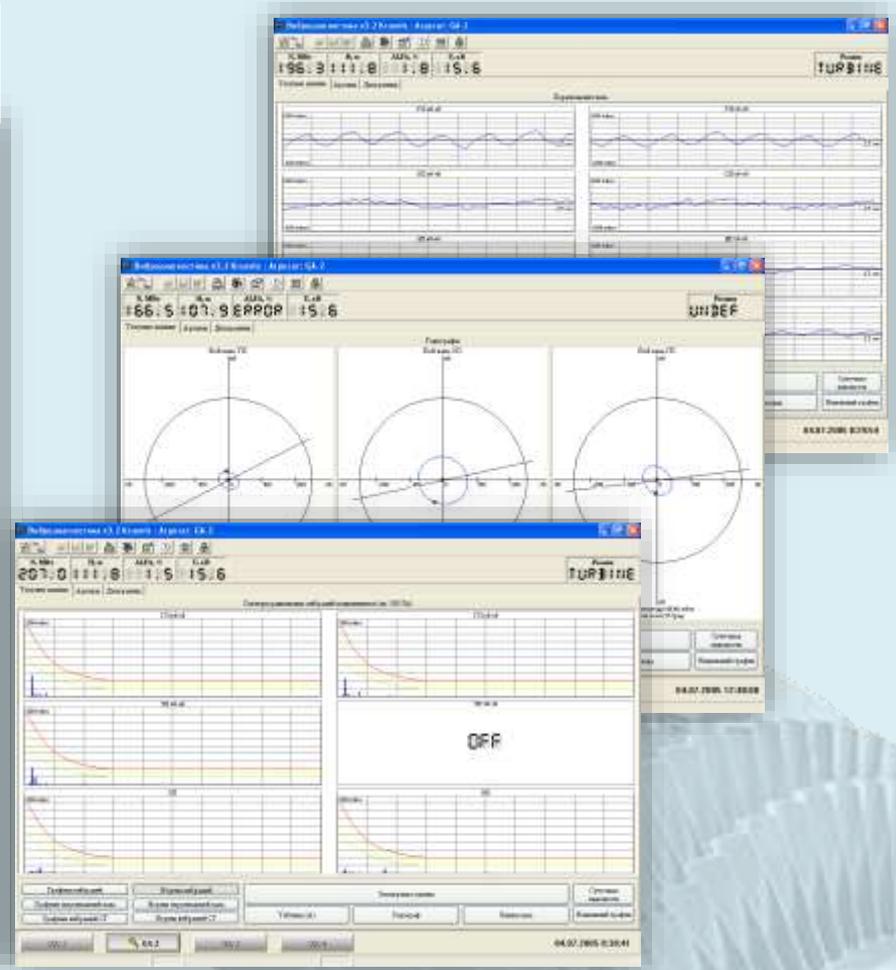
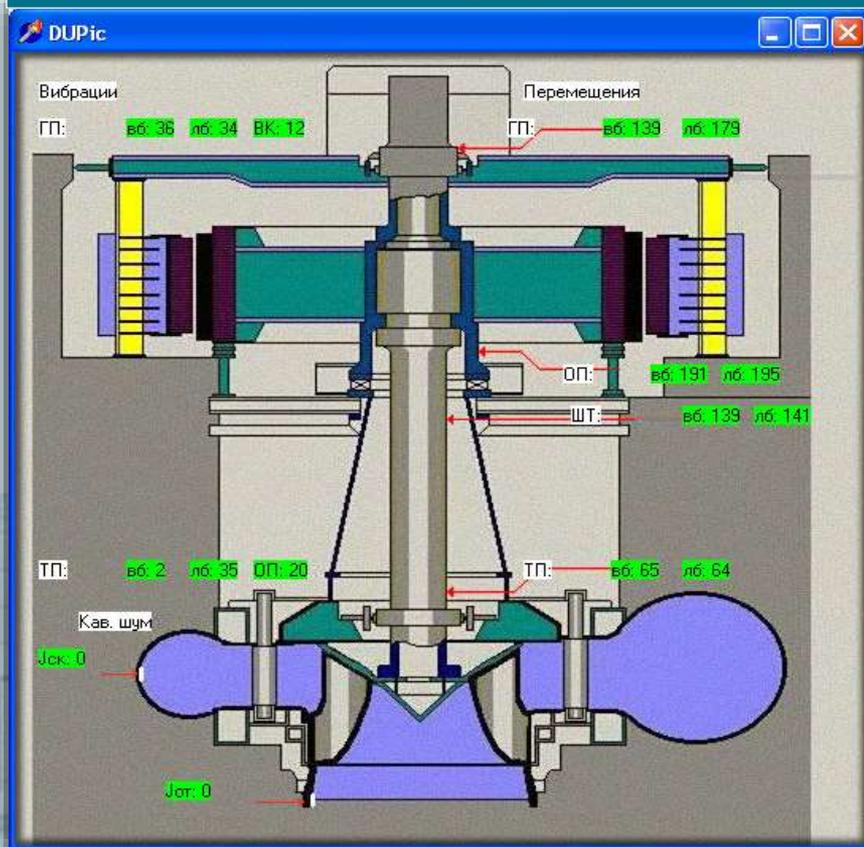
**Установка вертушек в водоводе**



## Отдел гидроэнергетики и гидроэнергетического оборудования

Создание автоматизированных систем мониторинга  
и диагностики технического состояния гидроагрегатов

### Система виброконтроля гидроагрегата Крунисской ГАЭС (Литва)



# Отдел газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок

## Основные направления деятельности отдела

- Проектирование систем охлаждения сопловых и рабочих лопаток, роторов и статоров новых турбин, в том числе, расчеты гидравлики, температурного и термонапряженного состояния в 3D постановке с последующей оценкой ресурса элементов существующих и модернизируемых ГТУ.
- Экспериментальное исследование гидравлики и температурного состояния охлаждаемых лопаток турбин в стендовых условиях.
- Экспериментальное исследование теплогидравлических характеристик основных элементов КС и турбины в натурных условиях.
- Проектирование, изготовление и испытание регенераторов ГТУ.
- Исследование выхлопных трактов ГТУ и ПГУ в стендовых и натурных условиях. Разработка способов стабилизации газового потока.
- Проектирование и изготовление элементов выхлопных трактов натурных ГТУ и ПГУ.
- Проектирование и изготовление элементов воздухозаборного тракта ГТУ, в том числе улиток.
- Экспертиза проектов ГТУ.
- Разработка технических предложений по ПГУ различных типов. Выполнение ТЭО на строительство ПГУ.
- Разработка тепловых схем ПГУ.
- Разработка исходных требований к основному тепломеханическому оборудованию ПГУ.
- Выбор основного и вспомогательного тепломеханического оборудования ПГУ и ГТУ и проектирование нестандартного оборудования, в том числе теплообменных аппаратов и глушителей.
- Детальные тепловые расчеты с определением энергетических и технико-экономических показателей ПГУ на проектных и на нерасчетных режимах.
- Определение экологических характеристик (уровни шума и тепловыделение) тепломеханического оборудования ПГУ.
- Проектирование, изготовление и монтаж шумо- и теплоизоляции тепломеханического оборудования натурных ПГУ.
- Разработка направлений и программ импортозамещения, применительно к ПГУ и ГТУ.

## Стендовая база отдела газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок

### Стенд для исследования лопаточных аппаратов газовых турбин

Экспериментальный стенд предназначен для исследований гидравлических характеристик и температурного состояния лопаточных аппаратов газовых турбин.

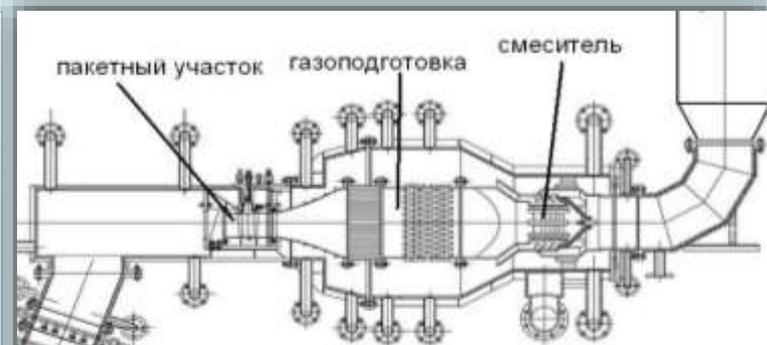
Основной элемент стенда - высокотемпературная газодинамическая установка, модернизированная в 2013 – 2016 гг.

Основные параметры установки: максимальная температура газа – **1100 °С**, максимальное давление газа – **2,5 бар**, температура охлаждающего воздуха от **20 до 350 °С**. Установка состоит из камеры сгорания, в которую поступает сжатый воздух от компрессора К-500 (мощность электродвигателя **3500 кВт**, расход **G = 10 кг/с**, **P = 6 бар**), участка газоподготовки, рабочего участка, сменных пакетов исследуемых и вспомогательных лопаток. Участок газоподготовки предназначен для выравнивания поля температур и давлений газа перед входом в рабочий участок. Он состоит из нескольких элементов: смесителя, который перемешивает поток после выхода из камеры сгорания и водоохлаждаемого колена (поворот потока на 90°), турбулизатора (состоит из нескольких рядов взаимно перпендикулярных стержней), сотового успокоителя, который выполнен из взаимно перпендикулярных пластин, образующих сотовую структуру с размером ячейки 40 × 40мм, и конфузора.

Рабочий участок состоит из наружного корпуса, охлаждаемого водой, и внутреннего корпуса с установленными в нем пакетами препарированных экспериментальных и вспомогательных лопаток.

В новой жидкотопливной камере сгорания установлена пламенная труба с конвективно-пленочным охлаждением и двухтопливная однокаскадная форсунка с пневмораспылом. В новой камере сгорания пусковая форсунка – газотопливная (от баллона).

В состав стенда входят также следующие системы: топливная система для подачи дизельного топлива к форсункам камеры горения, водяная система для подвода воды к охлаждаемым наружным корпусам установки и форсункам для впрыска воды в продукты сгорания за рабочим участком, система подготовки и подвода охлаждающего воздуха к лопаткам, в том числе электронагреватели.



*Принципиальная конструктивная схема установки*



*Общий вид стенда после модернизации*

## Стендовая база отдела газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок

### Установка для исследования выхлопного тракта

Создана специальная экспериментальная установка. На ней выполнены исследования выхлопного тракта установки ПГУ-325, в состав которой входит газотурбинная установка ГТЭ-110.

В выхлопной тракт установки (далее - ВТУ) входят диффузор газовой турбины (ДТ), выхлопной патрубков ГТЭ-110, являющийся с аэродинамической точки зрения диффузором (ВП), диффузор котла-утилизатора (ДКУ), котел-утилизатор (КУ), переходный элемент к КУ.

#### Эксперименты на установке позволили:

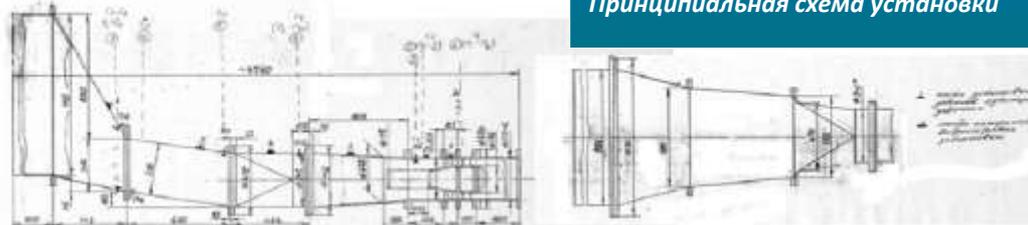
- определить основную причину возникновения пульсаций давления в газовом потоке в ВТУ;
- выдать рекомендации по снижению пульсации давления и проверить их в ходе эксперимента;
- определить гидравлические потери в диффузорах.

Исходя из производительности осевого компрессора К-500, для получения чисел маха в потоке, соответствующих натурным условиям, коэффициент моделирования принят равным 11,11. Принципиальная схема установки приведена на рисунке ниже.

#### В состав экспериментальной установки входили:

- ресивер, входной стыковочный участок, участок закрутки для 3-х разных режимов работы натурального агрегата: холостого хода, 50 % нагрузки, номинального режима;
- модели диффузора турбины, модель выхлопного патрубка, модель переходного участка, модель диффузора котла-утилизатора;
- модель КУ с первым трубным пучком и эквивалентной моделью собственно котла.

Принципиальная схема установки



Общий вид установки

## Отдел газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок

### Выполняемые работы

Начиная с 2012 г., выполняется большой комплекс работ, направленных на обеспечение надежной работы единственной отечественной мощной энергетической **ГТУ ГТЭ-110** ПАО «ОДК-Сатурн». В рамках комплекса выполнены следующие работы:

- всесторонний анализ конструкции агрегата, выявлены основные конструктивные недостатки агрегата;
- проект и модернизация уникального высокотемпературного стенда для испытаний лопаток ГТЭ-110 и ГТЭ-110М;
- несколько серий экспериментальных исследований сопловых и рабочих лопаток одной ступени турбины ГТЭ-110 при температуре газа 1100 °С;
- на основании расчетного анализа и ряда экспертиз повреждений лопаток разработаны и внедрены рекомендации по оптимизации лопаток.

Для экспериментального исследования на модернизированном стенде в натурные лопатки устанавливались два типа термопар маркировки ХА: для основной части лопатки приблизительно 50 термопар в мягкой изоляции из кремнеземистой нити с пропиткой кремнеорганическим лаком (диаметр термоэлектродов 0,3 мм); в зоне выходной кромки устанавливаются кабельные термопары с наружным диаметром 0,5 - 0,7 мм.

Горячие спаи термопар расплющивались и приваривались контактной электросваркой к наружной поверхности лопатки в зоне конца канавки для укладки кабеля. Кабель в канавках и горячие спаи закрывались фольгой толщиной ~ 0,1 мм, которая приваривалась к лопатке контактной электросваркой. Для измерения температуры воздуха и газа использовались термопары ХА с диаметром термоэлектродов 0,5 мм в мягкой изоляции.



*оснащенные датчиками рабочая и сопловая лопатки турбины ГТЭ-110*

## Отдел газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок

### Выполняемые работы

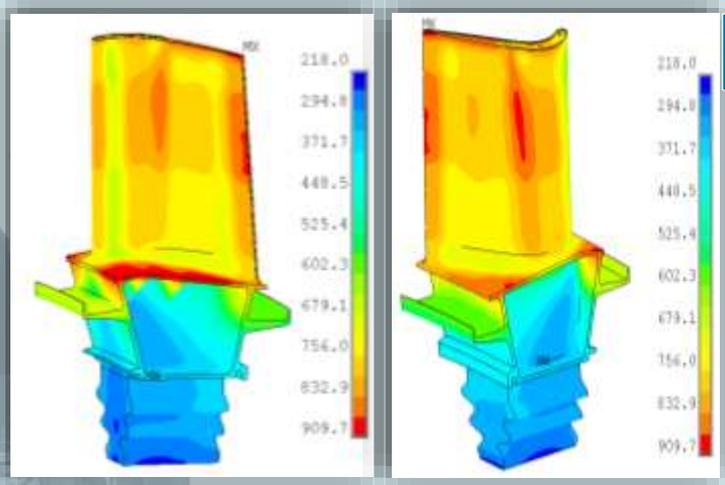
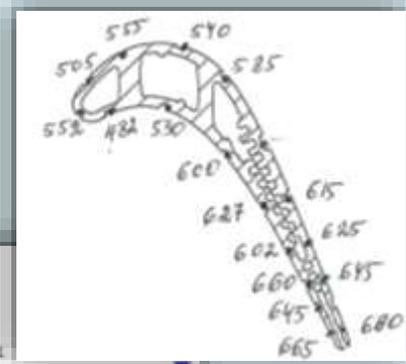
На основании полученных экспериментальных данных по гидравлике и температурному состоянию нескольких вариантов сопловых и рабочих лопаток ГТЭ-110 верифицированы соответствующие расчетные модели в 2D и в 3D постановке. С использованием верифицированных моделей произведены расчеты гидравлики, температурного, напряженного и вибрационного состояния лопаток для натуральных условий. На **рис. А** приведено сопоставление экспериментальных данных по рабочей лопатке с результатами расчетов. На **рис. Б** представлены результаты расчета температурного состояния одного из вариантов рабочей лопатки ГТЭ-110 для натуральных условий.

**Рис. А. Поверочные расчеты температурного поля в среднем сечении на режиме горячей продувки**

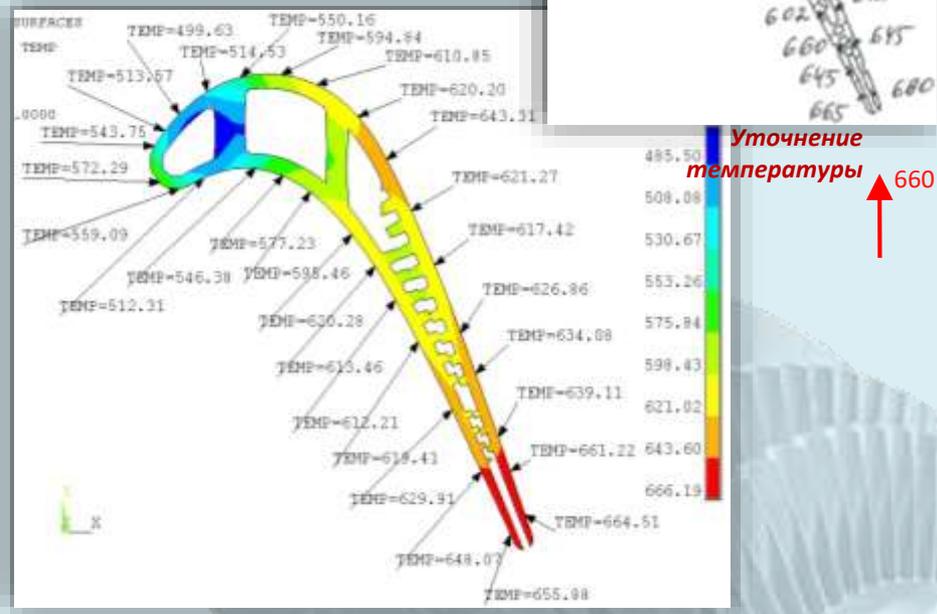
**Четвертое приближение**

$\lambda_r=0,57$ ;  $T_r^*=800^\circ\text{C}$ ;  $P_r^*=1,56$  атм;  $G_{\text{вотн}}=1,84\%$ ;  $T_{\text{в}}=135^\circ\text{C}$

**Новые регионы и коэффициенты приведения для внешних Alfa. 2-я итерация гидравлики и подогрева охлаждающего воздуха.**



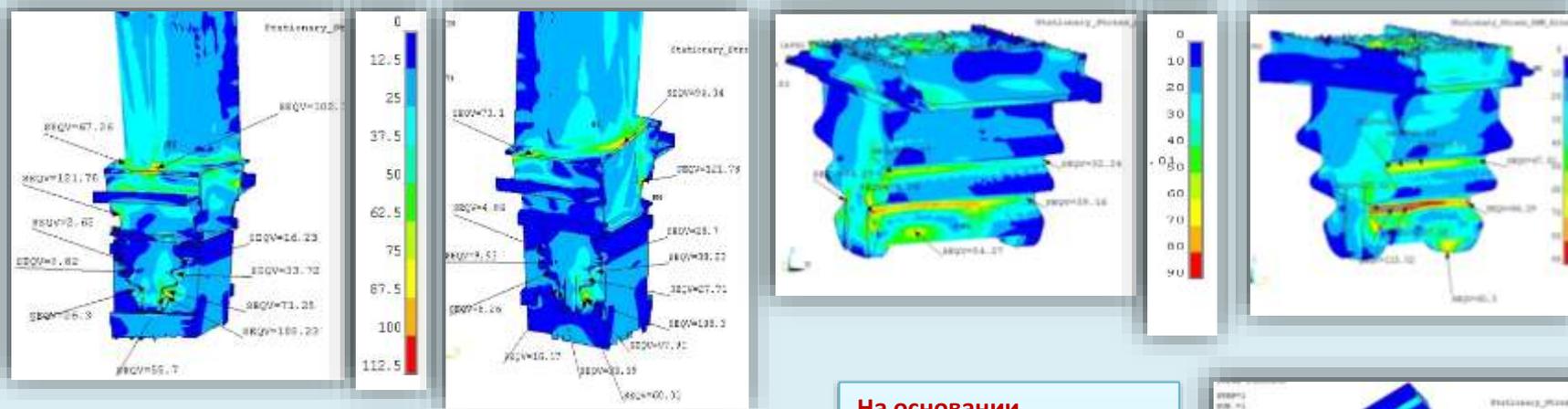
**Рис. Б.**



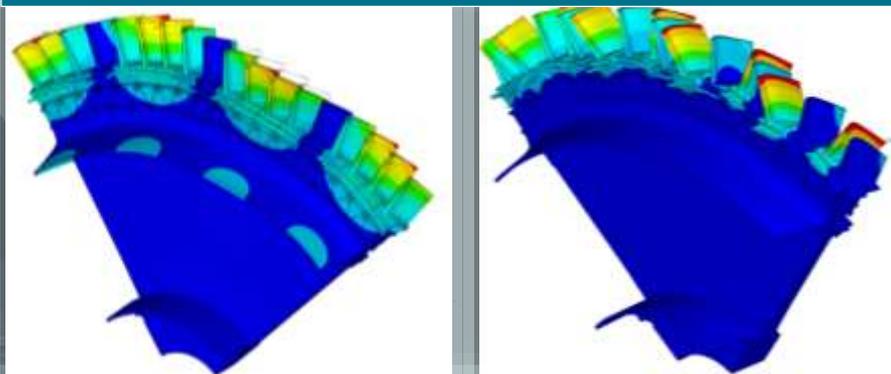
## Отдел газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок.

### Выполняемые работы

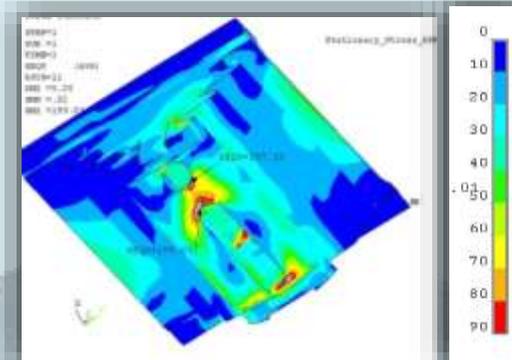
**Результаты расчета термонапряженного состояния в 3D постановке рабочей лопатки одной ступени турбины**



**Результаты определения вибрационного состояния системы диск-рабочие лопатки одной ступени турбины ГТЭ-110**



**На основании выполненных экспериментов и расчетов разработаны конкретные предложения по модернизации систем охлаждения и конструктивному облику сопловых и рабочих лопаток с целью увеличения их ресурса. Рекомендации внедрены в натуральный агрегат.**



## Отдел газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок.

### Выполняемые работы

**Комплекс исследований по определению причины пульсаций потока и вибрации в выхлопном тракте установки ГТЭ-110 ПАО «ОДК-Сатурн», разработан способ подавления пульсаций**

**Измерительная схема, которая подготовлена для проведения работы, включает в себя несколько типов первичных датчиков и вторичной аппаратуры:**

- зонд шаровой пятиканальный для измерения величины и направления скорости в потоке. Вторичная аппаратура- U образные дифманометры с водой и датчики давления типа «Метран-100 ДИВ» и «Метран-100 ДИ»;
- трубка Пито-Прандтля для определения параметров потока в последнем измерительном сечении и «Метран-100 ДИВ» ;
- датчики давления типа «Метран-100 ДИВ» для определения статического давления при отборе со стенок установки, а также для обеспечения работы схемы определения пульсации давления;
- пьезодатчики пульсации давления Ditrان и измерительный комплекс производства National Instruments.

Экспериментальное исследование выполнялось при числе Re в потоке в автомодельной области. ( $Re > 1.5 \cdot 10^5$ ), и числах Маха, соответствующим натурным значениям. Например, для режима номинальной нагрузки при осевом входе потока в диффузор турбины испытания проводились при значении числа  $M \approx 0,47$ . ( $Re$  составил  $3,76 \times 10^5$ ).

Измерения пульсации давления показало, что основной причиной их возникновения является закрутка потока. (см. *Рис. Д*)

**Разработан способ подавления пульсации давления потока в ВТУ за счет установки раскручивающего устройства.** (см. *Рис. Е*)

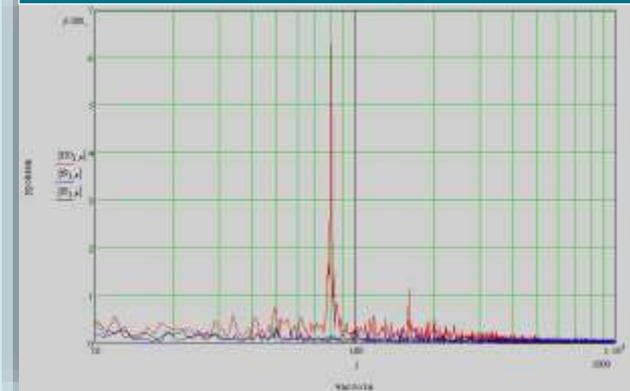
#### Измерения пульсации давления



**Режим холостого хода (датчик P2)**

**Режим номинальной нагрузки датчик P2)**

#### Подавление пульсации давления потока в ВТУ



## Отдел газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок

### Выполняемые работы

Работы по судовым агрегатам мощностью 1,25 – 1,8 МВт  
ПАО «ПРОЛЕТАРСКИЙ ЗАВОД»

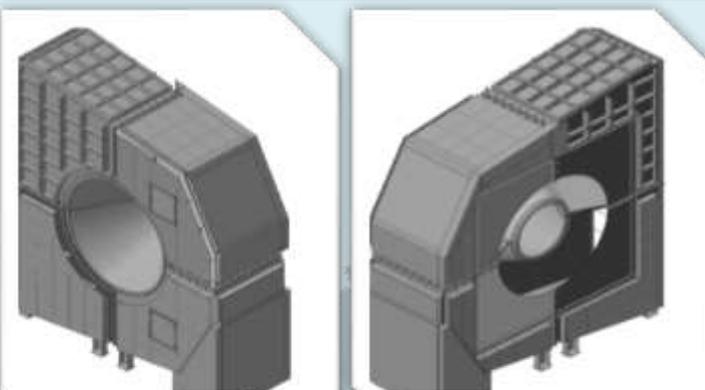
- Выполнены разработка, изготовление и испытание пластинчатого регенератора для новой судовой установки ГТГ-1250 Р ПАО «Пролетарский завод».
- Получен патент на полезную промышленную модель, патент реализован в серийной ГТУ.



Судовая установка ГТГ-1250 Р ПАО «Пролетарский завод»

Комплекс работ по определению экологических характеристик оборудования ПГУ 325

- Выполнены измерения уровня шума в машзале ПГУ 325.
- Определены основные источники шума.
- Даны рекомендации по снижению шума от тепломеханического оборудования ПГУ.
- Выполнены проектные работы по модернизации звуковой изоляции укрытия, выхлопного патрубка, маслохозяйства, трансмиссии и труб газотопливной системы. Выпущен комплект РКД тепловой изоляции корпуса турбины. Новая шумоизоляция и теплоизоляция корпуса турбины смонтирована на натурном агрегате.



3D модель новой шумоизоляции улитки агрегата ГТЭ-110.

## Отдел газотурбинных, парогазовых и компрессорных установок

### Выполняемые работы

#### Комплекс работ по импортозамещению

- **Разработаны научно-технические и экономические основы создания программы импортозамещения оборудования энергетического машиностроения в области газотурбинных технологий.**
  - Выполнен сбор и анализ исходной информации и разработаны разделы **программы импортозамещения** оборудования энергетического машиностроения в области газотурбинных технологий, в том числе:
    - ✓ исследованы номенклатура и технический уровень рынка оборудования стационарных ГТУ;
    - ✓ разработаны предложения по техническим требованиям и типоразмерному ряду газовых турбин;
    - ✓ определен круг организаций, предприятий, инжиниринговых компаний и конструкторских бюро, заинтересованных в создании отечественных стационарных ГТУ;
    - ✓ подготовлены предложения по реализации пилотных проектов в области создания высокоэффективных парогазовых энергоблоков;
    - ✓ разработана **программа импортозамещения** в области энергетических газотурбинных технологий.
- **Разработаны научно-техническая и экономическая основы создания программы импортозамещения в области энергетических газотурбинных технологий, в том числе:**
  - прогноз потребности энергетики России до 2030 г. в газотурбинном оборудовании;
  - предложения по освоению производства ГТУ со стопроцентной локализацией в России;
  - требования к конструкторским организациям и производителям ГТУ в области информационной поддержки жизненного цикла изделий;
  - предложения по тепловым схемам и требованиям к основному оборудованию ПГУ;
  - предложения по выбору и применению информационно-технологического обеспечения управления **программой импортозамещения.**

# Лаборатория физико-технических проблем энергетического оборудования

## Основные направления деятельности лаборатории

- Снижение шума элементов энергооборудования. Расчет малошумных клапанов и дроссельных (редуцирующих) устройств.
- Устранение автоколебаний в теплообменниках.
- Разработка конструктивных схем и расчет шумозащитных устройств энергооборудования, включая:
  - шумоглушители сброса пара и газ высокого давления;
  - шумоглушители компрессоров, выхлопа ГТУ и ПГУ, тягодутьевых машин;
  - линейные шумоглушители трубопроводных систем;
  - кожухи, звукоизолирующие покрытия, экраны и выгородки.
- Акустическое обследование энергооборудования и разработка технических решений, обеспечивающих выполнение нормативных требований по шуму.
- Аэродинамические исследования элементов проточной части паровых турбин: регулирующих клапанов и выхлопных патрубков и диффузоров.
- Разработка измерительной аппаратуры для исследования структурно-кинематических характеристик (скорости и степени влажности) влажнопаровых потоков в модельных и натуральных паровых турбинах.

## Лаборатория физико-технических проблем энергетического оборудования

### Работы, выполненные лабораторией за последние 5 лет

- Расчетное обеспечение мероприятий по снижению шума и вибраций на предприятиях газовой промышленности.
- Газодинамические и акустические расчеты, разработка конструктивных схем шумоглушителей технологических сбросов газа.
- Сопоставительный анализ технических решений по выполнению пароперепускных трактов во вновь проектируемой «ЛМЗ» тихоходной турбине К-1200-6,8/25.
- Модельные аэродинамические исследования выходных трактов СД и НД проектируемой «ЛМЗ» тихоходной турбине К-1200-6,8/25.
- Аэродинамическая отработка на моделях выхлопного патрубка ЦНД турбины 1000 МВт фирмы Шкода (Чехия).



### Стендовая база

- Высокоскоростной аэродинамический стенд.
- Стенд для исследования аэродинамики и гидравлических сопротивлений энергетического оборудования.

# Отдел ресурса, технической диагностики и ремонтно-восстановительных технологий металлов энергооборудования

## Основные направления деятельности отдела

- Определение механических свойств сталей и сплавов с построением кривых деформирования при **20-950 °С**.
- Испытания на длительную прочность с построением кривых длительной прочности и параметрических зависимостей Ларсона - Миллера.
- Испытания сопротивления ползучести с построением изохронных кривых ползучести при 600-950 °С. Построение зависимостей скорости ползучести на установившейся стадии от напряжения.
- Испытания на термическую усталость по различным циклам с **T<sub>max</sub>** до **1200 °С** (с выдержкой и без выдержки при **T<sub>max</sub>**) плоских корсетных образцов в вакууме с наблюдением за структурой поверхности образцов и фиксированием образующихся трещин.
- Техническая диагностика металла деталей и узлов действующего оборудования в процессе их эксплуатации (цветная дефектоскопия, токовихревой контроль, металлография реплик, твёрдость).

### Пример цветной дефектоскопии



Трещина на зубьях диска ТВД турбины ГТК-10

### Пример структур металлов, полученных методом металлографических реплик



мартенситная



аустенитная



феррито-перлитная

## Отдел ресурса, технической диагностики и ремонтно-восстановительных технологий металлов энергооборудования

### Направления деятельности

- Коррозионные испытания в различных средах при температурах до **900 °С**.
- Конечные-элементные расчёты напряжённо-деформированных материалов при постоянных и циклически изменяющихся температурах и нагрузках.
- Расчётное определение термоусталостной прочности дисков и лопаток ГТУ с определением запасов прочности.
- Проведение структурных исследований сталей и сплавов методами цифровой оптической металлографии, электронной микроскопии, фазового и рентгеноструктурного исследования, рентгеноспектрального анализа.
- Определение влияния эксплуатационного старения на кинетику изменения структуры, механических свойств, длительной прочности, ползучести, термической усталости.
- Ремонт лопаток паровых турбин на роторе в станционных условиях.
- Проведение экспертных исследований при разрушении рабочих и направляющих лопаток паровых и газовых турбин.
- Проведение работ по экспертизе промышленной безопасности при продлении ресурса газовых турбин.
- Аттестация защитных покрытий по разработанной НПО ЦКТИ методике.
- Расчётное определение скорости роста трещин усталости, ползучести и термической усталости.

### Локализация термоусталостных трещин



*Трещины во внешнем слое*



*Трещины по всей толщине и отслоение*



*Раскрытие микроканалов роста*



*Трещины во внутреннем слое*



*Отслоение металлического слоя от керамического*



*Трещины от оксидных частиц*



*Трещины по всей толщине*



*Трещина от дефекта покрытия*



*Металлическое покрытие без трещин*

## Отдел ресурса, технической диагностики и ремонтно-восстановительных технологий металлов энергооборудования

### Работы, выполненные отделом за последние 5 лет

#### 1. **Томь -Усинская ГРЭС, Ново-Воронежская АЭС, Кемеровская ГРЭС.**

- Ремонт в стационарных условиях рабочих лопаток на роторах паровых турбин.

#### 2. **АО «ОДК - Климов».**

- Исследование работоспособности монокристаллических жаропрочных сплавов для применения в турбинных лопатках перспективных вертолётных двигателей.
- Оптимизация металлургической технологии производства рабочей лопатки ТВД изделия РД-33МК и его модернизаций.
- Исследование коррозионной стойкости и термоусталостной долговечности монокристаллических сплавов ЖС32, ВЖМ4, ВЖМ-7, ВЖА-21, ВЖМ5У, ВИН.

#### 3. **ПАО «ОДК - Сатурн».**

- Разработка базовых технологий материалов и оборудования для парогазовых установок на базе газотурбинных установок большой мощности:
  - разработка современных норм прочности деталей стационарных ГТУ;
  - создание базы данных характеристик жаропрочных сталей и сплавов, применяемых в газотурбостроении;
  - разработка новых методик неразрушающего и разрушающего контроля для оценки фактического состояния покрытий и металла деталей и узлов ГТУ после длительной наработки с целью продления их ресурса;
  - создание методики расчетно-экспериментального определения ресурса лопаток газовых турбин, основанной на изучении процессов перераспределения элементов в поверхностных слоях различных точек пера лопаток после длительной эксплуатации;
  - совершенствование методики расчета прочности лопаток газовых турбин, имеющих ориентированную или поликристаллическую структуру, а также деталей МЭК с учётом влияния системы покрытий.
- Разработка мероприятий по ликвиции дефектов рабочей лопатки 1-ой ступени ГТД-110:
  - оптимизация химсостава сплава ЧС-88У в пределах паспорта на сплав;
  - сравнительные металлографические исследования рабочих лопаток 1 и 2 ступеней;
  - Выполнение металлографического исследования дефектных лопаток (ГТД-110 №5 и №6) 1-4 ступеней турбины с целью подтверждения выводов по результатам исследований ОАО «ВТИ» дефектных лопаток ГТД-110 №3 и №4.

#### 4. **ООО «Газэнергосервис».**

- Работы по заключениям экспертизы промышленной безопасности при продлении ресурса газовых турбин ГТК-10, ГТК-10И, ГТК-25И.

#### 5. **ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург».**

- Экспертные заключения по определению причин разрушения участков труб.

## Отделение котельных установок

### Основные отделы и лаборатории

- **Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок:**
  - *Лаборатория внутрикотловой гидравлики, сепарации и проектирования котельных установок:*
    - Группа проектирования котельного оборудования;*
    - Группа внутрикотловой гидравлики и сепарации;*
    - Группа металлоконструкций котельных установок;*
    - Группа проектирования футеровок, обмуровок и теплоизоляции различного теплового оборудования.*
  - *Лаборатория подготовки и сжигания топлив.*
- **Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения:**
  - *Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов;*
  - *Лаборатория средств очистки промышленных котлов, котлов-утилизаторов и энерготехнологических установок.*
- **Сектор водно-химических режимов.**

# Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

## Основные направления деятельности отдела

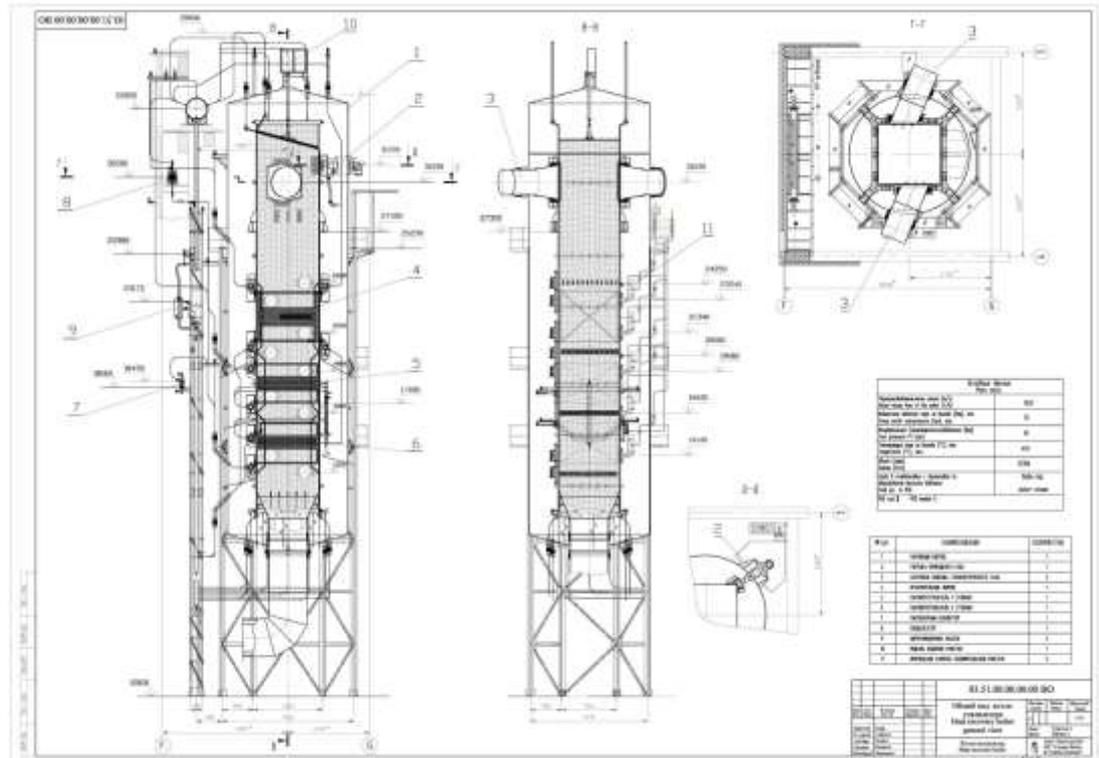
- Разработка проектов котельных установок различных типов и назначений и их элементов.
- Разработка проектов по повышению паропроизводительности котельных установок.
- Перевод котельных установок на пониженные параметры пара, расширение диапазона регулирования.
- Исследование и наладка гидравлики котлов различных типов и сепарационных устройств барабанных котлов.
- Определение причин образования отложений в трубах котлов.
- Проведение тепло-химических испытаний и пуско-наладочных работ энергетических котлов, котлов-утилизаторов, энерготехнологических котлов.
- Выполнение тепловых (в том числе котлов с ЦКС), гидравлических, аэродинамических расчетов; расчет температуры стенки.
- Обследование металлоконструкций, разработка новых проектов и проектов по восстановлению поврежденных каркасов котлов и дымовых труб.
- Разработка проектов обмуровки, футеровки и теплоизоляции котельных установок различных типов и назначений и их элементов, авторский надзор за монтажными работами, обследование, паспортизация обмуровок и теплоизоляции различных котлов, котельного оборудования, сосудов и трубопроводов.
- Разработка и изготовление горелочных устройств различной тепловой мощности, запально-защитных устройств, топливных форсунок, воздушных клапанов, дробилок, пыледелителей, шнековых питателей, дозаторов топлива и другого вспомогательного оборудования.
- Разработка математических моделей для создания методик расчетов для проектирования котлов паропроизводительностью 220-420 т/ч с ЦКС на низкосортных углях с целью замены устаревших котлов.
- Создание высокопроизводительного дробильного оборудования и систем топливоподготовки для мощных энергоблоков с топками и газогенераторами с ЦКС, КС и слоевого типа.
- Оптимизация технологии газификации твердого топлива на парокислородном дутье под давлением, как наиболее перспективной для создания мощных парогазовых установок (ПГУ) с внутрицикловой газификацией.
- Проектирование, наладка газификаторов топлива.
- Проектирование, наладка систем пылеприготовления.
- Проектирование систем газоснабжения.
- Проектирование, наладка, продувка на моделях пыледелителей, пылеконцентраторов, пылевых сепараторов, пылевых циклонов (одиночных и батарейных).
- Перевод энергетических объектов на сжигание различных видов твердых, жидких и газообразных топлив.
- Шеф-монтаж оборудования и режимно-наладочные испытания энергоустановок.
- Типовые и аттестационные испытания горелочных устройств с оформлением паспорта на горелки и декларации (сертификата) соответствия требованиям ТР ТС.
- Стендовые испытания энергетического оборудования (горелки, камеры сгорания).
- Оказание услуг по проведению испытаний по опытно-промышленному сжиганию не проектного топлива.
- Подбор альтернативных углей для сжигания на ТЭС с учетом особенностей котельного оборудования.

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

Лаборатория внутрикотловой гидравлики, сепарации и проектирования котельных установок

### Группа проектирования котельного оборудования

- Выполнение работ, направленных на создание нового оборудования.
- Проведение модернизации действующего оборудования с целью повышения надежности поверхностей нагрева, снижения допустимого минимума нагрузок, повышения качества пара.
- Выполнение аэродинамических, тепловых (в том числе котлов с топкой циркулирующего кипящего слоя) расчетов, расчет температуры стенки с использованием программ собственной разработки (TopHeat, Heat-KS, TSten-K, TSten-R). Выполнение тепловых расчетов в лицензионной версии программы Boiler Designer.



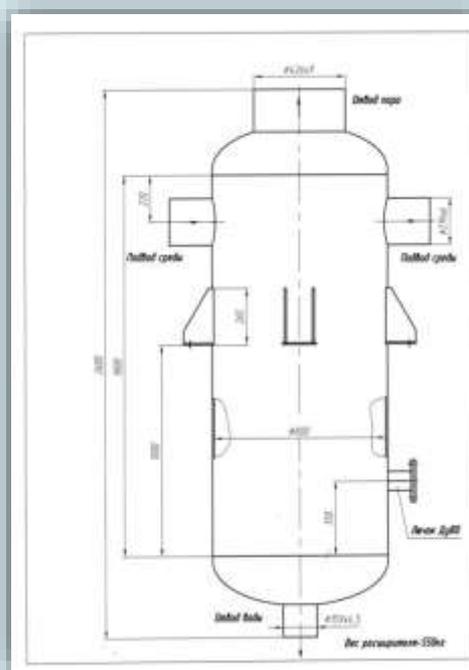
## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

Лаборатория внутрикотловой гидравлики, сепарации и проектирования котельных установок

### Группа внутрикотловой гидравлики и сепарации

#### Направления деятельности

- Проведение исследования и наладки гидравлики котлов различных типов и сепарационных устройств барабанных котлов.
- Выполнение гидравлических расчетов прямоточных котлов, расчетов естественной циркуляции и сепарационных устройств барабанных котлов.
- Оценка надежности гидравлики и температурного режима поверхностей нагрева котлов.
- Разработка рабочей документации, изготовление и поставка расширителей непрерывной продувки котлов с сопутствующей сопроводительной документацией.
- Разработка рабочей конструкторской документации сепарационных устройств
- Определение причин образования отложений в трубах котлов различных типов.
- Проведение тепло-химических испытаний и пуско-наладочных работ.
- Проведение циркуляционных испытаний с целью проверки надёжности работы испарительных (циркуляционных) контуров котельных агрегатов.



**Расширитель дренажей  
высокого давления**

Коллективом лаборатории разработана конструкция расширителя дренажей высокого давления диаметром **800 мм** и высотой **2600 мм**.

Расчетные параметры расширителя: давление 0,69 МПа. Температура **200 °С**, рабочие параметры: давление 0,12 МПа. Температура **104 °С**.

В 2014 году расширитель был изготовлен в отделе нестандартного оборудования ОАО «НПО ЦКТИ» и поставлен на Северную ТЭЦ-21 филиала «Невский» ПАО «ТГК-1» (блок №1), прошел испытания, получил сертификат соответствия № TC RU C-RU.AY04.B/00109 Серия RU №0219465 и введен в эксплуатацию. В 2016 году расширитель поставлен на блоке №2 Северной ТЭЦ-21 и введен в эксплуатацию, а также получен заказ на блок №3.

## **Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок**

Лаборатория внутрикотловой гидравлики, сепарации и проектирования котельных установок

### **Группа металлоконструкций котельных установок**

#### **Направления деятельности**

- Выполнение проектов (эскизных, технических, рабочих) различных металлоконструкций, в частности: каркасов энергетических, энерго-технологических котлов и котлов-утилизаторов, каркасов дымовых труб, листовых конструкций (газоходы, короба, бункеры, линзовые компенсаторы).
- Выполнение расчетов на прочность металлоконструкций и газоплотных коробок котлов при воздействии эксплуатационных, климатических и сейсмических нагрузок.
- Обследование каркасов паровых и водогрейных котлов, котельно-вспомогательного оборудования, дымовых труб.
- Выявление повреждений, анализ свойств металла элементов, поврежденных при тепловом воздействии.
- Составление заключений с рекомендациями по устранению дефектов.
- Разработка проектов реконструкции и восстановления поврежденных металлоконструкций и осуществление технического руководства при выполнении указанных работ.

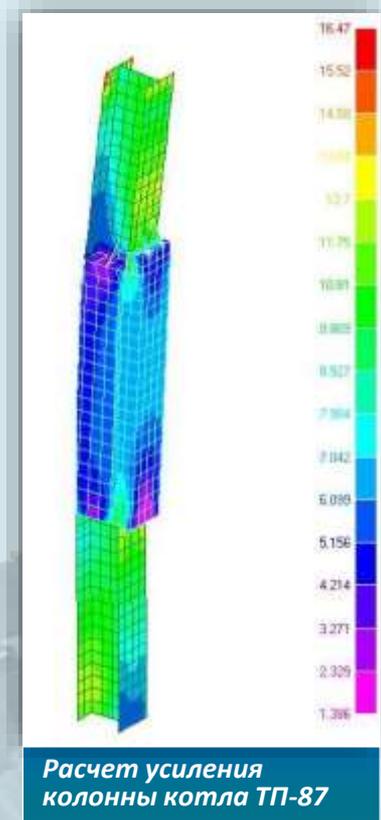
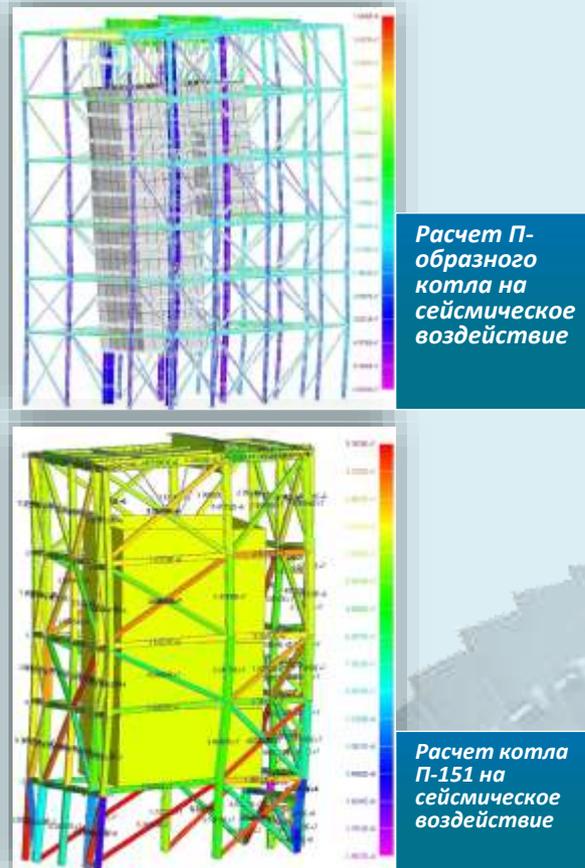
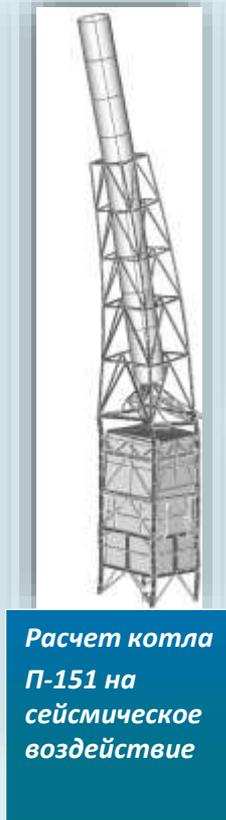
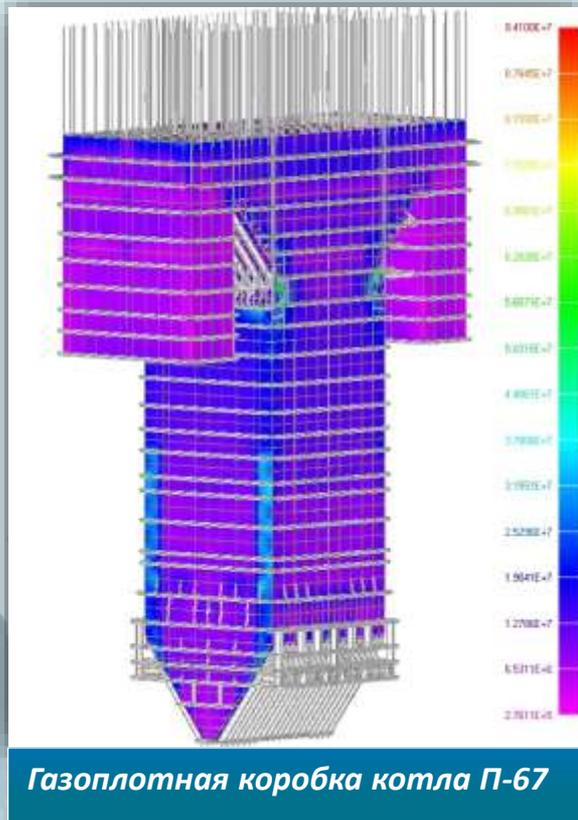


*Каркас энергетического котла и башня для дымовой трубы*

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

Лаборатория внутрикотловой гидравлики, сепарации и проектирования котельных установок

### Группа металлоконструкций котельных установок



## **Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок**

Лаборатория внутрикотловой гидравлики, сепарации и проектирования котельных установок

### **Группа проектирования футеровок, обмуровок и теплоизоляции различного теплового оборудования**

- Выполнение проектов обмуровки, футеровки и теплоизоляции для вновь проектируемых котельных установок различных типов и назначений и их элементов.
- Выполнение проектов обмуровки, футеровки и реконструкции обмуровки как всего котельного агрегата, так и отдельных участков котла, отличающихся низкой стойкостью (амбразуры горелок любой конструкции, в том числе ошипованные амбразуры, покрытые огнеупорной массой, лазы, потолочные перекрытия, неэкранированные поверхности обмуровки и т.д.).
- Обследования обмуровки энергетических котлов и тепловой изоляции трубопроводов, заключение о состоянии тепловой изоляции.
- Выполнение паспортизации тепловой изоляции с целью сокращения тепловых потерь и повышения эффективности КПД оборудования.

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

### Лаборатория подготовки и сжигания топлив

#### Направления деятельности и основные работы лаборатории

Лаборатория подготовки и сжигания топлив занимает ведущие позиции в исследовании, разработке, изготовлении энергетического оборудования и энергоустановок, соответствующих современным требованиям, а также совершенствованием систем сжигания жидких и газообразных топлив для энергетических и промышленных котлов, печей разного назначения, камер сгорания газотурбинных установок и для других объектов.

В ОАО «НПО ЦКТИ» разработаны типовые схемы организации высокоэффективного низкотоксичного сжигания топлива, включающие в себя:

- *применение специализированных низкотоксичных горелок нового поколения;*
- *горение с малыми избытками воздуха;*
- *ступенчатый подвод окислительной среды (при сжигании природного газа);*
- *рециркуляцию дымовых газов.*

Горелки разработки и производства ОАО «НПО ЦКТИ» по своим параметрам стоят в одном ряду с лучшими отечественными и зарубежными аналогами. Каждая горелка может быть спроектирована и изготовлена с учетом индивидуальных особенностей эксплуатации и обслуживания на конкретном объекте.

Горелки с центральным газораздающим насадком применяются для различных типов котлов в широком диапазоне мощностей. Горелки этого типа мощностью от 4 до 20 МВт устанавливаются на стенах топочной камеры (настенная компоновка, однофронтная, встречная, многоярусная и т.п.). Горелки данного типа надежны и просты в эксплуатации, обеспечивают хорошие показатели по полноте выгорания и умеренные выбросы вредных веществ.



**Газомазутная  
горелка ГМУ-м  
с центральной  
раздачей газа.**

Горелки с регулируемой трубчатой подачей газа устанавливаются преимущественно на котлы паропроизводительностью выше 75 т/ч. Наличие регулируемой газораздающей части, а также возможности «подрегулирования» воздушного режима (перераспределение расхода воздуха по отдельным каналам горелки) позволяет изменять длину и конфигурацию факела (характер распределения температур в ядре горения), влиять на эмиссионные характеристики пламени. **Регулировка** (многочисленные комбинации расположения газораздающих сопел трех калибров) **позволяет значительно снизить выбросы NO<sub>x</sub>, CO, сажи**, влиять на температуру перегретого пара. Разработаны технические рекомендации по углам установки газовых сопел, что позволяет получить ту или иную конфигурацию факела.

Регулировки могут выполняться специалистами ОАО «НПО ЦКТИ» в период пуско-наладочных работ.

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

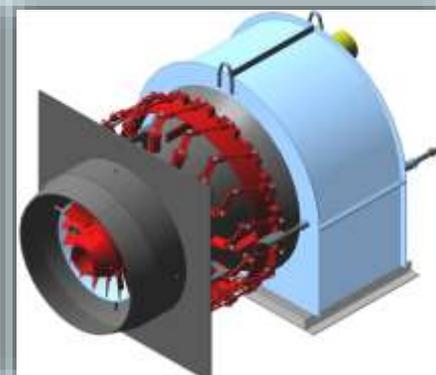
### Лаборатория подготовки и сжигания топлив



**Горелка газомазутная ГМУ-м с трубчатой раздачей газа**



**Горелка газомазутная ГМУ-м с регулируемым лопаточным аппаратом**



ОАО «НПО ЦКТИ» разработаны принципиально новые горелочные устройства для высокоэффективного низкотоксичного сжигания доменного, коксового и других попутных газов в металлургии.

Также одним из примеров использования горелок ОАО «НПО ЦКТИ» в металлургии является внедрение мощной растопочной многофункциональной горелки для серной печи в цехе производства серной кислоты (ООО «ПГ «Фосфорит», Ленинградская область, промзона «Фосфорит»).



**Горелка газовая для сжигания доменного и природного газов**



**Комбинированная плоскофакельная газовая горелка для сжигания доменного, коксового и природного газов**

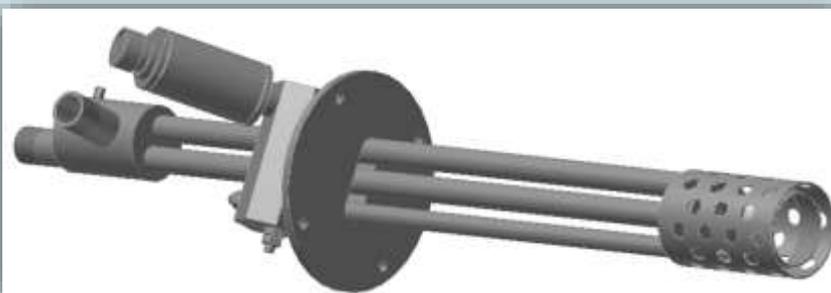
**Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок****Лаборатория подготовки и сжигания топлив**

Горелки комплектуются запальником и датчиком контроля факела горелки.

На сегодняшний день запально-защитные устройства ЗЗУ-ЗГ-01 внедрены на многих объектах для различного применения, например наши запальные устройства уже 10 лет используются для розжига горелок

**Ростральных колонн в г. Санкт-Петербурге.**

Запальник работает по принципу действия «пламепередающей трубы», не имеет высоковольтного электрода и отличается от электрических запальников устойчивостью горения, безопасностью, надежностью и долговечностью в работе. Искровой блок устанавливается непосредственно в запальник.



*Запально - защитное устройство ЗЗУ-ЗГ-01*



*Работа запально-защитного устройства на Ростральных колоннах*

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

### Лаборатория подготовки и сжигания топлив

- Выполняется шеф - надзор за монтажом горелок на котле и режимно - наладочные испытания энергоустановок.
- После установки горелок на котле проводятся испытания на срыв факела на различных давлениях газа и воздуха.
- ОАО «НПО ЦКТИ» выполняет работы по разработке и изготовлению топливных форсунок, воздушных клапанов и другого вспомогательного оборудования и металлоконструкций.
- Оптимизация технологии газификации твердого топлива парокислородном дутье под давлением, как наиболее перспективной для создания мощных парогазовых установок (ПГУ) с внутрицикловой газификацией.

Экспериментальная база лаборатории позволяет проводить широкий спектр научных работ, что является необходимым условием разработки камер сгорания и горелочных устройств, отвечающих современным требованиям.

- Опытная эксплуатация разработанной в ОАО «НПО ЦКТИ» установки газификации твердых топлив в потоке окислителя под давлением подтвердила возможность получения высококалорийного синтез-газа пригодного для использования в камерах сгорания газовых турбин.
- Специалисты ОАО «НПО ЦКТИ» участвовали в разработке практически всех отечественных газотурбинных установок. Сегодня мы постоянно совершенствуем нашу испытательную базу, создавая новые испытательные отсеки для вновь разрабатываемых современных установок.
- Разработка проекта установки горелок на котле с разводкой экранных труб под новую амбразуру.
- Проектирование систем газоснабжения.

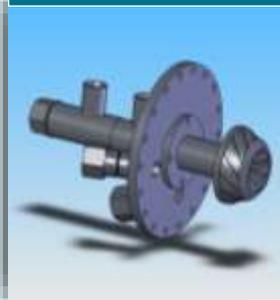


**Пылелетель**



**Стенд газификации, шкаф для кислородной и азотной рампы**

**Горелочный модуль с предварительным перемешиванием газовойдушной смеси**



**Камера сгорания предназначенная для растопки котла работающего с кипящим слоем**



**Камера сгорания**

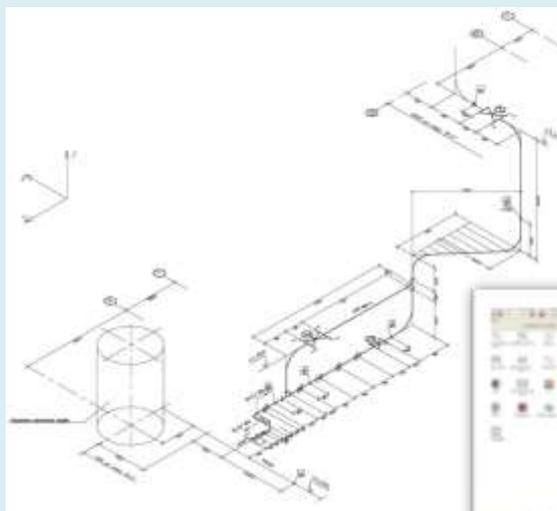
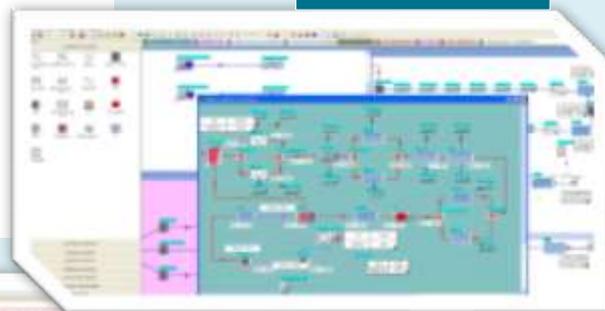


**Горелка для камеры сгорания**



**Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок****Лаборатория подготовки и сжигания топлив****Программная база лаборатории**

- **TopHeat** - программа теплового расчёта энергетических котлов (собственная разработка).
- **Heat-KS** - тепловой расчет котлов и с КС и ЦКС (собственная разработка).
- **TSten-K** - расчет температуры стенки конвективных поверхностей нагрева; (собственная разработка).
- **TSten-R** - расчет температуры стенки радиационных поверхностей нагрева; (собственная разработка).
- **Boiler Designer** - для создания управляемых всережимных математических моделей теплоэнергетических объектов.
- **Autodesk AutoCAD** - двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения.
- **Аскон КОМПАС 3-D** - двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования.
- **Контур** - расчет циркуляции.
- **D-Pipe** - проведения расчетного анализа прочности трубопроводов АЭС и ТЭС.

**АксонOMETрическая схема для расчета трубопровода и установки опор****Интерфейс Boiler Designer****Интерфейс TopHeat**

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

### Лаборатория подготовки и сжигания топлив

#### Выполненные работы

- Разработка типовых технических проектов котлов с топкой ЦКС для энергоблоков мощностью 225 МВт на докритические параметры пара (производительность 640 т/ч, P=13,7 МПа, t=565°C) и 330 МВт на сверхкритические параметры пара (производительность 965 т/ч, P=24,2 МПа, T=565°C), разработка программы испытаний и инструкции по эксплуатации пилотной установки с ЦКС, разработка программы тепловых расчетов котлов с ЦКС.
- Перевод Игумновской ТЭЦ в режим котельной и перевод котлов ст. №№ 8, 9 Игумновской ТЭЦ на сниженные параметры пара (ПИР) для нужд производственного комплекса группы **ООО «Синтез ОКА-ЭНЕРГО»** и других предприятий химического кластера города Дзержинска Нижегородской области.
- Разработка системы пожаротушения хвостовых поверхностей нагрева котлов ЗТЭЦ-5 ст. №№ 2, 3, 4, 6 в рамках работ по переводу энергетических котлов **Закамской ТЭЦ-5 ПАО «Т-Плюс»** на сжигание мазута. В этом проекте разработана система пожаротушения трубчатых воздухоподогревателей с использованием воды в качестве противопожарного средства.
- Техническое перевооружение опасного производственного объекта **ТЭЦ АО «Монди Сыктывкарский ЛПК»** - установка нового расширителя непрерывной продувки. Республика Коми, город Сыктывкар.
- Техническое перевооружение котла ЦКТИ-75-39Ф2 ст. № 10 **ТЭЦ АО «Чепецкий механический завод»** с переводом на сжигание природного газа. Удмуртская Республика, город Глазов.
- Техническое перевооружение котла ст. №3 фирмы **«Саймон Карвес» ТЭЦ ПАО «НЛМК»** в объеме реконструкции конвективной части с целью уменьшения температуры уходящих газов и повышения его технико-экономических характеристик.
- Модернизация системы непрерывной продувки котла ст. №2 типа «Релей Стокер» и котлов ст. №№ 3-5 типа ЦКТИ-75-39-Ф2 на площадке **ТЭЦ АО «ЭнСер»**. Челябинская область, город Миасс.
- Перевод котла ст. №5 типа ЦКТИ-75-39-Ф2 **ТЭЦ «АО ЭнСер»** на двухступенчатую систему испарения в рамках технического перевооружения для устранения причины повреждения экранных труб соленых отсеков котла. Челябинская область, город Миасс.
- Техническое перевооружение котла-утилизатора первой технологической линии Плавильного цеха №1 **ПАО «Надеждинский металлургический завод»** - замена пружинных предохранительных клапанов на импульсные предохранительные устройства с целью приведения котла в соответствие с современными правилами промышленной безопасности. Свердловская область, город Серов.
- Техническое перевооружение котла ТП-87 ст. №9 **Западно-Сибирской ТЭЦ** с целью перевода его сжигание вторичных газов – продуктов металлургического производства **АО «ЕВРАЗ ЗСМК»**. Кемеровская область, город Новокузнецк.

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

### Лаборатория подготовки и сжигания топлив

#### Выполненные работы

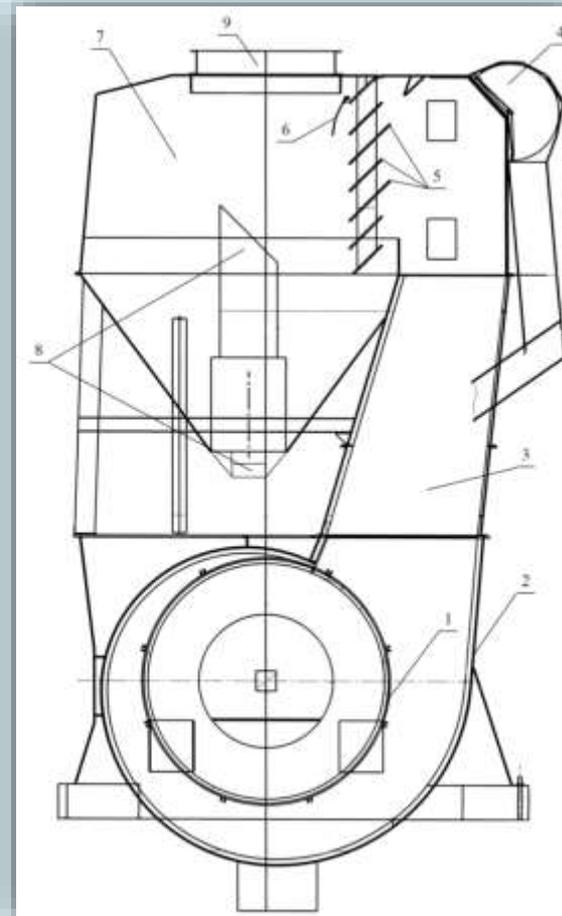
- Восстановление оптимального гидравлического режима пароводяного контура низкого давления котла-утилизатора КГТ-45/6,7-450-15/0,9-270 для газотурбинной электростанции **Новоуренгойского газохимического комплекса (ГТЭС НГХК)** группы строительных компаний «ВИС» с выбором необходимых циркуляционных насосов данного контура, разработка опорно-подвесной системы трубопроводов контуров высокого и низкого давлений. Ямало-Ненецкий автономный округ, город Новый Уренгой.
- Техническое перевооружение котлов типа Е-220-9,8-540ГД на **УТЭЦ ПАО «НЛМК»** - увеличение поверхности водяного экономайзера второй ступени, что привело к снижению температуры уходящих газов за котлами и росту КПД. Город Липецк.
- Техническое перевооружение котла ст. №6 типа ТП-230-2 на **ТЭЦ ПАО «НЛМК»** - увеличение поверхности водяного экономайзера первой ступени для уменьшения температуры уходящих газов за котлом и увеличения его экономичности. Город Липецк.
- Техническое перевооружение котлов ст. №№ 6 и 7 типа БКЗ-210-140 на **ТЭЦ-ПВС ПАО «Северсталь»** - увеличение поверхности водяного экономайзера второй ступени и организация системы впрыска собственного конденсата и питательной воды, что позволило расширить диапазон нагрузки и привело к снижению температуры уходящих газов за котлами и росту КПД. Вологодская область, город Череповец.
- Опытное сжигание Жеронского угля на котлоагрегате БКЗ-420-140 ПТ-2. Разработка схемы экспериментального контроля надежности циркуляции и температурного режима. Проведение опытного сжигания Жеронского угля в чистом виде в эксплуатационном диапазоне паровых нагрузок, в том числе испытаний циркуляции и температурного режима. Иркутская область, город Усть-Илимск.
- Замена барабана в рамках технического перевооружения котла ст. №14 типа ТП-82 на **Омской ТЭЦ-3** с целью снижения присосов воздуха, улучшения температурных параметров котла, снижения расхода мазута, повышения процесса надежности растопки.
- Разработка технических решений реконструкции элементов испарительного контура среднего давления котла-утилизатора блока ПГУ-410 **Краснодарской ТЭЦ. Город Таганрог.**
- Выполнение комплекса работ по исследованию в области гидродинамики (циркуляции и сепарации) малогабаритных котлов малой и средней мощности паропроизводительностью 50,75 и 100 т/ч, давлением 1,4 и 3,9 МПа, с целью анализа конструкции циркуляционных контуров и внутривибрационных сепарационных устройств, и выдачи рекомендаций по повышению надежности их работы. **ТКЗ «Красный котельщик», Барнаульский филиал.**
- Корректировка Рабочей документации проекта на паровые котлы высокого давления F7701-F7901 фирмы «Hohenthurm» **ООО «Новоуренгойский газохимический комплекс», ОАО «ВНИПИнефть», Ямало-Ненецкий автономный округ, город Новый Уренгой.**
- Установление минимальной нагрузки Е-2 парового котла БКЗ-75-39ФБ. **Литовская Республика, город Вильнюс.**
- Разработка инструкция по эксплуатации котельных установок ст. №№21,22 Пр-228/47-7,86/0,62-515/230 (ПК-59) энергоблока №2. Город Санкт-Петербург, **Правобережная ТЭЦ.**
- Проведение гидравлических расчетов котлоагрегата П-49 с целью выявления причин повреждаемости труб и разработки мероприятий по устранению этих причин. Проверка гидравлического и температурного режимов работы фронтального экрана котла П-49 корпуса 7А **ОАО «Назаровская ГРЭС». Город Назарово.**
- Внедрение системы водно-химического режима котлов филиала **«Невинномысская ГРЭС» ПАО «Энел Россия». Город Невинномысск.**
- Проект реконструкции котла 67-СП для работы на пониженных параметрах в диапазоне нагрузок 30-120 т/ч для нужд производственного подразделения **«Щекинская ГРЭС» филиала ПАО «Квадра» - «Центральная генерация». Город Советск.**
- Разработка сепарационных устройств барабана диаметром 1600 мм и выполнение расчётов циркуляции котла ТП-100 **Луганской ТЭС ООО «ДТЭК Востокэнерго». Украина, город Луганск.**
- Разработка рабочего проекта сепарационных устройств паровых котлов F-06-5101/5102 **АО «Клайпедос Нафта», Литовская Республика, город Клайпеда.**

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

### Лаборатория подготовки и сжигания топлив

#### Выполненные работы

- Разработаны для АО «ТЯЖМАШ» технические предложения по конструкциям ряда мощных мельниц-вентиляторов производительностью от 80 т/ч до 120 т/ч для электростанций Китая (ТЭС «Иминь», ТЭС «Цзютай» и т.д.), Лаоса (ТЭС «Хонша»), Индии (ТЭС «Нейвели») и т.д.
- Разработаны технические предложения по конструкциям статического и динамического сепараторов к среднеходным мельницам типа МВС-265Ц, предназначенным для выделения готового продукта из размолотого цементного клинкера.
- Разработан малогабаритный сепаратор для молотковых мельниц при работе на высокорекреационных каменных углях и бурых углях. Указанными сепараторами оснащены котлы энергоблоков 210, 215 МВт «Гусиноозёрской» ГРЭС, котлы «Благовещенской» ТЭЦ, котлы паропроизводительностью 420 т/ч, котлы «Назаровской» ГРЭС паропроизводительностью 270 т/ч и т.д.
- Приведенное оборудование разработано на базе математического моделирования с помощью современного программного обеспечения с учётом апробации работы натуральных образцов. Как пример показаны иллюстрации расчёта статического центробежного сепаратора к МВС-265 для ТЭС «Барх» (Индия).



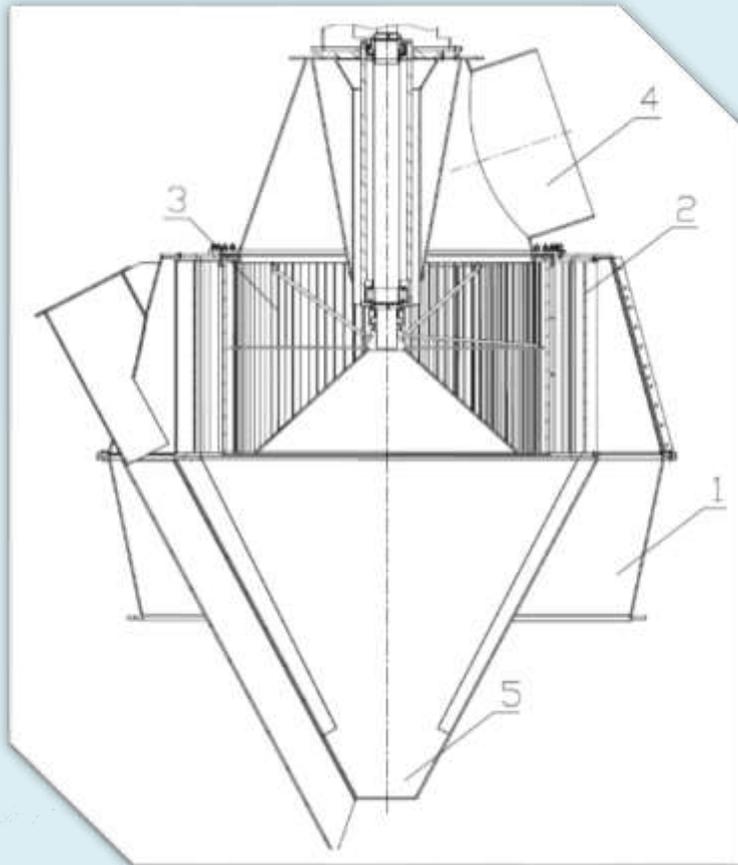
1. ротор
2. корпус мельницы
3. подводящий патрубок сепаратора
4. первая ступень возврата недомолотого топлива
5. неподвижные направляющие лопатки
6. регулирующий клапан
7. сепарационная камера
8. вторая ступень возврата недомолотого топлива
9. выходной патрубок готовой пыли

*На рисунке представлена мельница-вентилятор с инерционным сепаратором для ТЭС «Хонша» (Лаос), которыми оснащены котлы для энергоблоков 600 МВт*

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

## Лаборатория подготовки и сжигания топлив

## Выполненные работы



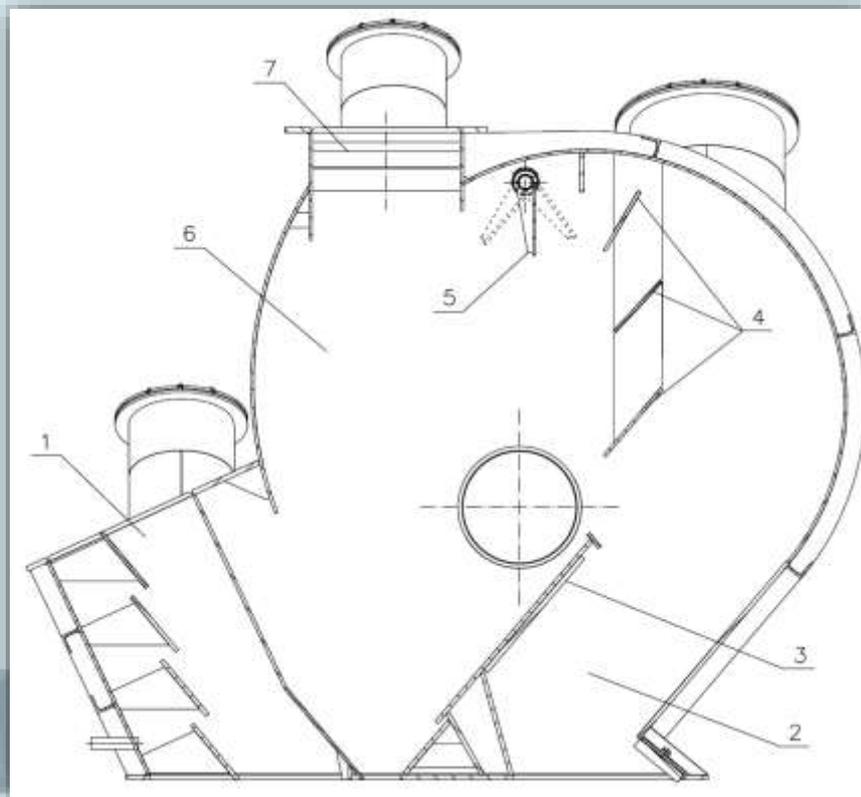
1. кольцевой подводящий патрубок продукта размола после мельницы
2. неподвижные направляющие лопатки,
3. ротор с рабочими лопатками
4. выходной патрубок готового продукта
5. бункер возврата недомолотого продукта

*На рисунке представлен динамический сепаратор к среднеходной мельнице МВС 265-Ц для выделения готового продукта из размолотого цементного клинкера*

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

### Лаборатория подготовки и сжигания топлив

#### Выполненные работы



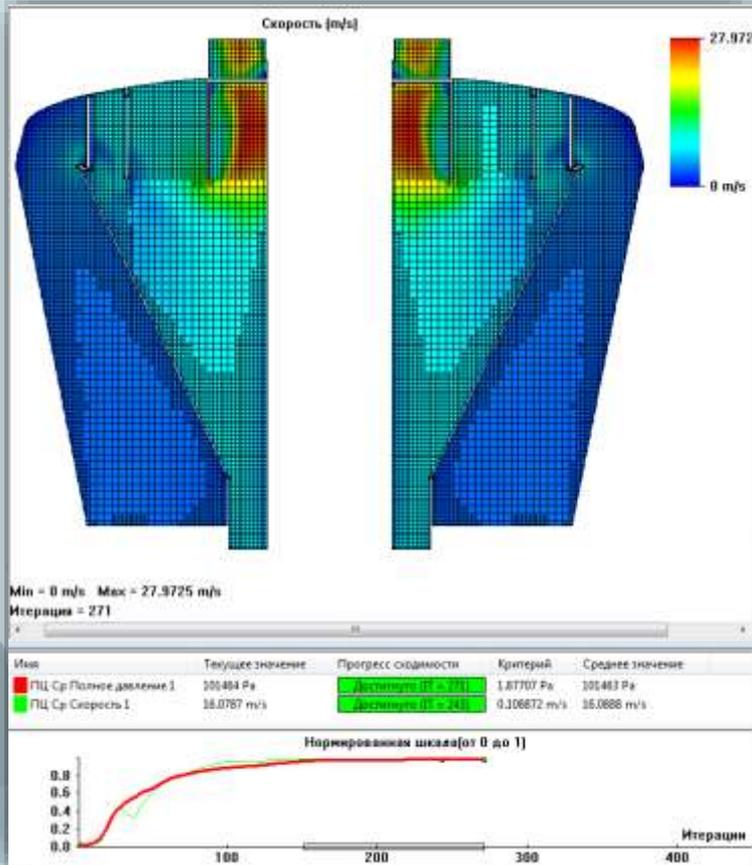
1. входной патрубок для топлива и сушильного агента, входной патрубок сепаратора
2. отражательная плита
3. неподвижные направляющие лопатки
4. регулирующий клапан
5. сепарационная камера
6. выходной патрубок сепаратора

*На рисунке представлен  
малогабаритный инерционный  
сепаратор для молотковых  
мельниц*

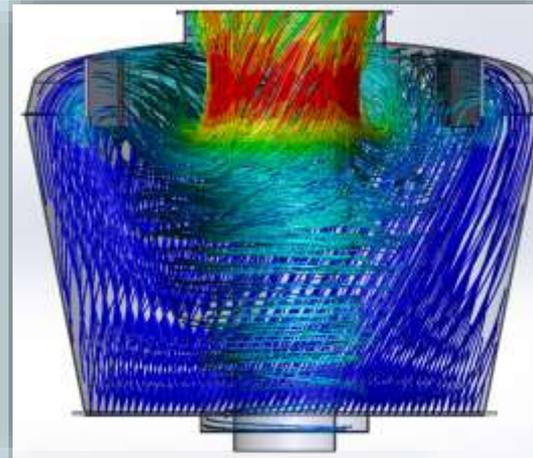
**Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок**

**Лаборатория подготовки и сжигания топлив**

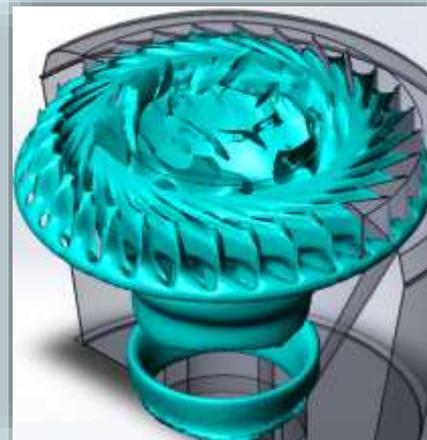
**Выполненные работы**



*Процесс расчёта модели в модуле газогидродинамического исследования*



*Результат расчёта линий тока пылевоздушной смеси в объёме сепаратора*



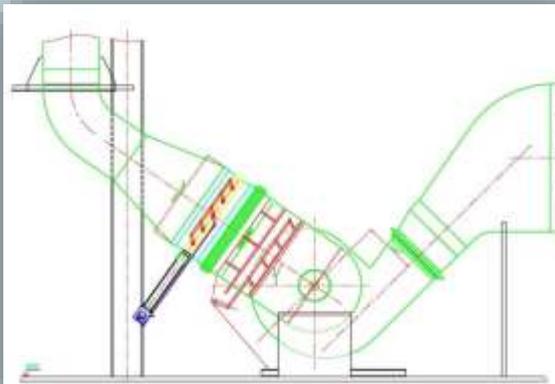
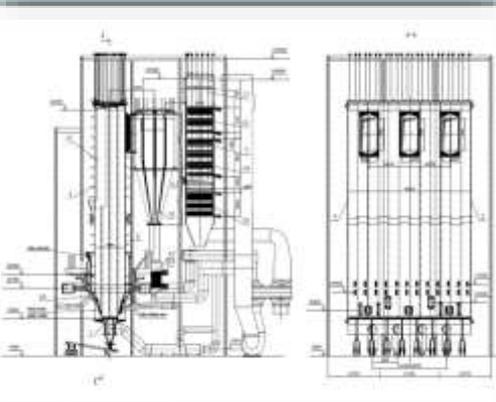
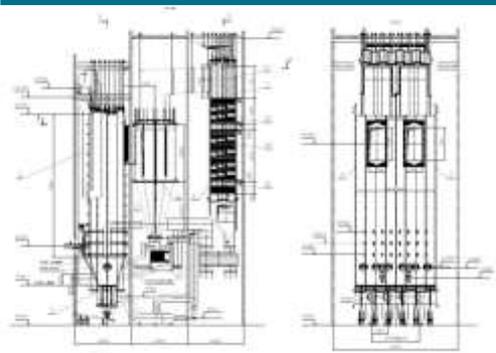
*Скоростная изоповерхность пылегазового потока в зоне схода потока с направляющих лопаток сепаратора, что использовалось для дальнейшей оптимизации формы указанных лопаток*

## Отдел проектирования, наладки и исследования котельных установок

### Лаборатория подготовки и сжигания топлив

#### Выполненные работы

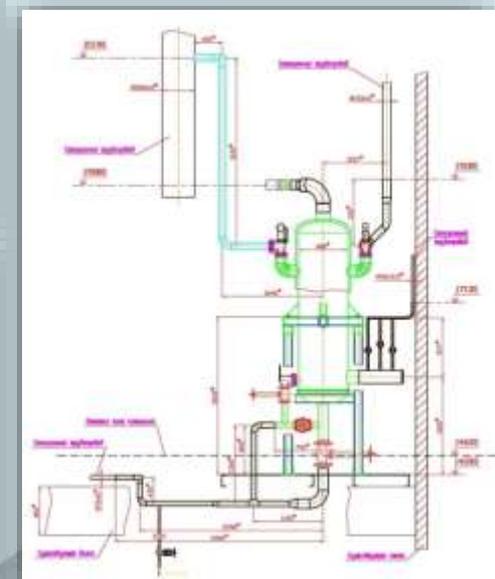
*Технические проекты котлов с топкой ЦКС по заказу Минэнерго*



*Установка клапанов 06 ПГВУ 299-80 с исполнительными механизмами в тракте разрежения дымососа в рамках технического перевооружения котла 67-СП.*



*Паровые котлы высокого давления F7701, F7801, F7901*



*Установка расширителя непрерывной продувки с обвязкой технологическими трубопроводами*

## Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения

### Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

#### Основные направления деятельности лаборатории

Создание и совершенствование котельного оборудования для промышленной, коммунальной и малой энергетики, горелочных устройств и камер сгорания для газообразных и жидких топлив, технологических горючих, газообразных и жидких веществ, низкокалорийных газообразных и жидких многокомпонентных отходов производства, топочных устройств для сжигания твердых топлив (в обычном слое и с использованием технологии сжигания в кипящем слое) применительно к паровым и водогрейным промышленным котлам и энерготехнологическим установкам:

- разработка технической документации на паровые промышленные и водогрейные котлы для работы на твердых, жидких и газообразных топливах, бытовых и растительных отходах для изготовления их на производственной базе Общества и других предприятиях;
- разработка утилизационного и энерготехнологического котельного оборудования для различных отраслей промышленности (металлургических, химических, нефтеперерабатывающих, нефтехимических производств и др.),
- разработка конструкций утилизационного, энерготехнологического и энергосберегающего оборудования на основе исследований в области энергосбережения, энергетического комбинирования и данных по развитию различных отраслей промышленности;
- разработка, авторский надзор за изготовлением и монтажом, наладку утилизационного оборудования для заводов сжигания осадка сточных вод;
- проведение опытно-конструкторских работ для отработки перспективных элементов утилизационного оборудования (например, тепловых труб, циклонных топок и др.);
- разработка нормативных документов и др.;
- проведение сертификационных испытаний.
- модернизация действующих установок;
- участие в разработке энерготехнологических систем с глубоким использованием тепловых и горючих отходов.

## Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения

### Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

Лаборатория имеет квалифицированных специалистов как проектантов, так и исследователей, многолетний опыт разработки и создания, совместно с заводами отрасли, промышленных паровых и водогрейных котлов, котлов-утилизаторов, топочных устройств и другого теплотехнического оборудования.

### Выполняемые работы

- Весь комплекс работ, связанных с созданием и реконструкцией любых котлов низкого и среднего давления.
- Обеспечение продления срока эксплуатации паровых котлов.
- Перевод котлов в водогрейный режим.
- Перевод на пониженные параметры пара, а также на пониженную и повышенную паропроизводительность.
- Перевод котлов на сжигание других видов топлив.
- Улучшение экологических показателей котлов.
- Выполнение тепловых, аэродинамических, прочностных и других расчетов котлов.
- Проведение экспертизы промышленной безопасности проектов и агрегатов.
- Осуществление всех видов испытаний, включая сертификационные.

## Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения

### Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

**Котлы малой и средней мощности с топочными устройствами кипящего слоя для сжигания низкосортных топлив и топлив биологического происхождения**

**Кипящий слой** – технология, призванная обеспечивать высокие технологические и экологические показатели при сжигании низкосортных топлив, в т. ч. и биологического происхождения (торф, различные древесные отходы).

**Котел КЕ-10-14 с топкой кипящего слоя для сжигания древесных отходов**



*На стадии монтажа*



*После ввода в эксплуатацию*

**Растопочные устройства**



*жаровые трубы растопочных камер на дизельном топливе*



*растопочное устройство котла КЕ-25-24-350*

**Узлы подачи топлива**



*механизированный склад топлива*

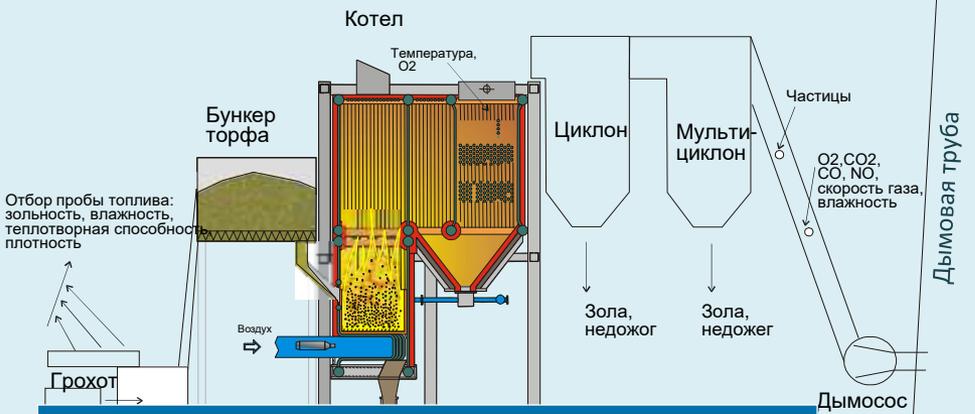


*расходный бункер с питателем*

**Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения**

**Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов**

**Котлы малой и средней мощности с топочными устройствами кипящего слоя для сжигания низкосортных топлив и топлив биологического происхождения**



**Котел для сжигания фрезерного торфа и древесных отходов КВД-5,5-125, AS "ELVESO", пос. Юри, Эстония**



**Котлы со ступенчатой решеткой с переталкивающими шурующими планками - решение для котлов малой производительности, сжигающих топлива биологического происхождения ухудшенного качества**

**Решетки кипящего слоя**



**котёл Ep-20-2,4-350, колпачковая, стадия изготовления**



**котёл КВ-Д-5,5-125 с колпачками направленного дутья**



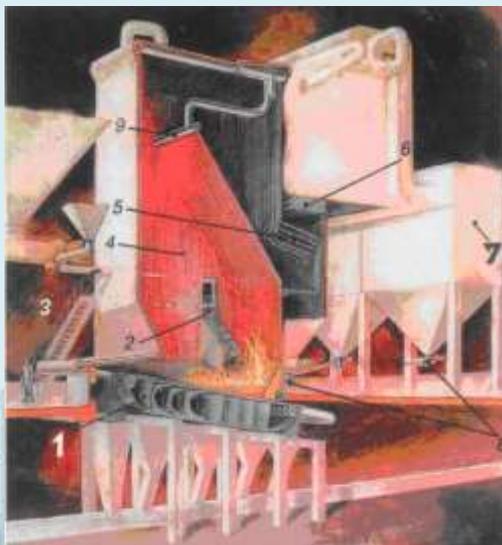
**подрешеточный короб котла Ep-20-2,4-350**

## Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения

### Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

#### Технология сжигания топлива в высокотемпературном (вткс) кипящем слое

ОАО «НПО ЦКТИ» разработан и промышленно освоен ряд топочных устройств ВТКС, предназначенных для установки под водогрейными и паровым котлами тепловой мощностью от 3 до 58 МВт. Топки ВТКС поставки ОАО «НПО ЦКТИ» отвечают самым высоким требованиям надежности, механической прочности и удобства в эксплуатации.



**Общий вид котла KV-P-58, 2-150 тепловой мощностью 58,2 МВт - головного котла нового ряда водогрейных котлов, созданного ОАО «НПО ЦКТИ» совместно с АО «Дорогобужкотломаш».**

1. топочное устройство (узкая наклонная подвижная колосниковая решетка)
2. узел подачи топлива
3. система ввода известняка
4. топочная камера
5. сепаратор первой ступени (лабиринтного типа)
6. конвективная часть
7. сепаратор второй ступени (батареяный циклон)
8. эжектор ввода уловленного уноса в топку
9. трубная система



**Топка ВТКС тепловой мощностью 7,56 МВт**

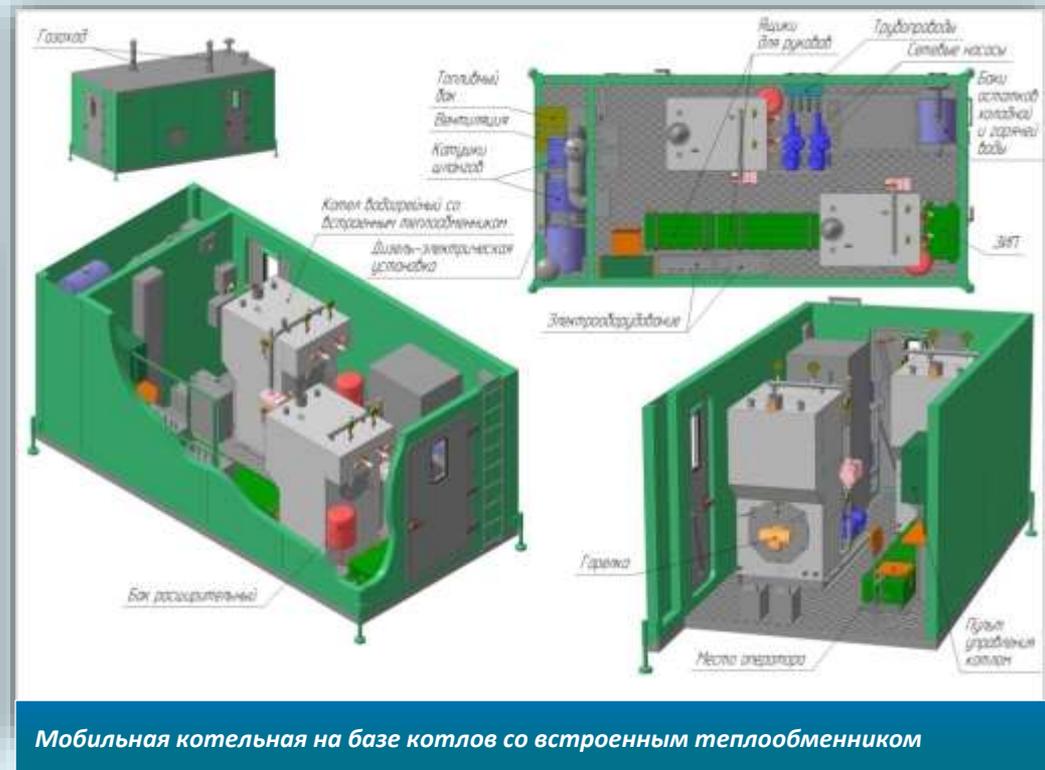
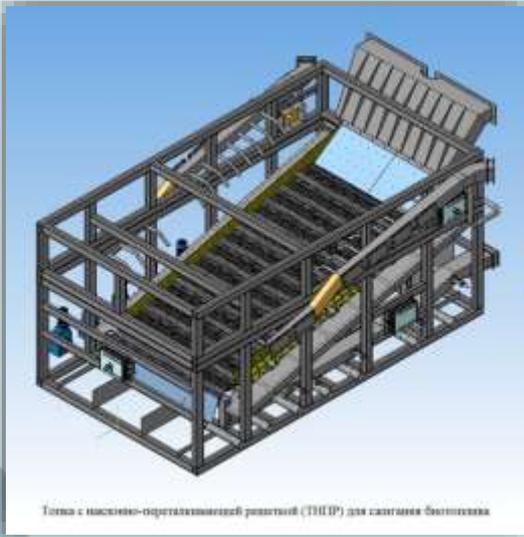
## Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения

Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

Котлы ОАО «НПО ЦКТИ» малой и средней мощности с топками кипящего слоя

Топка с наклонно-переталкивающей решеткой (ТНПР) разработана для установки под паровым котлом паропроизводительностью 12 т/ч насыщенного пара. В качестве топлива используется пометно-подстилочная масса (ППМ).

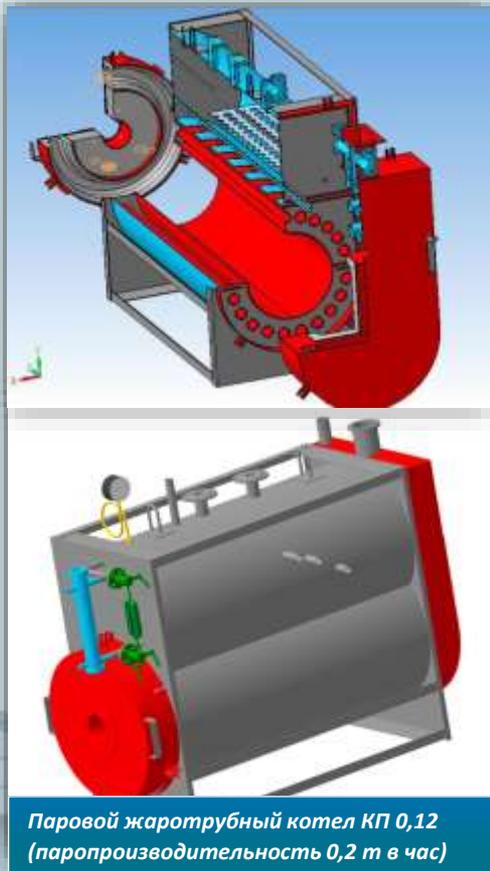
**Топка с наклонно-переталкивающей решеткой (ТНПР) для сжигания биотоплива**



## Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения

Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

Котлы ОАО «НПО ЦКТИ» малой и средней мощности с топками кипящего слоя



## Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения

Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

Котлы ОАО «НПО ЦКТИ» малой и средней мощности с топками кипящего слоя

№	Объект	Котёл	Кол - во	Единичная тепловая мощность, МВт	Топливо	Год ввода
1.	пос. Киетавишкес, Литва, предприятие АВ«Dominga Hardwood»	КЕ-10-14	1	6	древ. отходы	2004 г.
2.	г. Мариямполе, Литва, «Мариямполес РК»	КЕ-25-24-350	1	16	древ. отходы	2005 г.
3.	г. Плунге, Литва, предприятие АВ «Plunges Bioenergija»	КЕ-25-24-350	1	16	древ. отходы	2006 г.
4.	пос. В.Синячиха Свердловской обл., фанерный комбинат ЗАО «Фанком»	КЕ-25-24-350	1	15	древ. отходы	2006 г.
5.	пос. Максатиха Тверской обл., Максатихинский ДОК	ГМ-50-1	1	32	древ. отходы	2006 г.
6.	г. Вилейка, Белоруссия, Вилейская мини-ТЭЦ на базе РК-3 МЭС	КЕ-25-24-350	1	16	древ. отходы	2007 г.
7.	пос. В. Синячиха Свердловской обл., фанерный комбинат ЗАО «Фанком»	Еп-20-2,4-350	1	15	древ. отходы	2008 г.
8.	г. Белоозерск, Белоруссия, РУП «Белоозерский Энергомеханический завод»	Е-30-3,9-440	1	19	фрез. торф, древ. отходы, лигнин, бурый и каменный угли	стадия изготовления

## Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения

Лаборатория топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

Котлы ОАО «НПО ЦКТИ» малой и средней мощности с топками кипящего слоя

№	Объект	Котёл	Кол - во	Единичная тепловая мощность, МВт	Топливо	Год ввода
9.	пос. Кедровый Красноярского края	КВ-ТС-10	4	11,63	Ирша-Бородинский	2005 г.
10.	г. Анадырь (Чукотский национальный округ)	КВ-РФ-7.56	5	7,56		2005 г.
11.	пос. Заплюсье (Псковской обл.).	ДКВР-6.5-13	1	7,0	Кузнецкий 1СС	2005 г.
12.	г. Кызыл Чувашия	КВ-РФ-11,63-115	4	11,63	Кызыл-Таштыкский	2010 г.
13.	п. Шалым (Кемеровская область)	ДКВР-10-13	1	7,0	уголь каменный Кузнецкого бассейна (шахта «Кыргайская»)	2011 г.
14.	г. Таштагол (Кемеровская область)	ДКВР-6.5-13	1	5,5	уголь каменный Кузнецкого бассейна (шахта «Кыргайская»)	2013 г.
15.	пос. Грамотеино (Кемеровская область)	КВ-РФ-29 150(ЦКТИ)	1	29	уголь каменный Кузнецкого бассейна марки "Д". Фракция угля 0-6 мм (ДСШ).	2014 г.

## Отдел промышленных котельных установок и энергосбережения

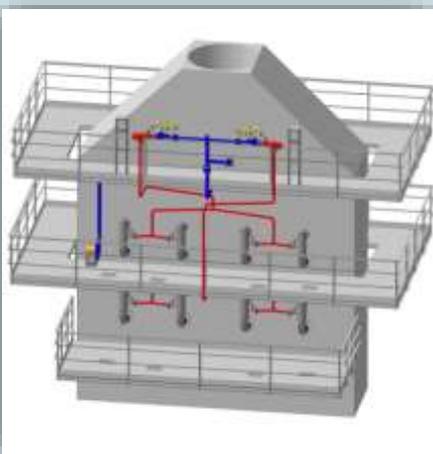
### Лаборатория средств очистки топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

#### Направления деятельности лаборатории

Разработка, исследование и модернизация импульсных средств очистки (газоимпульсная очистка – ГИО и пневмоимпульсная очистка – ПИО) поверхностей нагрева котельного и энерготехнологического оборудования, в том числе для открытой компоновки в различных климатических условиях.

#### Выполняемые работы и оборудование

Проектирование, изготовление, поставка и наладка импульсных средств очистки для российских и зарубежных предприятий теплоэнергетики и нефтеперерабатывающей промышленности.



*3D модель системы ГИО на печи*



*Система ГИО на установке ИЗОМАЛК-2 АО «Газпромнефть – Омский НПЗ», 2011 г.*



*Система ГИО на котле-утилизаторе «ЛУКОЙЛ Нефтохим Бургас» АД, Болгария, 2014 г.*

# Сектор водно-химических режимов

## Основные направления деятельности сектора

- Организация защиты элементов паротурбинной установки (проточная часть турбины, подогреватели высокого давления) в зоне фазового перехода от эрозионно-коррозионного износа.
- Химическая промывка «на ходу» проточной части турбины энергоблока сверхкритического давления от водонерастворимых отложений.
- Повышение коррозионной надежности паровых теплообменных аппаратов ТЭС.
- Оптимизация ВХР барабанных котлов высокого давления. Перевод котлов на безгидразинный ВХР (БГХВР).
- Отказ от применения высокотоксичного химического реагента гидразин-гидрата, относящегося к 1-му классу опасности, соответствует современным требованиям экологической безопасности.
- В результате внедрения безгидразинного ВХР: упрощается технология ВХР, снижаются: эксплуатационные затраты на производство пара, себестоимость электроэнергии, повышается экологическая безопасность эксплуатации оборудования ТЭС.
- Оптимизация ВХР энергоблоков сверхкритического давления.
- Тепло-химические испытания паровых и водогрейных котлов, котлов-утилизаторов, деаэрационных и водоподготовительных установок (ВПУ) с составлением Режимных карт, Инструкций по ВХР в соответствии с требованиями РД 10-179-98 и РД10-165-97 Ростехнадзора. Оптимизация ВХР.  
Проведение подобных работ для котлов высокого и сверхкритического давления в соответствии СО 153-34.20.301 (РД 34.20.301) и РД 153-34.1-37.313-00 РАО «ЕЭС России».

- Технический аудит ВХР. Анализ причин повреждения котельного, турбинного и теплообменного энергооборудования всех параметров при различных ВХР и способах подготовки добавочной воды.  
В результате:
  - составление Заключений о состоянии ВХР;
  - оценка эффективности ВХР;
  - разработка рекомендаций по оптимизации ВХР, увеличению ресурса оборудования, улучшению экологических характеристик;
  - разработка рекомендаций по оптимизации ВХР с бездеаэрационной тепловой схемой при кислородных водных режимах энергоблоков СКД;
  - разработка рекомендаций по оптимизации химического контроля за ВХР.
- Разработка технологии консервации, химической очистки теплоэнергетического оборудования с учетом режимов эксплуатации и применяемого ВХР.
- Оптимизация ВХР водооборотного цикла ТЭС.  
В результате: предотвращение накипеобразования и коррозии оборудования водооборотного цикла.
- Оптимизация ВХР пароводяного тракта ПГУ, замкнутого и открытого контуров охлаждения ПГУ.

## Сектор водно-химических режимов

### Выполненные работы



**Филиал «Невинномысская ГРЭС» ПАО «Энел Россия» - Внедрение системы водно-химического режима котлов**



**ТЭЦ ПГУ «ГСР ТЭЦ» г. Колпино - Проведение теплехимических испытаний (ТХИ) оборудования энергоблока №1**



**Образцы приборов контроля показателей ВХР**



## Отдел перспективных разработок

### Направления деятельности отдела

1. Разработка оборудования для системы подводной добычи углеводорода.
2. Разработка перспективных технологий в различных отраслях экономики.
3. Испытание энергетического оборудования различного класса и назначения на универсальном **стенде БВАИ.441400.001.**
4. Осуществление деятельности в соответствии с договором о сотрудничестве, заключенным между ОАО «НПО ЦКТИ» и «FUCHINO Co Ltd.»

### Выполняемые работы

- Опытно-конструкторская работа - Разработка системы соединения оборудования СПД (системы подводной добычи).
- Опытно-конструкторская работа - Разработка системы подводных колонных головок и инструмента для установки и обслуживания ее элементов, изготовление и испытание опытных образцов.
- Испытание насосных агрегатов, испытание паровых турбин до 40МВт.
- Испытание навесного оборудования от турбины 12МВт, Нагрузочные испытания до 40МВт за счет создания нагрузок гидродинамометром «FUCHINO Co Ltd.».
- Испытание запорной арматуры.
- Реинжиниринг запорной арматуры, рабочих колес насосных агрегатов, прочего оборудования.
- Гидравлические расчеты трубопроводов, систем и т.д.
- Оказание консультационных услуг по подбору оборудования испытательных стендов.
- Разработка эскизных проектов испытательных стендов с использованием гидродинамометров «FUCHINO Co Ltd.»
- Поставки гидродинамометров «FUCHINO Co Ltd.» российским заказчикам, монтажные и пусконаладочные работы на оборудовании.

## Отдел перспективных разработок

### Стенд для проведения испытаний энергетического оборудования различного класса и назначения БВАИ.441400.001

Стенд для проведения испытаний энергетического оборудования различного класса и назначения БВАИ.441400.001 предназначен для проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ и испытаний энергетического оборудования и образцов промышленной продукции в соответствии с требованиями ГОСТ, ОСТ, НП, МУ, технических условий (ТУ), программ и методик испытаний (ПМ) на испытуемые изделия и др. **Технические характеристики стенда приведены в таблице на слайде 139.**

На стенде возможно проведение испытаний:

- гидравлических динамометров и гидротормозов мощностью **до 12МВт**;
- паровых турбин эффективной мощностью **до 40МВт** с расходом острого пара **не более 120 тонн/час**;
- теплообменных аппаратов мощностью **до 60МВт**;
- гидравлического оборудования с **подачей воды до 9000 м3/ч**;
- электронасосных агрегатов электрической **мощностью до 1,25 МВт** (напряжением 0,6 кВ);
- электронасосных агрегатов электрической **мощностью до 3 МВт** (напряжением 6 кВ);
- электронасосных агрегатов электрической **мощностью до 650 кВт** (напряжением 0,4 кВ);
- арматуры до Ду 400 (скорость потока рабочей среды через изделие до 5 м/с) для определения гидравлических и кавитационных характеристик и подтверждения ресурса работы;
- оборудования по защите систем от гидравлических ударов.



Стенд БВАИ.441400.001

## Отдел перспективных разработок

Стенд для проведения испытаний энергетического оборудования различного класса и назначения БВАИ.441400.001

### Технические характеристики стенда

Технические данные, параметры	Единицы измерения	Значения	Примечания
Номинальная мощность испытуемой ПТ, N	МВт	до 40,0	
Давление перегретого пара, P <sub>пп</sub>	МПа	3,9	P <sub>пп крит</sub> до 4,2
Температура перегретого пара, t <sub>пп</sub>	°С	440	t <sub>пп крит</sub> до 470
Расход перегретого пара, G <sub>пп</sub>	т/ч	111	G <sub>пп max</sub> до 125
Расход охлаждающей воды, G <sub>охл</sub>	м <sup>3</sup> /ч	До 9000	
Температура охлаждающей (речной) воды, t <sub>охл</sub>	°С	от +1 до +20	
Давление масла в системе смазки ПТ, P <sub>мс</sub>	МПа	0,05-0,1	При поставке на испытания масло-системы совместно с ПТ, параметры могут отличаться
Давление масла в системе регулирования ПТ, P <sub>мр</sub>	МПа	0,8	
Температура масла на ПТ, t <sub>м</sub>	°С	40±5	t <sub>м крит</sub> до 110
Расход охлаждающей воды на гидродинамометр, G <sub>охл.ГД</sub>	м <sup>3</sup> /ч	до 1800	
Грузоподъемность крана мостового	т	32/5	
Площадь, занимаемая основным оборудованием	м <sup>2</sup>	380,7	
Общая площадь помещений стенда	м <sup>2</sup>	1352,4	

## Отдел перспективных разработок

Стенд для проведения испытаний энергетического оборудования различного класса и назначения БВАИ.441400.001



Стенд БВАИ.441400.001

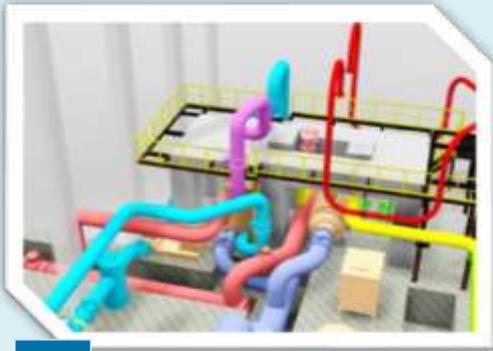
**Основные сведения о стенде.**  
В состав стенда БВАИ.441400.001 входят:

- система гашения мощности БВАИ.441542.001;
- турбопривод БВАИ.620415.001;
- система паропроводов 166/14.003-ТС;
- система возврата конденсата 166/14.003-ТС;
- система охлаждения оборудования стенда БВАИ.441421.001;
- система энергообеспечения стенда (ЭЭС) 14-077-ЭОМ1;
- система автоматизированного управления (САУ) стенда БВАИ.420336.001;
- системы инженерного обеспечения стенда БВАИ.425500.001;
- подъемно-транспортное оборудование БВАИ.481214.001.

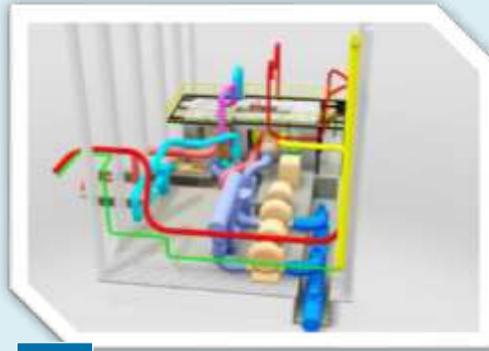
# Отдел перспективных разработок

## Перспективы развития стенда

Имеются проектные проработки, направленные на увеличение параметров испытуемого оборудования.



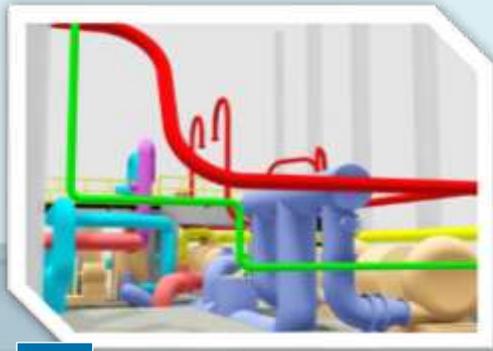
1



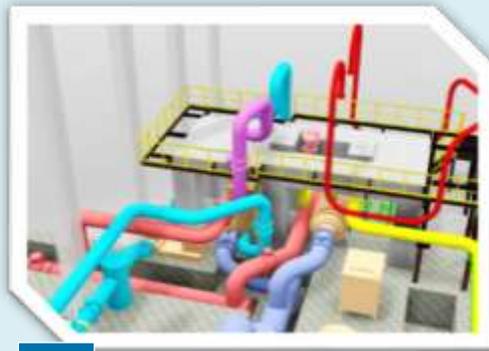
2



3



4



5



6

## Отдел перспективных разработок

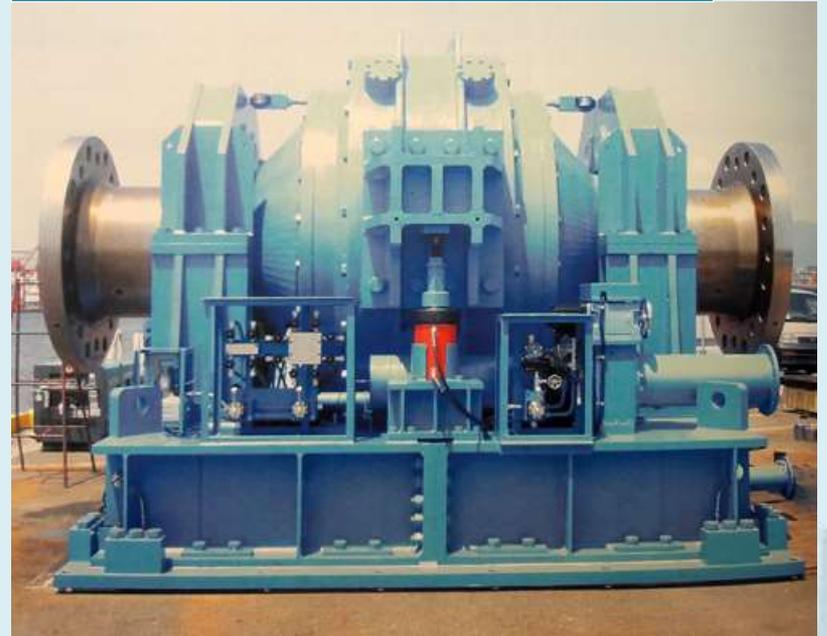
Сотрудничество с компанией «FUCHINO Co Ltd.»

Гидродинамометры типа CF

Крупногабаритный гидродинамометр CFSR-30.0



Крупногабаритный гидродинамометр CFSR-26.0



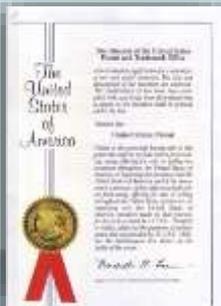
# Отдел перспективных разработок

## Сотрудничество с компанией «FUCHINO Co Ltd.»

### Гидродинамометр типа CF



<b>Основные технические характеристики и размеры гидродинамометра типа CF</b>										
Тип	Макс. PS	Макс кВт	Об/мин. Макс	A (м/м)	B (м/м)	C(м/м)	D(м/м)	E (м/м)	F(м/м)	Масса, кг
CF-9.0	10,000	7,500	1,200	2,400	1,700	2,500	1,193	950	1,550	10,000
CF-10.0	12,000	9,000	1,100	2,600	1,900	2,700	1,193	1,000	1,750	13,000
CF-11.0	14,000	10,000	1,000	2,700	2,000	2,800	1,193	1,050	1,820	16,000
CF -12.0	16,000	12,000	900	2,800	2,100	2,850	1,193	1,100	1,850	17,000
CF-13.0	20,000	15,000	800	2,900	2,250	2,900	1,193	1,150	1,920	18,000
CF-14.0	22,000	16,000	730	3,000	2,400	3,350	1,193	1,250	2,200	19,000
CF-15.0	25,000	18,000	680	3,400	2,600	3,600	1,432	1,350	2,400	20,000
CF-16.0	28,000	20,000	600	3,450	2,800	3,900	1,432	1,400	2,500	28,000
CF-18.0	30,000	22,000	500	3,500	2,900	4,120	1,432	1,500	2,615	40,000
CF-20.0	36,000	26,000	400	4,160	3,160	4,600	1,790	1,700	2,960	60,000
CF-22.0	40,000	30,000	370	4,300	3,160	4,700	1,790	1,800	3,150	65,000
CF-24.0	46,000	34,000	340	4,400	3,500	5,000	1,790	2,000	3,405	90,000
CF-26.0	50,000	37,000	320	4,700	3,500	5,200	1,969.5	2,000	3,520	110,000
CF-28.0	60,000	45,000	280	5,300	4,000	5,700	2,148	2,100	3,800	130,000
CF-30.0	65,000	48,000	260	5,400	4,400	5,700	2,148	2,100	4,000	150,000
CF-32.0	70,000	52,000	250	5,700	4,700	5,700	2,435	2,100	4,200	180,000
CF-34.0	80,000	59,000	240	6,200	6,200	7,400	2,864.8	2,100	4,400	210,000
CFW-32.0	100,000	75,000	240	5,700	7,400	8,400	2,435	2,100	4,200	210,000
CFW-33.0	150,000	110,000	200	5,900	7,600	8,600	2,864.8	2,100	4,300	230,000
CFW -35.0S	170,000	125,000	200	6,200	6,200	9,000	2864.8	2,100	4,500	240,000
CFW-36.0	200,000	150,000	200	6,400	6,400	9,300	3008	2,100	4,600	280,000



# Отдел перспективных разработок

Сотрудничество с компанией «FUCHINO Co Ltd.»

## Гидродинамометр типа CFT

Гидродинамометр CFT 8.0



Основные технические характеристики и размеры гидродинамометра типа CFT

Тип	Макс. PS	Макс кВт	Об/мин. Макс	A (м/м)	B (м/м)	C(м/м)	D(м/м)	E (м/м)	F(м/м)	Масса, кг
CFT – 5.0	14,000	10,000	10,000	1,800	1,400	1,500	650	900	1,400	8,000
CFT – 5.5	16,000	12,000	9,000	2,000	1,600	1,650	700	1,000	1,600	10,000
CFT – 6.0	20,000	15,000	8,500	2,200	1,700	1,800	800	1,050	1,700	12,000
CFT – 7.0	27,000	20,000	7,000	2,600	2,000	2,100	900	1,200	2,000	18,000
CFT – 8.0	40,000	30,000	6,000	2,900	2,300	2,400	1,000	1,400	2,200	26,000
CFT – 9.0	60,000	44,000	6,000	3,200	2,300	2,600	1,200	1,400	2,200	26,000
CFT – 10.0	80,000	60,000	5,000	3,500	2,500	2,800	1,400	1,600	2,400	32,000
CFT – 12.0	100,000	74,000	4,000	3,800	2,700	3,000	1,600	1,800	2,600	40,000

# Отдел перспективных разработок

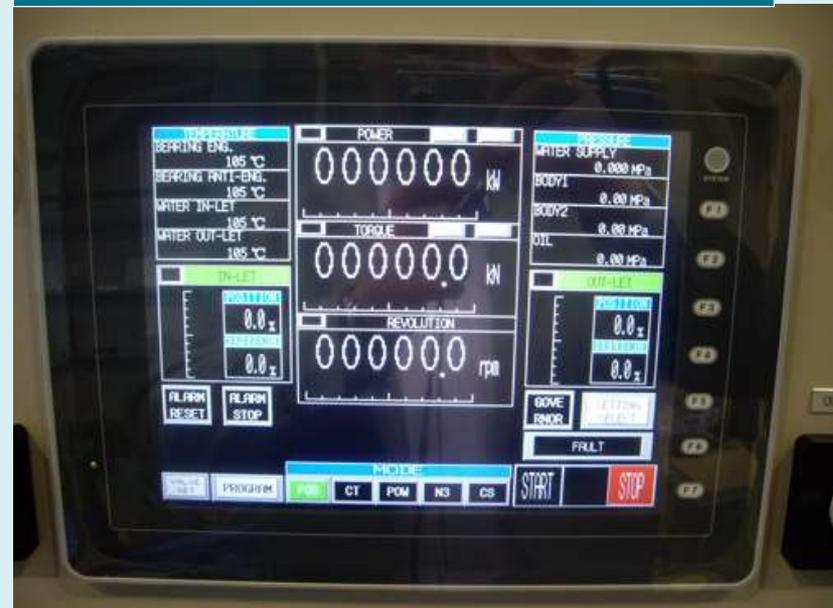
## Сотрудничество с компанией «FUCHINO Co Ltd.»

### Гидродинамометр типа CFT

Гидродинамометр CFT 9.0



Монитор системы управления гидродинамометром CFT-9.0

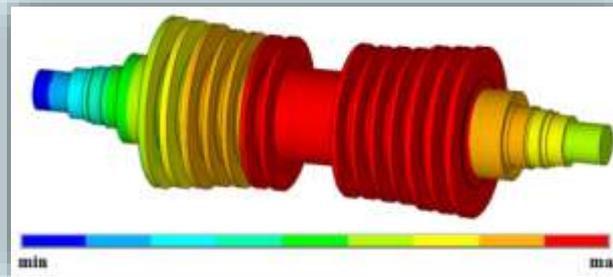


# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

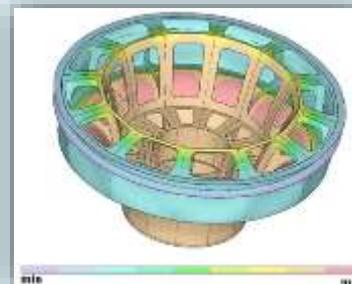
## Лаборатория прочности турбин ТЭС, АЭС и ГЭС

### Основные направления деятельности лаборатории

- Расчетно-экспериментальное обоснование прочности и ресурса турбинного оборудования ТЭС, АЭС и ГЭС с использованием современных многофункциональных пакетов программ и методов неразрушающего контроля.
- Обеспечение продления надежной и безопасной эксплуатации энергетического оборудования за пределами проектного срока службы.
- Обоснование возможности эксплуатации оборудования при наличии дефектов и повреждений после длительной эксплуатации.
- Обеспечение сейсмостойкости турбинного оборудования, в том числе для вновь проектируемых тепловых и атомных станций;
- Участие в разработке нового турбинного оборудования ТЭС, АЭС и ГЭС.



*Распределение перемещений в роторе высокого давления турбины К-1000-60/1500 при сейсмическом воздействии*



*Распределение вертикальных перемещений в крышке мощной гидротурбины*



*Трещина в хвостовике лопатки 4-й ступени ротора высокого давления турбины К-500-65/3000*

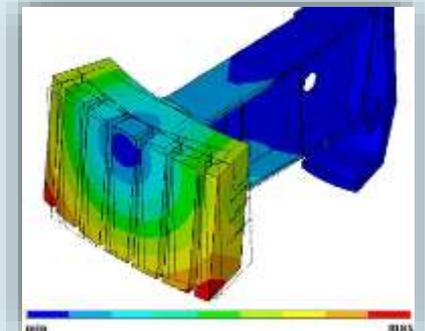
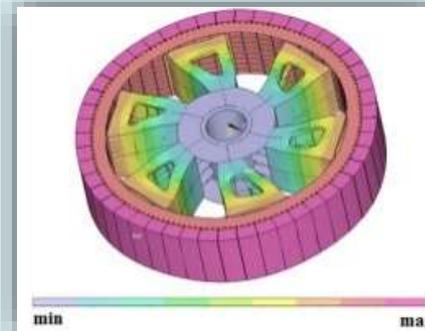


# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

## Лаборатория прочности турбин ТЭС, АЭС и ГЭС

### Основные направления деятельности лаборатории

- Расследование и установление причин аварий и повреждений энергетического оборудования на электростанциях и производственных комбинатах.
- Разработка и пересмотр нормативных документов, регламентирующих вопросы проектирования, изготовления и эксплуатации турбин ТЭС, АЭС и ГЭС.
- Разработка и внедрение новых современных подходов, инженерных методик и расчетных программ по профилю работ лаборатории.
- Разработка методологии оценки прочности и ресурса энергооборудования на сверхдлительных сроках эксплуатации с учетом фактического технического состояния.



*Визуализация различных форм собственных колебаний гидрогенератора (полная модель и спица ротора с фрагментом обода)*



*Дефект бандажки 6-й ступени турбины ПТ-60-130/13*

# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

## Лаборатория прочности турбин ТЭС, АЭС и ГЭС

### Референции 2016-2017гг.

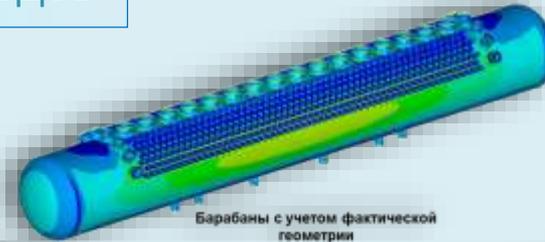
- ❑ Комплексное обследование технического состояния и оценка остаточного ресурса гидроагрегатов **Братской ГЭС (2011 - 2016гг.)**.
- ❑ Оценка технического состояния и определение остаточного ресурса гидроагрегатов **Иркутской ГЭС** с проведением инструментального обследования (2011 – 2016 гг.).
- ❑ Проведение комплекса работ по определению технического состояния, оценке остаточного ресурса и продлению срока службы турбоустановок ТГ-7,8 энергоблока № 4 **Ленинградской АЭС (2012-2016 гг.)**.
- ❑ Продление срока службы паровой турбины ТГУ-3, турбогенератора ТГУ-3, трансформатора Т-3 35/10 кВ, **Паужетская ГеоГЭС. (2013-2016 гг.)**.
- ❑ Выполнение работ по обследованию и расчету главного паропровода турбины П30-100/41-1 агрегата аммиака АМ-70, уточнение его взаимодействия с паропроводом турбины ц. 51, **ЗМУ КЧХК (2014-2016 гг.)**.
- ❑ Оценка технического состояния и ресурсных характеристик паровых турбин **Кольской АЭС. (2015-2016 гг.)**.
- ❑ Участие в разработке ГОСТ 3618-2016 «Турбины паровые стационарные для привода турбогенераторов. Типы и основные размеры» , **ОАО ТКЗ «Красный котельщик» (2015-2016 гг.)**.
- ❑ Участие в разработке ГОСТ «Установки турбинные паровые стационарные для привода электрических генераторов ТЭС. Общие технические требования», **ОАО ТКЗ «Красный котельщик» (2015-2016 гг.)**.
- ❑ Оценка технического состояния и остаточного ресурса турбоустановок ТГ-1,2 энергоблока №1 **Смоленской АЭС (2016 г.)**.
- ❑ Расчетное обоснование сейсмостойкости оборудования турбоустановки Таманской ТЭС, **ПАО «Силовые машины» (2016 г.)**.
- ❑ Расчётно - экспериментальное исследование ресурса и усталостной прочности лопаточного аппарата ЦВД и ЦНД т/а К-800-130/3000 энергоблока №4 **Белоярской АЭС** с учетом выявленных дефектов, (2016-2017 гг.).
- ❑ Оценка технического состояния и обоснование остаточного ресурса арматуры и турбинного оборудования энергоблока № 2 Армянской АЭС, (2016-2017 гг.).
- ❑ Оценка программ контроля состояния металла и проведение оценки конструкций, систем и компонентов оборудования второго контура энергоблока 5 **АЭС «Козлодуй», (2016-2017 гг.)**.
- ❑ Продление ресурса роторов высокого давления «ЛМЗ» и среднего давления ХТГЗ турбины К-500-240 Экибастузской ГРЭС-1, **ТОО «Корунд», ТОО «KBI Energy», (2016-2017 гг.)**.

# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

## Лаборатория прочности котлов и трубопроводов

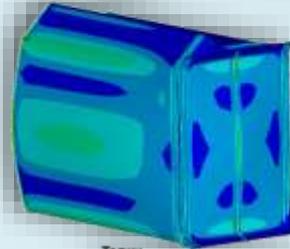
### Основные направления деятельности

- Моделирование пространственного теплового и напряженно-деформированного состояния оборудования при действии статических и динамических нагрузок.
- Моделирование напряженно-деформированного состояния оборудования при сейсмическом воздействии.
- Моделирование напряженно-деформированного состояния труб, фасонных элементов, трубопроводов и опор любой сложности.
- Натурные высокотемпературные испытания на длительную прочность.
- Экспертиза промышленной безопасности.
- Разработка нормативной документации нового поколения объектов Ростехнадзора.

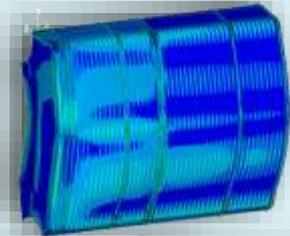


Барабаны с учетом фактической геометрии

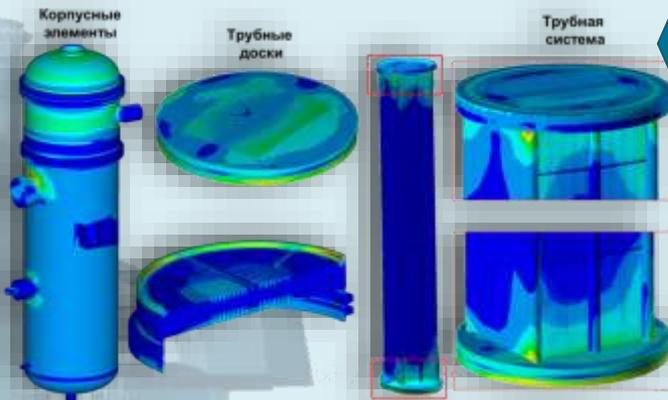
*Пример моделирования напряженно-деформированного состояния котельного оборудования*



Топки



Газоходы



Корпусные элементы

Трубные доски

Трубная система

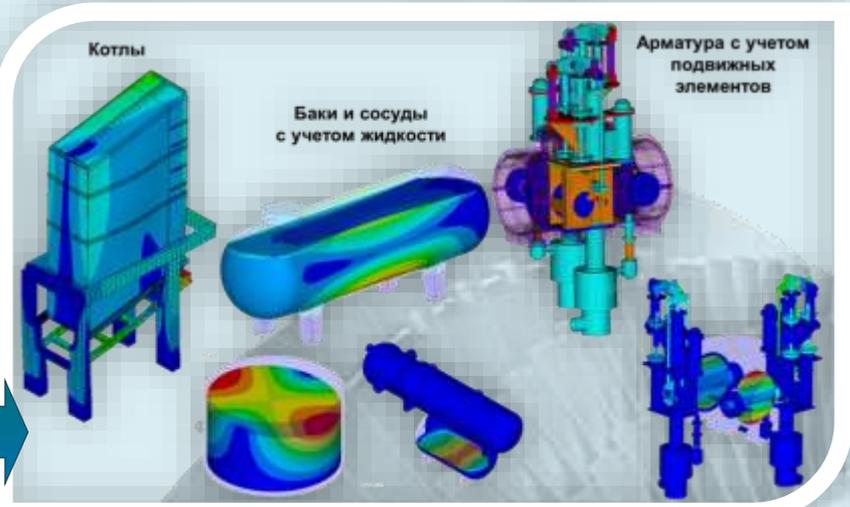
*Пример моделирования напряженно-деформированного состояния теплообменного оборудования*

*Пример моделирования напряженно-деформированного состояния оборудования при сейсмическом воздействии*

Котлы

Баки и сосуды с учетом жидкости

Арматура с учетом подвижных элементов

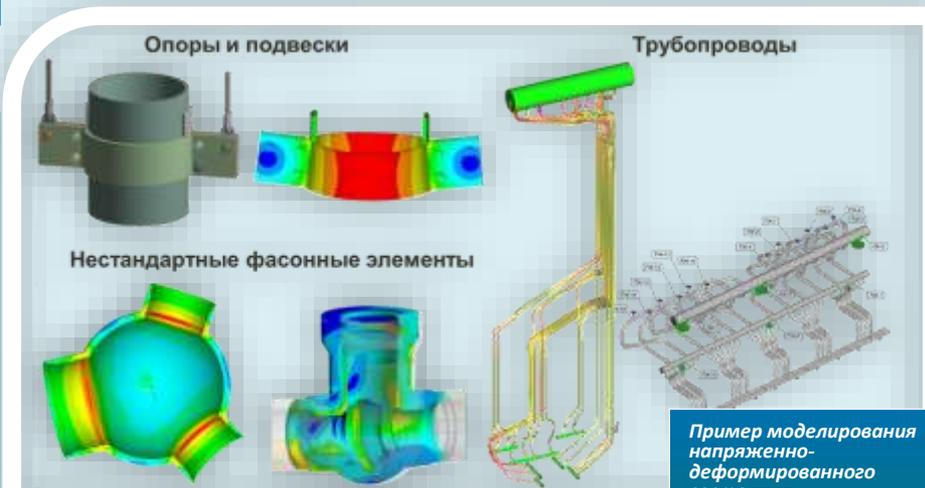


# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

## Лаборатория прочности котлов и трубопроводов

### Выполняемые работы

- Расчетно-экспериментальное обоснование прочности и ресурса тепломеханического оборудования с использованием современных методов моделирования.
- Обеспечение продления надежной и безопасной эксплуатации энергетического оборудования за пределами проектного срока службы.
- Обоснование возможности эксплуатации оборудования при наличии дефектов и повреждений после длительной эксплуатации.
- Обеспечение сейсмостойкости тепломеханического оборудования для вновь проектируемых тепловых и атомных станций.
- Разработка нового теплообменного оборудования, предназначенного для эксплуатации на ТЭС и АЭС нового поколения.
- Расследование и установление причин аварий и повреждений энергетического оборудования на электростанциях.
- Разработка и пересмотр нормативных документов, регламентирующих вопросы проектирования, изготовления и эксплуатации котлов и трубопроводов.
- Разработка и внедрение новых современных подходов, инженерных методик и расчетных программ.
- Разработка методологии оценки прочности и ресурса энергооборудования с учетом фактического технического состояния.
- Разработка методик оценки фактического напряженно-деформированного состояния в составе автоматических систем мониторинга.



*Пример моделирования напряженно-деформированного состояния трубопроводов, фасонных элементов и арматуры*



*Стендовое оборудование*

# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

## Стендовая база отдела

### Лаборатория прочности оборудования АЭС

- Разработка методов и программ расчета на прочность конструкций оборудования атомных энергетических и исследовательских установок.
- Разработка и совершенствование НД по прочности в атомной энергетике с учетом опыта эксплуатации и современных методов расчета.
- Проведение расчётов на прочность тепломеханического оборудования для строящихся АЭС, включая расчёт по выбору основных размеров и все этапы поверочного расчёта на прочность.
- Продление срока эксплуатации тепломеханического оборудования и трубопроводов энергоблоков АЭС, отработавших проектный срок эксплуатации.
- Экспериментальное обоснование прочности энергетического оборудования. Выполнение исследований по определению сопротивления вязкому и хрупкому разрушению и малоцикловой усталости натуральных элементов и крупномасштабных моделей энергетического оборудования, а также материалов на образцах натуральных толщин с использованием крупных испытательных машин.
- Экспериментальные исследования прочности и ресурса на моделях и натуральных образцах при различных механизмах повреждения и наличии производственных и эксплуатационных дефектов.
- Проведение испытаний натуральных элементов энергетического оборудования и трубопроводов, с осуществлением контроля во время испытаний (тензометрирование, термометрирование, измерение вибраций).
- Проведение гидравлических испытаний оборудования и его элементов, работающих под давлением, а так же трубопроводов и их элементов.
- Проведение замеров вибраций трубопроводов систем важных для безопасности АЭС во всех эксплуатационных режимах работы.

*Разрывная машина  
Skoda ZZ-8000*



**Макс.  
усилие - 8000  
тонн;  
рабочий ход  
- 200 мм;  
площадь  
сечения  
образца -  
200000 мм<sup>2</sup>;  
макс. длина  
образца -  
3000 мм;  
макс. масса  
образца - 5  
тонн**

*Разрывная машина МУП -100  
Максимальное усилие - 100т*



# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

## Лаборатория прочности оборудования АЭС

### Референции и наиболее крупные заказчики

#### ➤ **Филиалы Концерна Росэнергоатом:**

- **Смоленская АЭС;**
- **Курская АЭС;**
- **Ленинградская АЭС;**
- **Белоярская АЭС;**
- **Нововоронежская АЭС;**

#### ➤ **АО «НИКИЭТ».**

#### ➤ **АО «ВНИИАЭС».**

#### ➤ **ООО «КомплектЭнерго».**

#### ➤ **ООО «КСБ».**

#### ➤ **ПАО «Силовые машины».**

#### ➤ **ООО «Белэнергомаш - БЗЭМ».**

#### ➤ **ЗАО «АТМ».**

Выполнены работы по продлению срок эксплуатации основного тепломеханического оборудования и трубопроводов, отработавших проектный срок службы (в т. ч. оборудование реакторного, турбинного, хим. цехов, цеха обеспечивающих систем), для атомных станций:

- **Смоленская АЭС (1, 2 энергоблок);**
- **Курская АЭС (3, 4 энергоблок);**
- **Ленинградская АЭС (3, 4 энергоблок);**
- **Белоярская АЭС (3 энергоблок).**

Проведены расчёты на прочность основного теплообменного оборудования (ПНД, ПВД, деаэратор, клапаны БДЗУ и РК) для строящихся атомных станций:

- **АЭС Куданкулам 3,4 энергоблок;**
- **Ленинградская АЭС 2;**
- **Нововоронежская АЭС 2;**
- **Белоярская АЭС (БН-800);**
- **Белорусская АЭС 1,2 энергоблок.**

Разработаны и проведены расчеты для деталей трубопроводов перспективного энергоблока БН-1200.

Выполнены работы по восстановлению паспортов оборудования ХЦ ЛАЭС.

# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

## Лаборатория прочности и ресурса арматуры ТЭС и АЭС

### Основные направления деятельности лаборатории

- Разработка нормативных документов по надежности арматуры.
- Проведение работ по продлению срока службы (ресурса) арматуры АС, атомных ледоколов, хранилищ и т.п.
- Обоснование безопасной эксплуатации арматуры с отступлениями от норм и правил в области атомной энергетике.
- Обоснование выбора арматуры подлежащей обязательному диагностированию в процессе эксплуатации согласно НП-068.
- Обоснование выборки арматуры подлежащей ТОиР и тех. освидетельствованию согласно ПНАЭ Г-008.

### Выполненные работы по за период 2013-2016 гг.

- Участие в работе по определению технического состояния, оценке остаточного ресурса и определению срока службы арматуры 2,3 и 4 классов безопасности, установленной на 2 энергоблоке **Калининской АЭС**.
- Подготовка комплектов обосновывающей документации по ПСЭ-3. Разработка недостающих паспортов на трубопроводную арматуру энергоблока № 3 **Курской АЭС**.
- Проведение обследования, оценка технического состояния и остаточного ресурса оборудования и трубопроводов на энергоблоках № 2,3 **Смоленской АЭС**. Обследование, оценка технического состояния и остаточного ресурса трубопроводной арматуры Ду 800 КМПЦ энергоблока 3 **Смоленской АЭС**.
- Выполнение мероприятий по продлению срока службы элементов и оборудования. Обследование, оценка технического состояния и остаточного ресурса трубопроводной арматуры энергоблоков **Смоленской АЭС**.

# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

## Лаборатория прочности и ресурса арматуры ТЭС и АЭС

### Выполненные работы по за период 2013-2016 гг.

- Продление срока эксплуатации энергоблока № 2 Смоленской АЭС. Обследование, оценка технического состояния и остаточного ресурса, обоснование возможности эксплуатации в продлеваемый период энергоблока трубопроводной арматуры систем **Смоленской АЭС**.
- Обеспечение безопасной эксплуатации и управление ресурсными характеристиками трубопроводной арматуры ОСХОТ 5 энергоблока **Нововоронежской АЭС**.
- Сопровождение работ по обеспечению безопасной эксплуатации систем, в части общепромышленной арматуры 4 энергоблока **Курской АЭС**.
- Продление срока эксплуатации энергоблока 2 Смоленской АЭС. Проведение комплекса работ по обеспечению безопасной эксплуатации систем важных для безопасности 2 энергоблока **Смоленской АЭС**.
- Обследование, оценка технического состояния и обоснование остаточного ресурса арматуры энергоблока 5 **Нововоронежской АЭС**.
- Обследование, оценка технического состояния и обоснование остаточного ресурса арматуры энергоблока 5 **АЭС «Козлодуй»**.
- Комплексное обследование арматуры 2 энергоблока **Армянской АЭС**.
- Проведение комплекса работ по определению технического состояния и оценке остаточного ресурса арматуры КМПЦ 1 и 4 энергоблока **ЛАЭС**.
- Проведение комплекса работ по определению технического состояния и оценке остаточного ресурса арматуры 1,2,3 классов безопасности 1 и 2 энергоблоков **Курской АЭС**.
- Выполнение работ по обоснованию ПСС элементов 3 и 4 энергоблоков **Нововоронежской АЭС**.

# Отдел прочности и ресурса энергооборудования

## Лаборатория неразрушающего контроля и акустико-эмиссионной диагностики

### Основные направления деятельности лаборатории

- Неразрушающий контроль методом визуально-измерительного контроля.
- Неразрушающий контроль методом ультразвукового контроля.
- Неразрушающий контроль методом капиллярного контроля.
- Неразрушающий контроль методом вихретокового контроля.
- Неразрушающий контроль методом магнитно-порошкового контроля.
- Неразрушающий контроль методом акустико-эмиссионного контроля.
- Неразрушающий контроль методом ультразвуковой толщинометрии.
- Неразрушающий контроль методом твердометрии.
- Контроль осевого канала ротора турбины методами ВИК, УЗК и ТВК.
- Разработка методических и нормативных документов.
- Проведение диагностирования объектов в стендовых условиях и во время эксплуатации.

### Стендовая база лаборатории



*Акустико-эмиссионная система диагностики СДАЭ-16*



*Ультразвуковой дефектоскоп Sonatest D-10*



*Ультразвуковой дефектоскоп Sonatest D-10*



*Ультразвуковой толщиномер Sonatest T-GAGE IV MM*



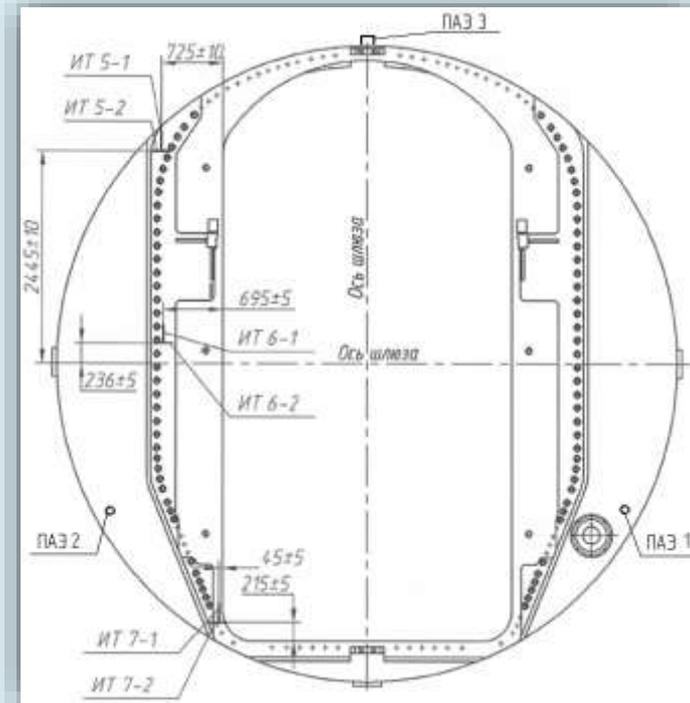
*Твердомер*

## Отдел прочности и ресурса энергооборудования

Лаборатория неразрушающего контроля и акустико-эмиссионной диагностики

### Выполняемые работы

- Мониторинг за состояние макета корпуса космического атомного реактора нового поколения при длительных термоциклических испытаниях.
- Разработка методики и проекта НТД по АЭ контролю сварки ответственных конструкций судостроения.
- Выявление дефектов котельного и трубопроводного оборудования.
- Выявление дефектов турбинного оборудования.
- Диагностирование шлюза ЛАЭС на этапе изготовления.
- Участие в разработке двух СТО: СТО РусГидро 02.03.93-2013 «Гидравлические турбины. Контроль металла лопастей и камер рабочих колёс. Методические указания» и СТО РусГидро 02.03.107-2013 «Гидроэлектростанции. Неразрушающий контроль крепёжных элементов ответственных узлов гидроагрегатов. Методические указания».



Проведение акустико-эмиссионного контроля пневмоиспытаний шлюза транспортного АКЦШ 622.00.00.00.000

## ТЭЦ ОАО «НПО ЦКТИ»

Центральная электрическая станция городских железных дорог **была построена в 1906 – 1907 гг.** в рамках программы по сооружению первой очереди трамвая для снабжения электроэнергией городской трамвайной сети.

**В 1913 – 1916 гг.** на станции прошла первая значительная реконструкция, связанная с расширением сети трамвайного движения Санкт-Петербурга.

**28 июля 1918 г.** станция, как и другие электростанции города, была национализирована и передана в ведение Петроградской коммуны.

**17 мая 1919 г.** центральная электростанция городского трамвая вошла во вновь организованное «Объединение государственных электростанций» (ОГЭС) как ГЭС № 4 (Государственная электростанция). **В 1922 г.** ОГЭС реорганизовано в Трест петроградских электрических станций «Петроток», в апреле 1924 г. – в ЛО Государственных Электростанций «Электроток», в июле 1932 г. - в «Ленэнерго».

**В 1920-е гг.** ГЭС № 4 привлекается к решению задач в рамках реализации плана ГОЭЛРО: проводятся экспериментальные работы по освоению местного топлива. Впервые в Советском Союзе в марте 1921 г. профессором Т.Ф. Макарьевым испытана созданная им шахтно-цепная топка.

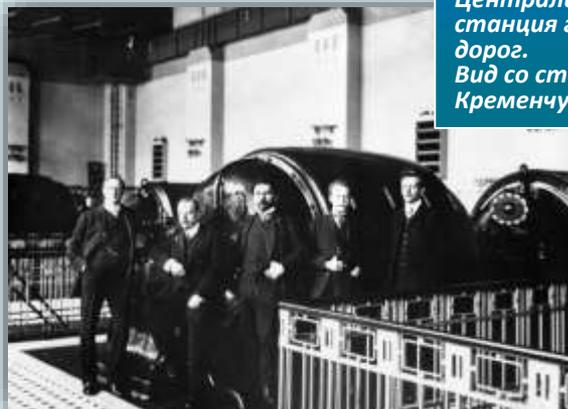
**В 1929 г.** ГЭС № 4 в числе первых электростанций города включилась в систему теплофикации Ленинграда. В том же году с ГЭС № 4 произведена подача пара на внешний объект - пущен паропровод к больнице им. Боткина.

**С 1932 по 1936 гг.** на ГЭС № 4 сотрудниками ЦКТИ в промышленных масштабах проводились эксперименты по сжиганию фрезерного торфа и сланца во взвешенном состоянии в новых вихревых топках, созданных профессором Т.Ф. Макарьевым.

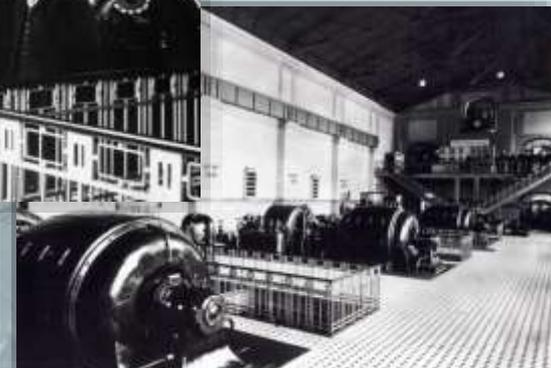
*Городская станция электрических железных дорог*



*Центральная электрическая станция городских железных дорог. Вид со стороны Кременчугской ул. 1907 г.*



*Группа представителей фирмы Вестингауз. 2-й справа - Я.К. Гаккель*



*Интерьер машинного зала 1907 г.*

## ТЭЦ ОАО «НПО ЦКТИ»

**В 1936-1939 гг.** на ГЭС № 4 сотрудниками ЦКТИ проводятся работы по проектированию и строительству первой в мире полупромышленной установки, работающей по бинарному принципу с применением жидкометаллического теплоносителя.

**В 1938 г.** ГЭС № 4 выведена из состава Ленэнерго и передана Центральному научно-исследовательскому и проектно-конструкторскому котлотурбинному институту (ЦКТИ). Станция получила название Государственная экспериментальная электростанция ЦКТИ (ГЭЭС ЦКТИ).

**В 1938 – 1941 гг.** на специально оборудованных стендах ГЭЭС ЦКТИ проводятся экспериментальные работы по изучению аэродинамики турбин, циркуляции и внутрикотловых процессов, теплообмена и аэродинамики котельных агрегатов, бинарных циклов, сепарации пара, топочных устройств.

С началом Великой отечественной войны в августе 1941 г. в связи с эвакуацией института ГЭЭС ЦКТИ вновь включена в систему Ленэнерго.

**В 1942 г.** проведены работы по переводу станции на выработку тока с частотой 50 Гц и включению её в параллельную работу с системой Ленэнерго.

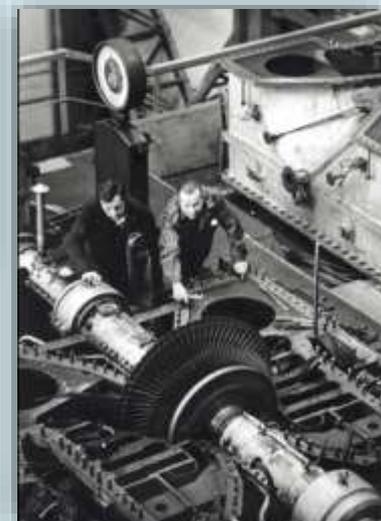
В блокадных условиях станция продолжала работать и снабжала теплом и электроэнергией Боткинскую больницу, больницу им. Газа, прилегающие к станции жилые дома.

**В 1944 г.** станция возвращена ЦКТИ. В послевоенные годы на базе электростанции восстанавливается и развивается экспериментальная база ЦКТИ.

**С 1950-х гг.** по настоящее время деятельность ТЭЦ ЦКТИ направлена на обеспечение экспериментальных исследований, проводимых ЦКТИ (с 1976 г. – НПО ЦКТИ), а также на тепло- и электроснабжение ряда промышленных и коммунальных объектов Смольнинского и Невского районов Ленинграда (ныне Центрального и Невского районов Санкт-Петербурга).



*Старший инженер ЦКТИ  
А.А. Канаев снимает показания  
регистрирующих приборов  
опытной бинарной установки  
на ГЭС № 4. 1937 г.*

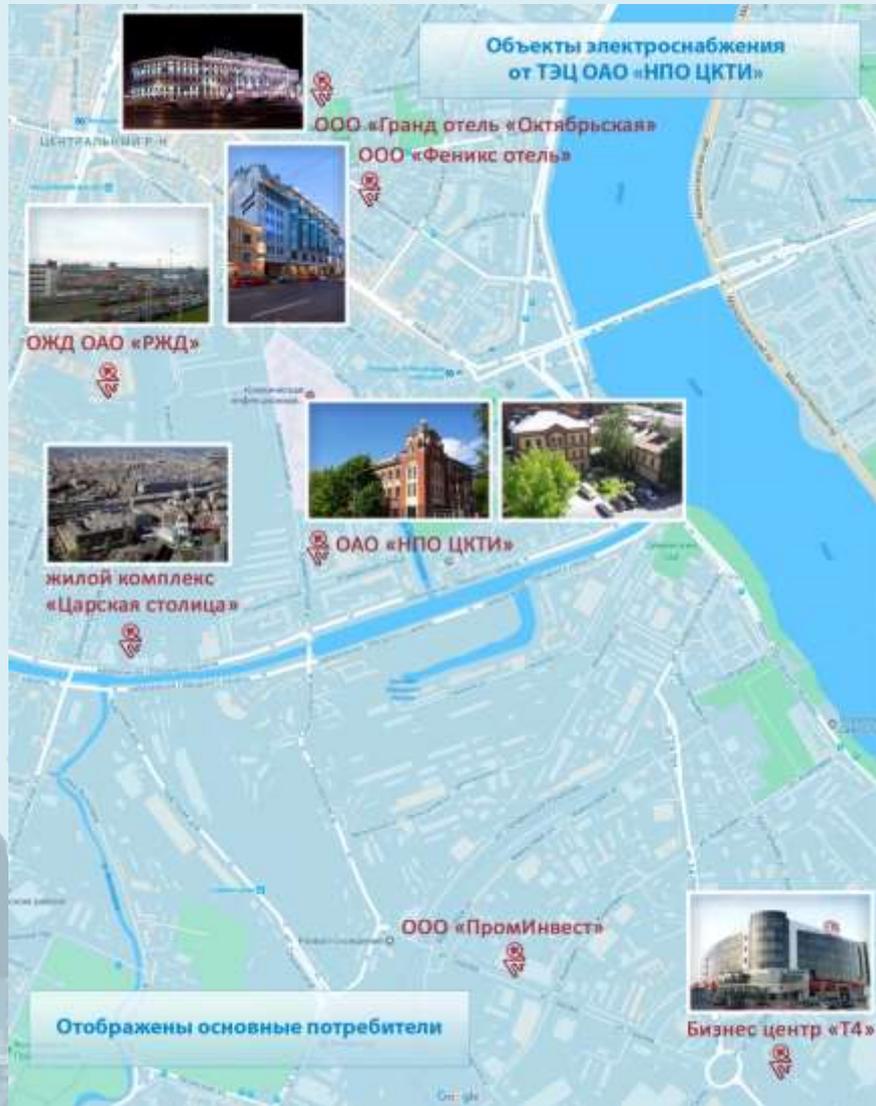


*1985 г. Сотрудники  
лаборатории  
аэродинамики паровых  
турбин подготавливают  
модель турбины ЭТНД-2  
к стендовым испытаниям*



*Головной образец  
транспортабельного котла  
системы ЦКТИ ТК-3-13*

## Схема районов электро- и теплоснабжения от ТЭЦ ОАО «НПО ЦКТИ»



## ТЭЦ ОАО «НПО ЦКТИ»

Отпуск тепло- и электроэнергии в течение 3-х лет, 2014 – 2016 гг.



## Производственные показатели деятельности ТЭЦ в 2016 г.

### Основные абоненты ТЭЦ ОАО «НПО ЦКТИ»

Наименование абонента	Отпуск электроэнергии, %	Отпуск теплоэнергии, %
АО «ПСК»	24,9%	
Дирекция по энергообеспечению структурное подразделение ОАО «РЖД»	8,3%	
Бизнес центр «Т4»	13,8%	
ООО «Русэнергосбыт»	13,5%	
АО «Эталон ЛенСпецСМУ»	11,1%	9,2%
прочие	28,4%	
ПАО «ТГК-1»		54,1%
Дирекция по тепловодоснабжению структурное подразделение ОАО «РЖД»		30,2%
прочие		6,5%

### Выручка от продажи тепловой и электрической энергии, млн. руб.



Основным видом топлива для ТЭЦ является природный газ (договор с ООО «Газпром межрегионгаз Санкт-Петербург»), резервным - мазут (нормативный запас к работе в зимних условиях для ТЭЦ ОАО «НПО ЦКТИ» установлен в размере 3,676 тыс. тонн).

**Состав оборудования: 3 турбогенератора по 6 МВт, 8 котлоагрегатов** (в том числе: 7 паровых и 1 водогрейный).

Общая установленная тепловая мощность ТЭЦ, согласно паспортным данным котлов, составляет **425 т/ч** или **386 Гкал/час**. Фактическая мощность котлов по режимным картам составляет **375 т/час** или **338 Гкал/час**.

## **ТЭЦ ОАО «НПО ЦКТИ»**

**Котельный цех**



**ТФУ**



**Пульт управления ТФУ**



## Наиболее крупные заказчики ОАО «НПО ЦКТИ»

1. ПАО «РусГидро» и филиалы
2. ПАО «Иркутскэнерго»
3. ПАО «Силовые машины»
4. АО «ТяжМаш»
5. Voith, Австрия
6. Круонисская ГАЭС, Литва
7. АО «Концерн Росэнергоатом»
8. ГК «Росатом»
9. АО «ЦКБ МТ «Рубин»
10. Doosan Škoda Power
11. Белорусская АЭС
12. Fortum Power and Heat Oy
13. АЭС «Бушер», Иран
14. BGK Инжиниринговая компания, Иран
15. ПАО «ЮНИПРО» (ОАО «Э.ОН – Россия»)
16. ПАО «ТГК-1»
17. ПАО «Мосэнерго»
18. ПАО «Интер РАО ЕЭС»
19. ООО «Газэнергоремонт»



## Наиболее крупные заказчики ОАО «НПО ЦКТИ»

20. AS «Vitkovice Power Engineering»
21. AS «Eesti Energia Narva Elektriijaamad»
22. Тяньваньская АЭС (ТАЭС)
23. АО «Русатомсервис»
24. АО «Атомстройэкспорт» (АО «АСЭ»)
25. АО «НПФ «ЦКБА»
26. АО «Армалит»
27. АО «Монди СЛПК»
28. ООО «Мечел-Энерго»
29. POLYKRAFT group («Сафоново Хитинг Солюшн»)
30. ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
31. ОАО «ВТИ»
32. ПАО «ОДК-Сатурн»
33. АО «НПО «ЦНИИТМАШ»
34. АО «Воркутауголь»
35. ПАО «Северсталь»
36. АО «АЭМ-технологии»
37. ООО «Белэнергомаш - БЗЭМ»
38. АЭС «Куданкулам», Индия
39. АЭС «Ловииса», Финляндия
40. АО «РЭП-холдинг»
41. ОАО «Аэропорт «Пулково»
42. АО «ОДК-Климов»



Eesti Energia



## Охрана окружающей среды

Экологическая обстановка в районе ОАО «НПО ЦКТИ» удовлетворительная.

Деятельность Общества в области охраны окружающей среды осуществляется в соответствии с природоохранным законодательством РФ и Правительства Санкт-Петербурга, экологических нормативов и стандартов.

Отдел охраны окружающей среды, с помощью **аккредитованной испытательной лаборатории (ЛООС)**, осуществляет производственный контроль природной и сточной воды, согласно «Программе наблюдений за водными объектами». Испытательная лаборатория аккредитована по международной системе Госстандартов – ИСО (аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001. 512425 действителен по 3 декабря 2018 года).

В ОАО «НПО ЦКТИ» разработан и осуществляется **Производственный экологический контроль** с целью обеспечения предприятием выполнения всех требований и положений разработанной и утверждённой проектно-нормативной документации, направленных на снижение экологических рисков и постепенное уменьшение вредного воздействия на окружающую среду.

Отдел охраны окружающей среды решает все экологические проблемы, связанные с выбросами в атмосферный воздух, размещением и утилизацией отходов; имеются проекты санитарно-защитных зон (СЗЗ) по обеим площадкам; своевременно разрабатываются новые проекты НДС и ПНООЛР. ЛООС обеспечена оборудованием и приборами контроля. В своей работе ЛООС руководствуется планами природоохранных мероприятий, программой регулярных наблюдений за водными объектами, согласованными и утверждёнными в организациях города, осуществляющих функциональный контроль за деятельностью предприятия в области экологии.



## Охрана труда

Руководство ОАО «НПО ЦКТИ» в полной мере осознает свою ответственность за создание безопасных условий труда и обеспечение промышленной безопасности.

На предприятии создана система управления охраной труда и организован производственный контроль за безопасной эксплуатацией опасных производственных объектов.

Выполняются все требования законодательства РФ по охране труда и промышленной безопасности.

Организована подготовка и проверка знаний в области охраны труда и промышленной безопасности.

Обеспечивается проведение специальной оценки условий труда с назначением необходимых по Трудовому кодексу гарантий и компенсаций работникам предприятия в соответствии с коллективным договором.



### Стандарты организации, регламентирующие охрану труда.

Система менеджмента качества.

Инструкция по охране труда.  
Порядок разработки, согласования и утверждения.

Система менеджмента качества.

Порядок проведения инструктажей по охране труда и пожарной безопасности

Система менеджмента качества.

Порядок проведения обучения и проверка знаний по охране труда и пожарной безопасности

Система менеджмента качества.

Порядок обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты

Система менеджмента качества.

Система управления охраной труда

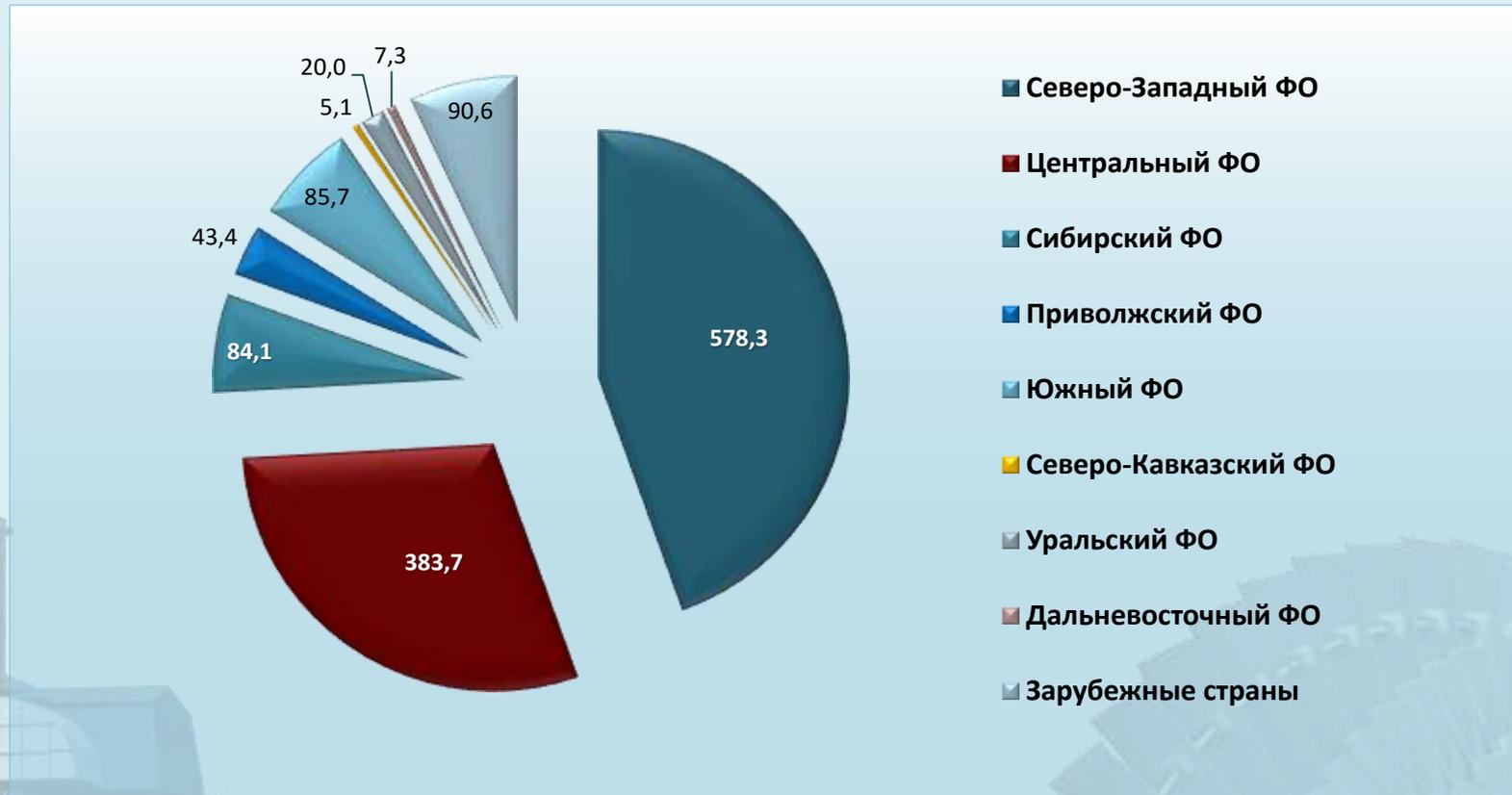
## Экономические показатели ОАО «НПО ЦКТИ» за 5 лет, 2012-2016 гг.

### Основные финансовые показатели за последние 5 лет

Основные финансовые показатели	2012	2013	2014	2015	2016
Уставный капитал	39	39	39	39	39
Чистые активы	383 558	478 632	553 511	594 464	614 646
Всего оборотных активов	443 155	577 547	707 973	889 928	696 368
Всего краткосрочных пассивов	306 779	352 431	482 857	633 785	511 898
Чистый оборотный капитал	136 376	225 116	225 116	256 143	184 470
Выручка от реализации (без НДС)	1 306 030	1 481 621	1 369 285	1 191 801	1 938 303
Чистая прибыль	34 670	95 033	75 623	40 953	32 482
Коэффициент текущей ликвидности	1,4	1,6	1,5	1,4	1,4
Плечо финансового рычага	0,97	0,97	0,95	1,15	0,85
Валюта баланса	755 865	944 070	1 079 823	1 278 766	1 137 508

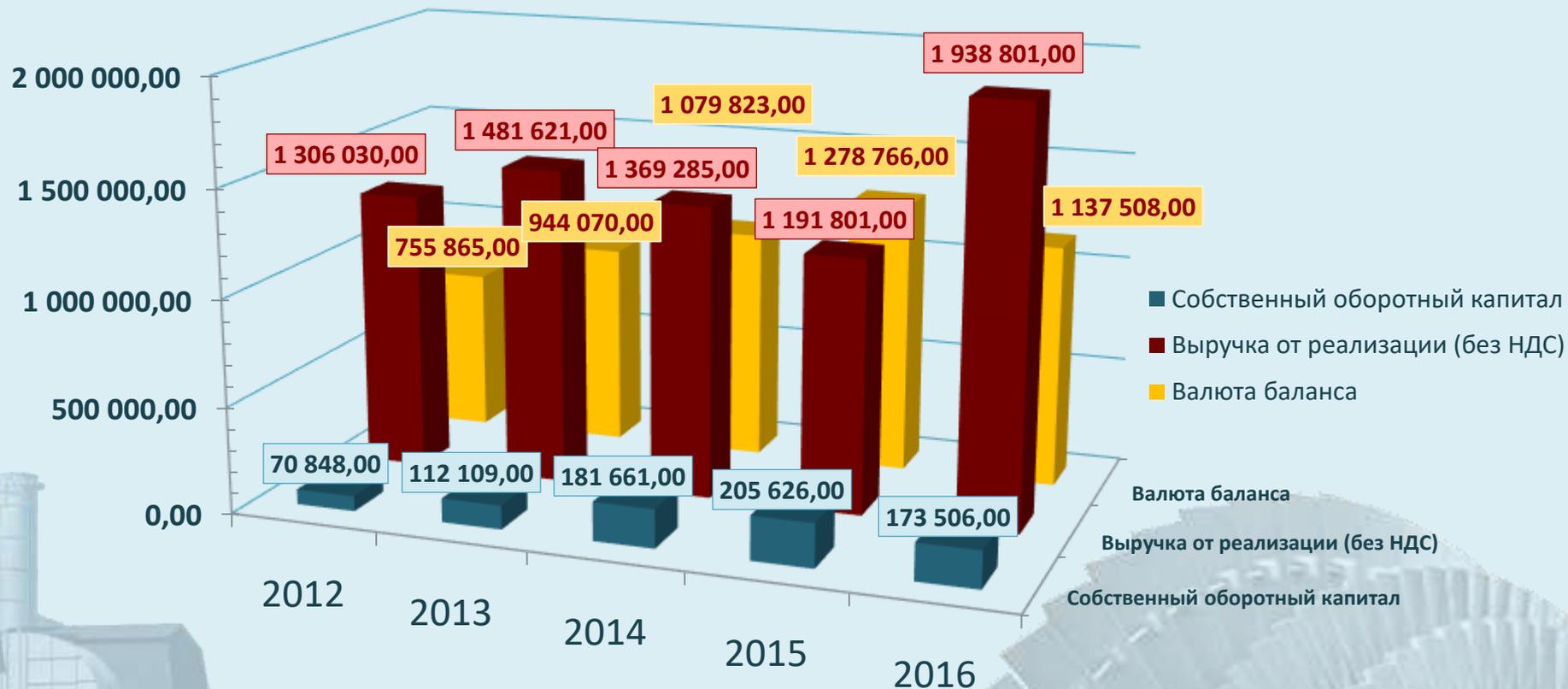
## Экономические показатели ОАО «НПО ЦКТИ» за 5 лет, 2012-2016 гг.

### Структура выручки по Федеральным округам



## Экономические показатели ОАО «НПО ЦКТИ» за 5 лет, 2012-2016 гг.

### Динамика финансовых показателей



## Внеэкономическая деятельность ОАО «НПО ЦКТИ»



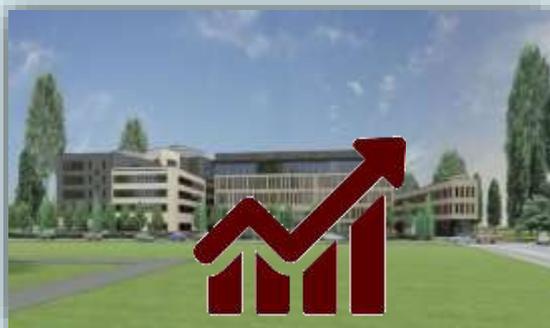
ОАО «НПО ЦКТИ» имеет многолетний опыт совместной деятельности с фирмами и организациями США, стран Западной и Восточной Европы, Японии, Китая, Южной Кореи. Также установлены деловые связи со странами Балтии и республиками СНГ.

### Продолжает сотрудничество с фирмами:

«Alstom Power Ltd.», Швейцария;  
 «General Electric», «Бектел», США;  
 «Mitsubishi Heavy Industries Ltd.», IHI, «FUCHINO Co Ltd.», Япония;  
 «Siemens AG», «BBS GmbH», Германия;  
 «EDF», Франция;  
 «JNPC», «Фуджюан», Китай;  
 «Entegro Ltd.», Греция; РЕК «Битола», Македония;

«Energico OY», «Fortum Power and Heat OY», Финляндия;  
 «Slovenské energetické strojárne AS», Словакия;  
 «Škoda Power AS», Чехия;  
 «Брикел», ЕАД;  
 «Энергоремонт-Варна Инвест», АЭС «Козлодуй», Марица – Восток, Болгария;  
 «AS Narva Elektriijaamad», «VKG Oil AS», Эстония;  
 «Latvenergo», (Daugavas HES), Латвия;  
 «Kauno Energetikos Remontas», Литовская ГРЭС;  
 Круонисская ГАЭС, Литва;  
 АЭС «Куданкулам», ТЭС «Сипат», ТЭС «Барх», Индия;  
 АЭС «Бушер», Иран;  
 АЭС «Усть-Каменогорская ГЭС», Казахстан, а также с ведущими фирмами Украины, Республики Беларусь, Молдовы, Таджикистана и др.

## Дочернее предприятие «Московское Отделение ЦКТИ»



Предприятие создано как субъект малого предпринимательства для реализации проектов в отраслях энергетики и энергетического машиностроения в сфере деятельности ОАО «НПО ЦКТИ».

### Основные направления деятельности ООО «МО ЦКТИ»:

- Взаимодействие с федеральными органами государственной власти, государственными институтами развития и отраслевыми ассоциациями с целью участия в формировании отраслевых программ развития и реализации научных и инвестиционных проектов с различными формами государственной поддержки и государственного участия.
- Осуществление представительских функций, участие в экспертных комиссиях.
- Организация и проведение заседаний, отраслевых конференций и совещаний по вопросам развития энергетического машиностроения.
- Консалтинговые услуги по направлениям:
  - экспертно-аналитическая поддержка по вопросам участия в реализации государственных программ и проектов с государственной поддержкой;
  - разработка стратегий и отраслевых программ развития, предложений по реализации государственной промышленной политики, отраслевых предприятий;
  - разработка ТЭО и бизнес-планов, обоснование инвестиций;
- Энергетические обследования и разработка комплексных программ повышения энергоэффективности промышленных предприятий и программ модернизации.
- Осуществление экспертизы, в том числе проектной документации, с учетом технико-экономических, экологических аспектов и требований промышленной безопасности.
- Выполнение проектно-конструкторских работ.
- Реализация комплексных проектов модернизации энергетического хозяйства промышленных предприятий, продление ресурса оборудования.
- Развитие инжинирингового направления в части реализации комплексных проектов строительства и модернизации генерирующих мощностей.

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Телефон: +7 (812) 717 23 79

Факс: +7 (812) 717 43 00

Адрес: Санкт-Петербург, ул. Атаманская, д. 3/6

E-mail: [general@ckti.ru](mailto:general@ckti.ru)

Сайт: [www.ckti.ru](http://www.ckti.ru)