



СИЛОВЫЕ МАШИНЫ

созидающая энергия

**Проект «АЭС-2006»
Паровая турбина К-1200-6,8/50
для Нововоронежской АЭС-2
и Ленинградской АЭС-2**



Филиал ОАО «Силовые машины» «ЛМЗ»

Санкт-Петербург
20 марта 2008г.

Содержание

1. Паровые турбины производства ОАО «Силовые машины».
2. Опыт и динамика в создании быстроходных паровых турбин для АЭС большой мощности на ОАО «Силовые машины».
3. Мощные паровые турбины ОАО «Силовые машины» для зарубежных АЭС.
4. Турбоустановка К-1200-6,8/50 для «АЭС-2006».
5. Технические решения, обеспечивающие высокую конкурентоспособность турбоустановки К-1200-6,8/50 (включая увеличение N_g до 1198,8 МВт)
6. Сравнение основных характеристик турбин ОАО «Силовые машины» и фирмы «Alstom» для НВАЭС-2.
7. Заключение.



Конденсационные турбины

K-25-2,5	K-50-90-3M	K-100-90-7	K-200-181-1	K-215-130-1(2)	K-225-130-2M	K-300-240-3	K-325-240	K-500-170	K-660-247
K-40-62	K-50-90-4	K-110-140	K-210-130-8	K-225-12,8	K-235-130-3M	K-315-240-1	K-330-240	K-500-240-4	K-800-240-5
K-55-90	K-55-8,8	K-165-130	K-210-130-6-M	K-225-12,8-P	K-300-170	TK-330-240-3M	K-450-130	K-520-170	K-850-23,5
K-55-60	BK-100-6M	K-200-130-7(9)	K-210-130-MT	K-255-16.2-2	K-300-170-1P	K-325-16,7	K-500-166-1	K-520-240	K-1200-240-3

Теплофикационные турбины (без промперегрева)

T-25/30-3,4 T-50/60-8,8 T-115-8,8
T-120-8,8 T-120-12,8 T-30-2,9
T-60-112

Турбины с противодавлением

P-25-90/30 P-50-90/13 P-50/60-12,8/1,3-2
P-25-8,8-2 P-50-8,8/1,0 P-50/60-130/10-2
P-25-90/18 P-85-8,8/0,2

Конденсационные турбины с отбором пара на теплофикацию

КТ-115-8,8-1(2) КТ-120/140-12,8
КТ-120-12,8 КТ-330-240

Турбины для ПГУ

K-80-7,0 T-130/160-12,8 K-167-107
K-110-6,5 T-150-7,7 K-180-8,0

Теплофикационные турбины (с промперегревом)

T-140-145 T-180/210-130-1
T-180/215-130-1 T-185/220-12,8-1(2)

Теплофикационные турбины с производственными и теплофикационными отборами

ПТ-30-3,4/0,6	ПТ-30-2,9/0,8	ПТ-35-8,8	ПТ-35/40-8,8	ПТ-30-2,9-2	ПТ-65/75-130/13	ПТ-65-130/22	ПТ-80/100-130/13
ПТ-30-8,8	ПТ-30/40-2,9	ПТ-35/55-8,8	ПТ-35/55-3,2	ПТ-40/50-8,8	ПТ-65/75-8,8/1,1	ПТ-65/75-90/13	

Турбины для атомных электростанций (АЭС)

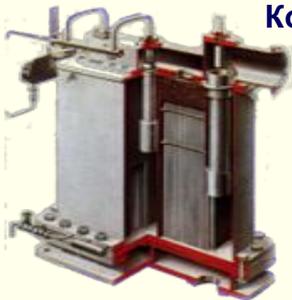
K-200-130 K-800-130/3000 K-1000-60/3000 K-1000-60/3000-2 K-1000-60/3000-3 K-1200-6,8/50

ОАО «Силловые машины» изготавливают паровые турбины собственных конструкций мощностью 25 - 1200 МВт для тепловых станций.

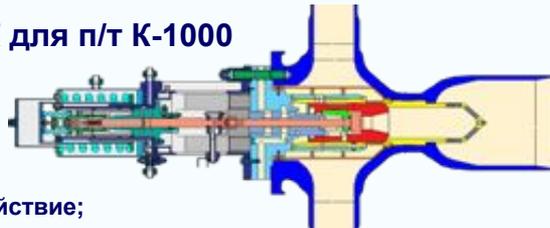
- Всего разработано 115 типов паровых турбин
- ОАО «Силловые машины» имеют 25 летний опыт проектирования и эксплуатации конкурентоспособных мощных паровых турбин для АЭС

Эжекторы пароструйные
Эжекторы водоструйные

Конденсаторы
пара
уплотнений



БРУ-К для п/т К-1000



- Быстродействие;
- Конструктивное исполнение всех деталей из нерж. стали
- Разнесение уплотнительных и регулирующих поверхностей в клапане.

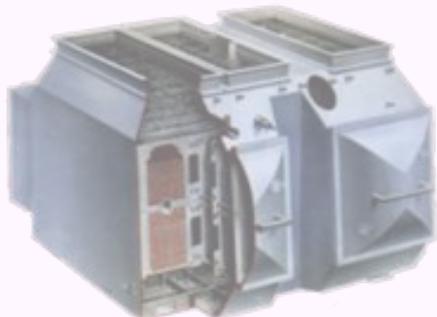
Фильтры



Клапаны

(обратные,
предохранительные,
регулирующие)

Главные конденсаторы
турбин мощностью
25 – 1200 МВт



- Крепление труб: вальцовка и сварка
- Материалы труб: титан, нерж. сталь, медные сплавы
- Охлаждающая поверхность от 1750 м² до 120000 м²
- Блочно-модульная конструкция

**Теплообменное и
вспомогательное
оборудование
паровых турбин**

Подогреватели
сетевые и регенеративные



- Поверхность теплообмена 150 -5000 м²
- Полная сборка и испытание на заводе
- Материал труб – нерж. сталь

Маслоохладители
Водо-водяные
теплообменники



- Поверхность теплообмена 10 -700 м²
- Материал труб – нерж. сталь
- Наружное оребрение труб

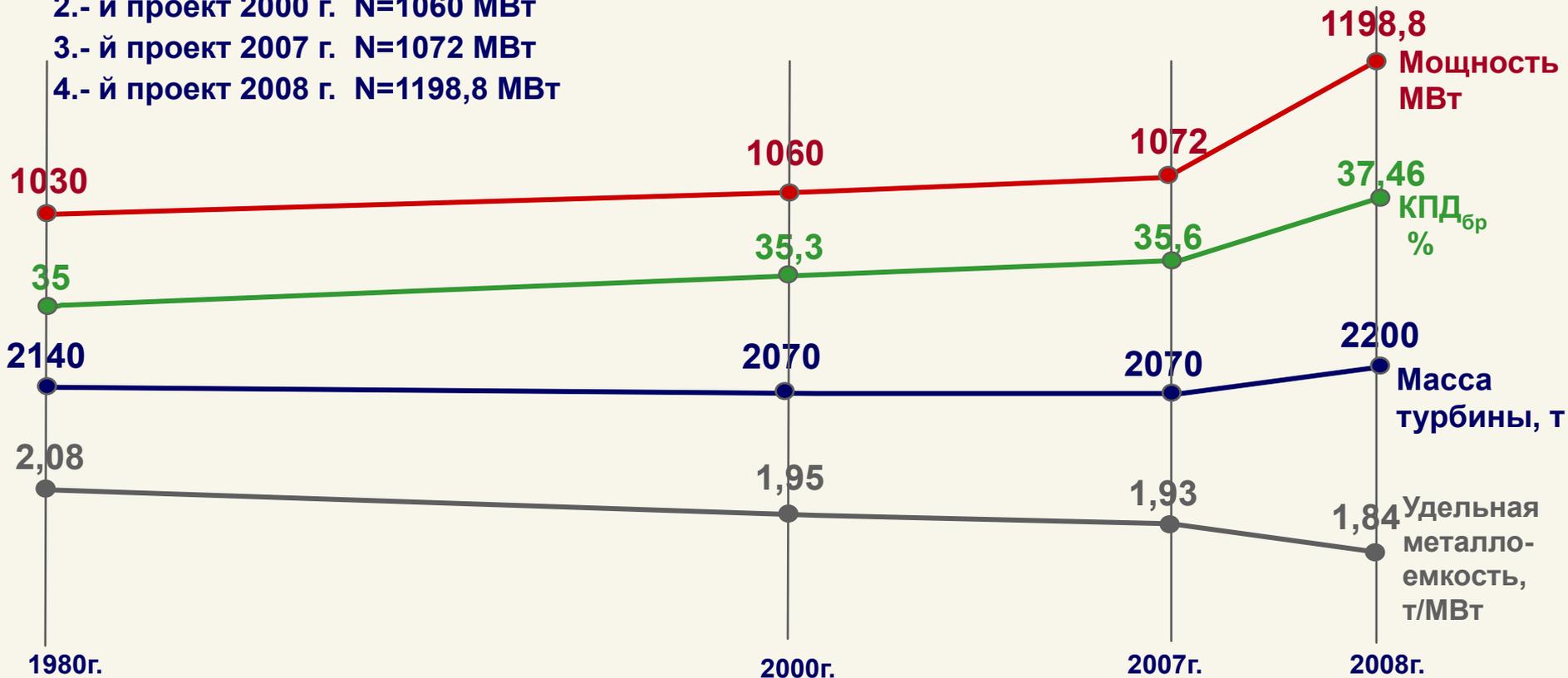
Паровые турбины ОАО «Силловые машины» для АЭС

№	Турбина		Место установки		Мощность, МВт	Начальное давление, МПа	Температура пара, °С		Год ввода	Примечание
	Тип	Наименование станции	страна				Свежий пар	Промпрегрев		
1	К-200-130	Белоярская АЭС ст. № 1	СССР (Россия)		210	12,8	500	500	1980	
2	К-200-130	Белоярская АЭС ст. № 2	СССР (Россия)		210	12,8	500	500	1980	
3	К-200-130	Белоярская АЭС ст. № 3	СССР (Россия)		210	12,8	500	500	1980	
4	К-1000-60/3000	Ровенская АЭС ст. № 5	СССР (Украина)		1000	5,9	274	250	1986	
5	К-1000-60/3000	Ровенская АЭС ст. № 6	СССР (Украина)		1000	5,9	274	250	2004	
6	К-1000-60/3000	Хмельницкая АЭС ст. № 1	СССР (Украина)		1000	5,9	274	250	1987	
7	К-1000-60/3000	Хмельницкая АЭС ст. № 2	СССР (Украина)		1000	5,9	274	250	2005	
8	К-1000-60/3000	Южно-Украинская АЭС ст. №3	СССР (Украина)		1000	5,9	274	250	1989	
9	К-1000-60/3000	Крымская АЭС	СССР (Украина)		1000	5,9	274	250		Не смонтирована
10	К-1000-60/3000	Калининская АЭС ст. №3	СССР (Россия)		1000	5,9	274	250	2005	
11	К-1000-60/3000	АЭС Тяньвань ст. № 1	Китай		1000	5,9	274	250	2007	Коммерческая эксплуатация
12	К-1000-60/3000	АЭС Тяньвань ст. № 2	Китай		1000	5,9	274	250	2007	Коммерческая эксплуатация
13	К-1000-60/3000-3	АЭС Бушер ст. № 1	Иран		1000	5,9	274	240		Смонтирована
14	К-1000-60/3000-2	АЭС Куданкулам ст. № 1	Индия		1000	5,9	274	250		В монтаже
15	К-1000-60/3000-2	АЭС Куданкулам ст. № 2	Индия		1000	5,9	274	250		В монтаже

Опыт и динамика в создании быстроходных паровых турбин для АЭС на ОАО «Силловые машины»



- 1.- й проект 1978 г. N=1030 МВт
- 2.- й проект 2000 г. N=1060 МВт
- 3.- й проект 2007 г. N=1072 МВт
- 4.- й проект 2008 г. N=1198,8 МВт



Южно-Украинская АЭС
Хмельницкая АЭС
Ровенская АЭС (Украина)

Тяньваньская АЭС
блок 1, 2 (Китай)

АЭС «Белене»
Болгария (проект)

Нововоронежская АЭС
ЛАЭС-2 (проект)

Вывод: ОАО «Силловые машины» обладают опытом и потенциалом по проектированию, изготовлению, монтажу и пусконаладочным работам мощных быстроходных паровых турбин для АЭС. Накопленный опыт позволяет создавать конкурентоспособные паровые турбины.

АЭС «Тяньвань», Китай



АЭС «Тяньвань», Китай

2006 – пуск блока № 1

2007 – пуск блока № 2

АЭС «Куданкулам», Индия

2008 – намечен пуск блока

АЭС «Бушер», Иран

2008 – намечен пуск блока

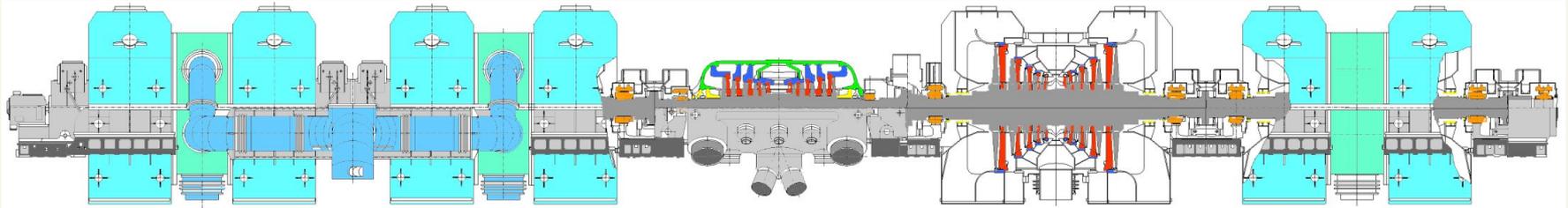
АЭС «Куданкулам», Индия



АЭС «Бушер», Иран



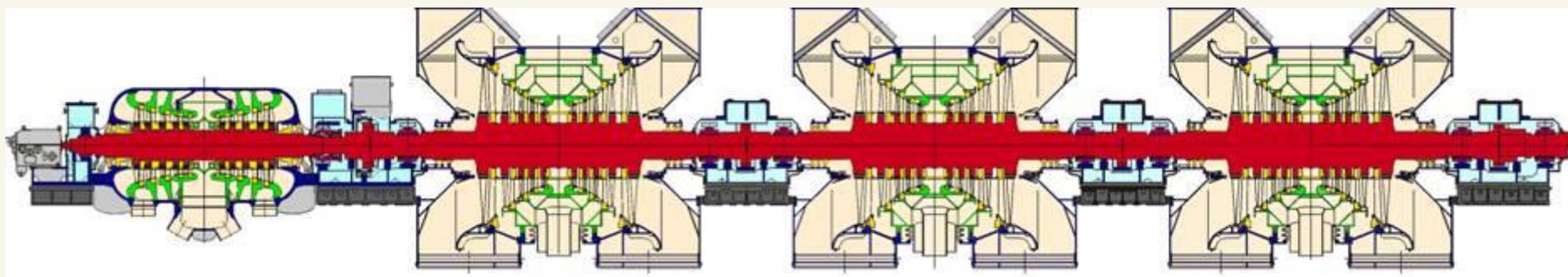
Паровая турбина К-1000-60/3000 для АЭС «Тянь-Вань» (Китай).



Начальное давление пара, МПа 5,88
Начальная температура пара, °С 274,3
Расход пара, т/ч 5870
Давление промперегрева, МПа 0,5
Температура промперегрева (перед ЦНД), °С 250

Температура питательной воды, °С 218
Температура охлаждающей воды, °С 18
Давление в конденсаторе, МПа 0,00465
*Мощность электрическая генератора
турбоустановки с электроприводным
питательным насосом, МВт* 1060

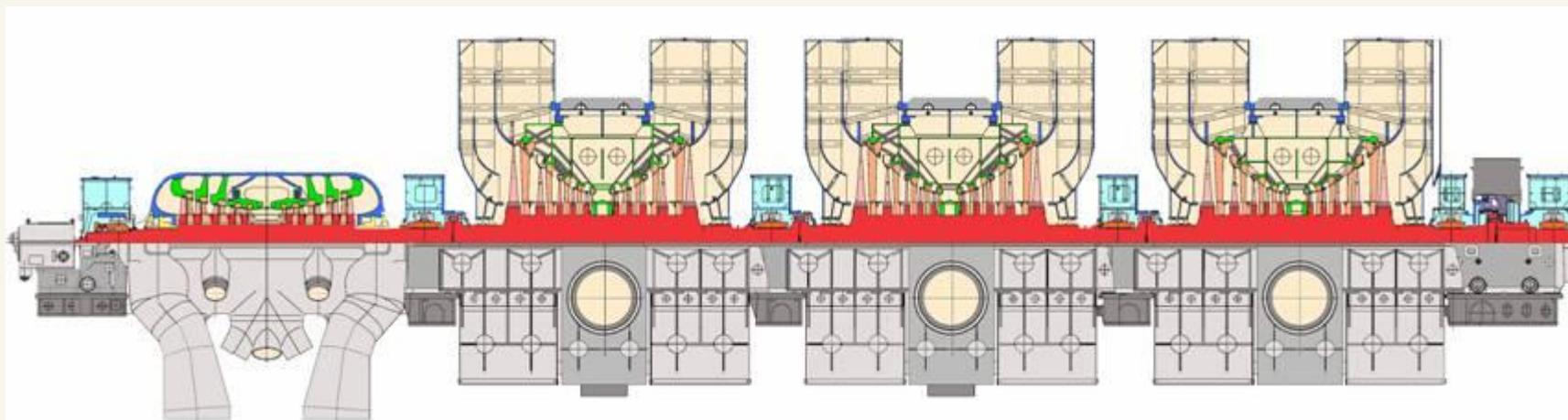
Паровая турбина К-1000-60/3000-2 АЭС «Куданкулам» (Индия)



Начальное давление пара, МПа 5,88
Начальная температура пара, °С 274,3
Расход пара, т/ч 5980
Давление промперегрева, МПа 0,713
Температура промперегрева (перед ЦНД), °С 250

Температура питательной воды, °С 223,8
Температура охлаждающей воды, °С 31
Давление в конденсаторе, МПа 0,0081
*Мощность электрическая на
клеммах генератора, МВт* 995

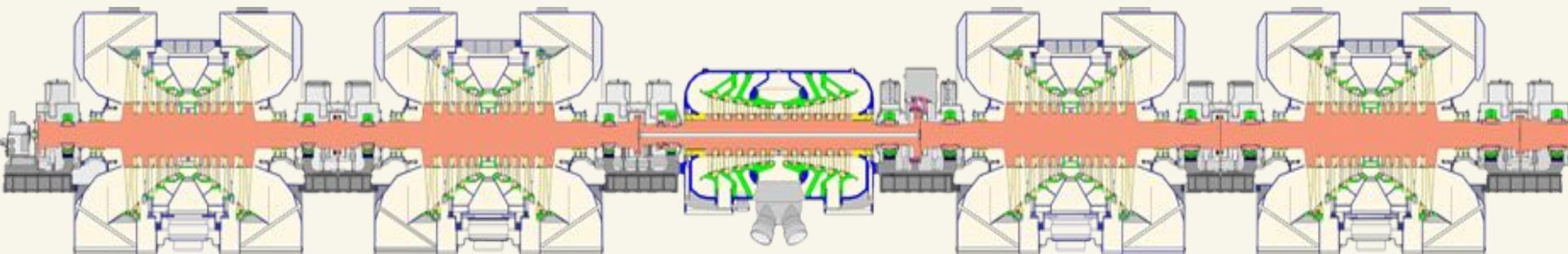
Паровая турбина К-1000-60/3000-3 для АЭС «Бушер» (Иран)



<i>Начальное давление пара, МПа</i>	5,88
<i>Начальная температура пара, °С</i>	274,3
<i>Расход пара, т/ч</i>	5980
<i>Давление промперегрева, МПа</i>	0,712
<i>Температура промперегрева (перед ЦНД), °С</i>	250

<i>Температура питательной воды, °С</i>	223,8
<i>Температура охлаждающей воды, °С</i>	28
<i>Давление в конденсаторе, МПа</i>	0,00755
<i>Мощность электрическая генератора турбоустановки с электроприводным питательным насосом, МВт</i>	1014

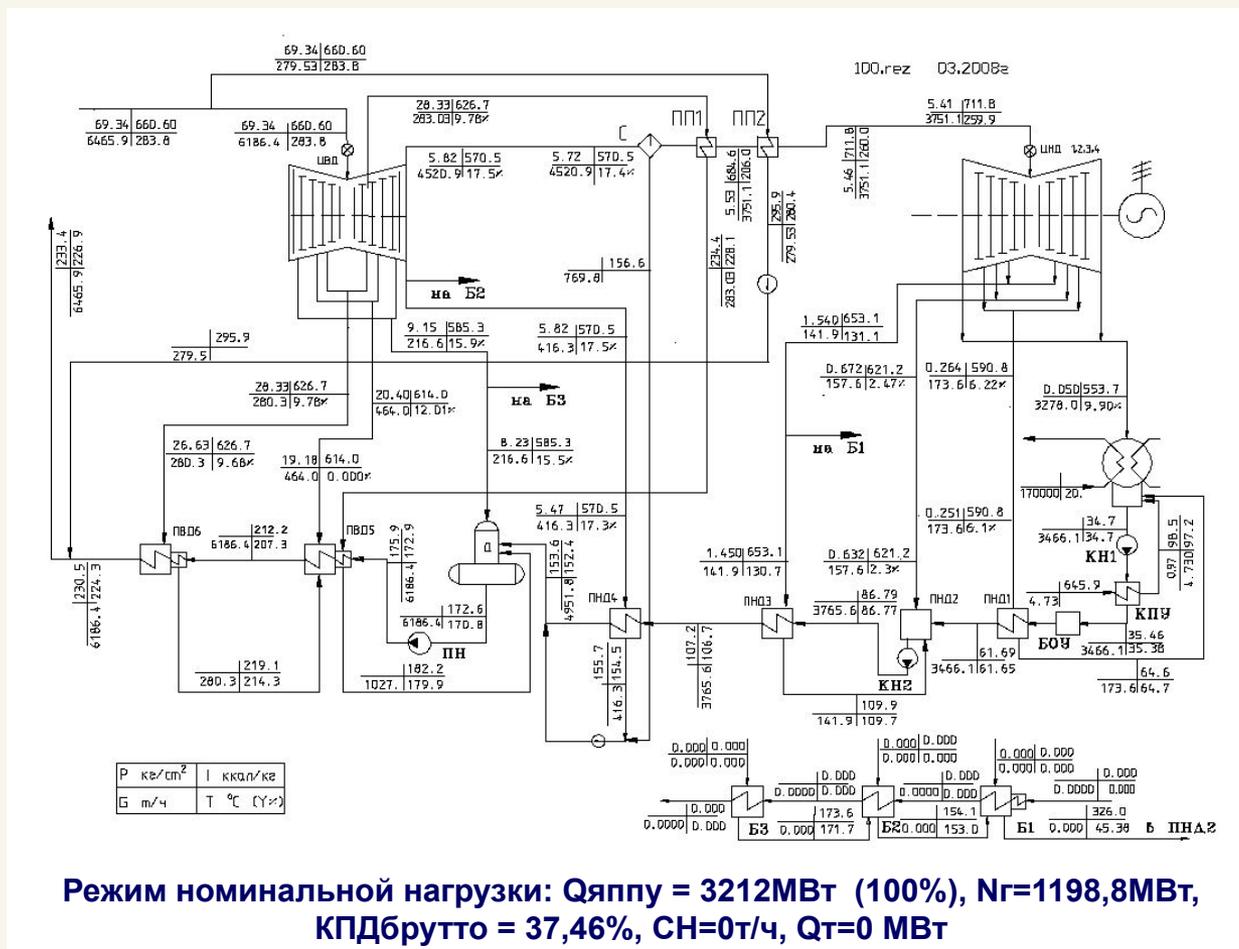
Основные технические характеристики головного образца турбины



Давление свежего пара	6,8 МПа
Влажность / температура свежего пара	0,5% / 283,8°С
Расход пара	6466 т/ч
Расчетная температура охлаждающей воды, тов	20 °С
Давление в конденсаторе, Рк	4,9 кПа
Электрическая мощность на клеммах генератора, Nг	1198,8 МВт

Скорость вращения ротора	3000 об/мин
Количество ступеней в проточной части:	
в ЦВД	2x6=12
в ЦНД	4(2x5)=40
РЛ последней ступени	1200 мм (усиленная)
Суммарная площадь выхлопа	90,4 м ²
Длина турбины	53 м
Вес турбины	2200 т

Принципиальная тепловая схема турбоустановки



В тепловой схеме приняты типовые решения, применяемые в турбоустановках АЭС большой мощности:

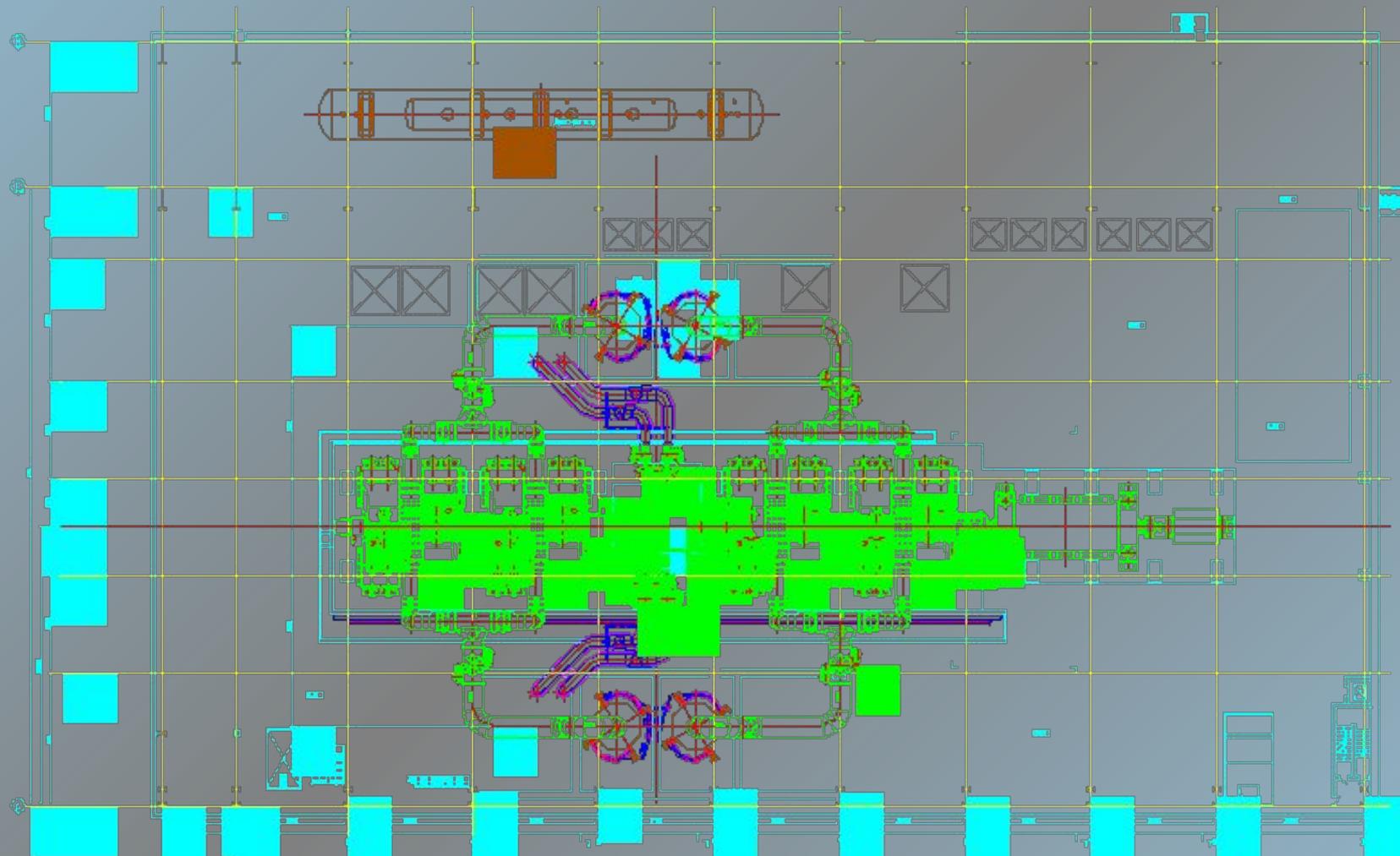
- развитая система регенерации (7 ступеней)
- применение смешивающего ПН
- закачка конденсата греющего пара СП в тракт питательной воды

Для турбоустановки К-1200-6.8/50 принят СП с двухступенчатым перегревом пара

Компоненты тепловой схемы освоены в производстве и отработаны в эксплуатации (турбина, конденсатор, теплообменное и насосное оборудование)

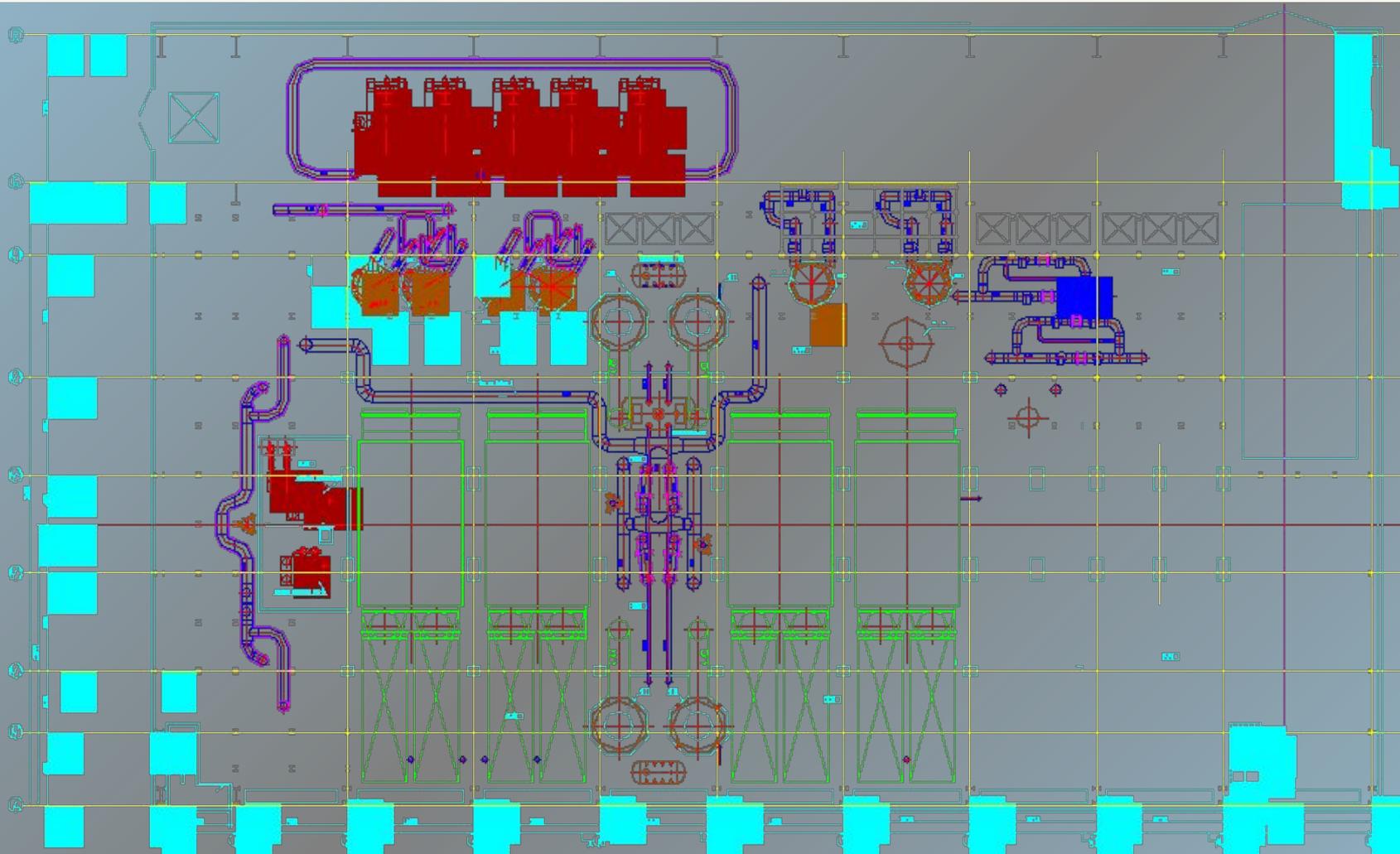
Планы компоновки АЭС-2006

План на отметке 16.00 м



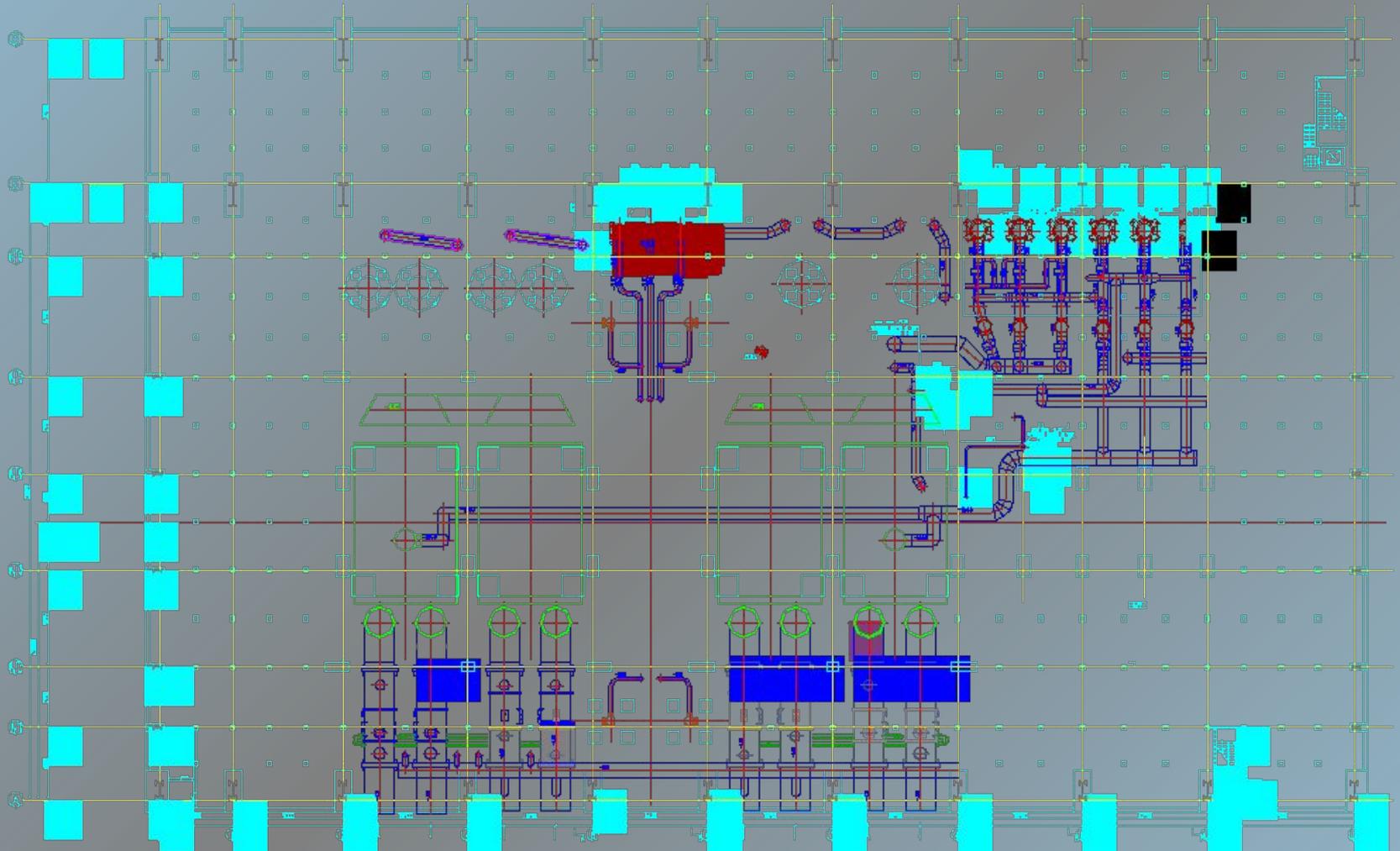
Планы компоновки АЭС-2006

План на отметке 8.00 м



Планы компоновки АЭС-2006

План на отметке -6.00 м

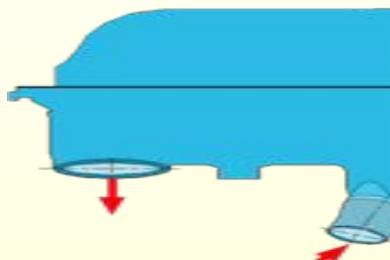


Наименование технического решения	Влияние на: экономичность (Э) надежность (Н) ремонтоспособность (Р) сроки монтажа (С)	Применение у конкурентов	Референция СМ
Турбина <ul style="list-style-type: none"> • Пароподвод в ЦВД и ЦНД в нижнюю половину • Корпус ЦВД из нержавеющей стали • Направляющие лопатки с тангенциальным навалом • Цельнокованные РВД и РНД • Материал рабочих лопаток последней ступени ЦНД – ВТ-6 • Возможность снятия концевых уплотнений ЦНД без разборки цилиндров, уменьшение радиальных зазоров • Высокоэкономичные паровпускные и паровыпускные патрубки ЦВД и ЦНД. • Высокоэкономичные подшипники. • Возможность подбалансировки роторов без вскрытия цилиндров 	<p style="text-align: center;">Р+Н Н Э Н Н Э+Р+Н Э Э Р+Н</p>	<p style="text-align: center;">Частично Частично Частично Частично Нет Частично Частично Частично Да</p>	<p style="text-align: center;">Применено Применено Частично Применено Применено Частично Частично Применено Применено</p>
Вспомогательное оборудование <ul style="list-style-type: none"> • Конденсатор модульной конструкции с титановыми трубками • Быстродействующие и малошумные клапаны БРУ-К 	<p style="text-align: center;">С+Н Н</p>	<p style="text-align: center;">Частично Частично</p>	<p style="text-align: center;">Применено Применено</p>
Тепловая схема <ul style="list-style-type: none"> • СПП с 2-х ступенчатым перегревом • ПНД-2 смешивающего типа • Применение КГТН для закачки конденсата в тракт питательной воды 	<p style="text-align: center;">Э Э+Н Э+Н</p>	<p style="text-align: center;">Частично Нет Нет</p>	<p style="text-align: center;">Нов. реш-е Применено Применено</p>

Повышение надежности и ремонтпригодности

ЦВД

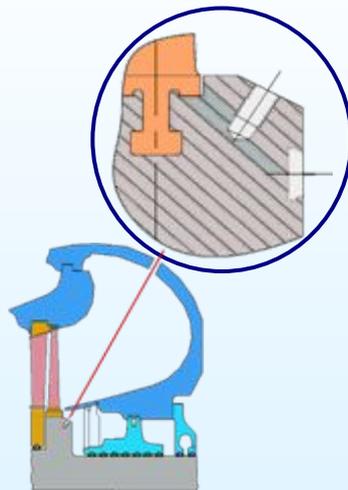
Пароподвод и отвод пара только в нижней части.



- Отсутствие фланцевых соединений. Соединение сваркой.
- Оптимизация компоновочных решений.
- Сокращение сроков ремонта.

РВД

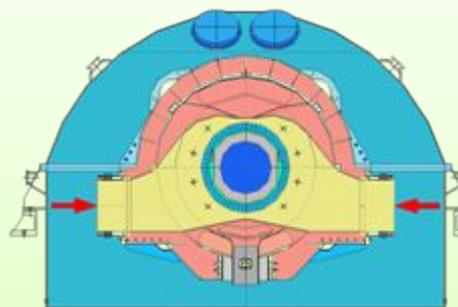
Балансировочный пояс



- Возможность подбалансировки роторов без вскрытия цилиндров.
- Сокращение сроков ремонта.

ЦНД

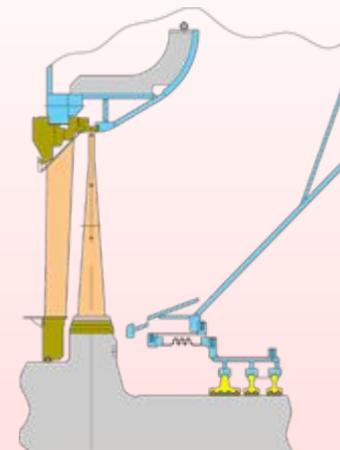
Пароподвод только в нижней части корпуса.



- Отсутствие труб в верхней половине.
- Оптимизация компоновочных решений.
- Сокращение сроков ремонта.

ЦНД

Устройство концевых уплотнений.



- Возможность замены колец концевых уплотнений без вскрытия крышки.
- уменьш. зазоры
- Сокращение сроков ремонта.

Повышение надежности

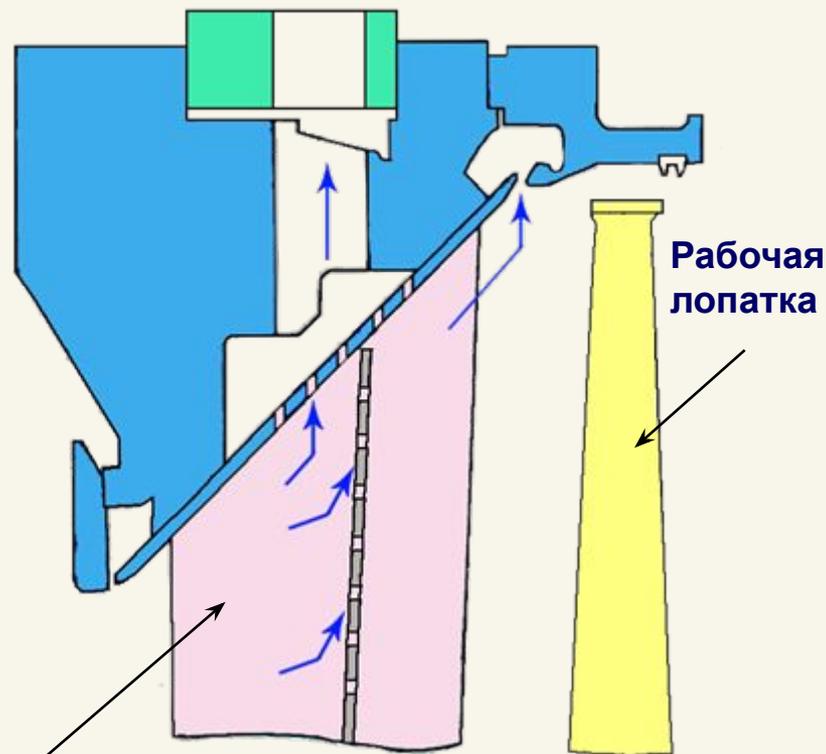
Пассивная защита.

Упрочнение входных и выходных кромок, бандажей титановых рабочих лопаток и методом ионной имплантации с осаждением нитрида титана



Активная защита.

Удаление пленочной влаги в диафрагме последней ступени



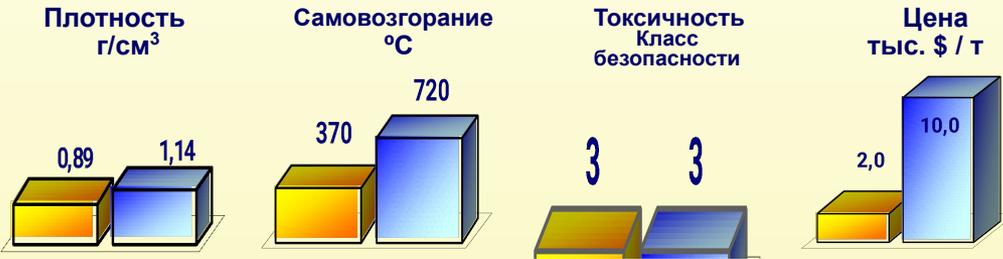
Направляющая лопатка

Удаление до 25 % влаги

Огнестойкие масла в паровых турбинах ЛМЗ

ОМТИ	Reolube-OMTI	Fyrquel-L
Россия	USA	USA

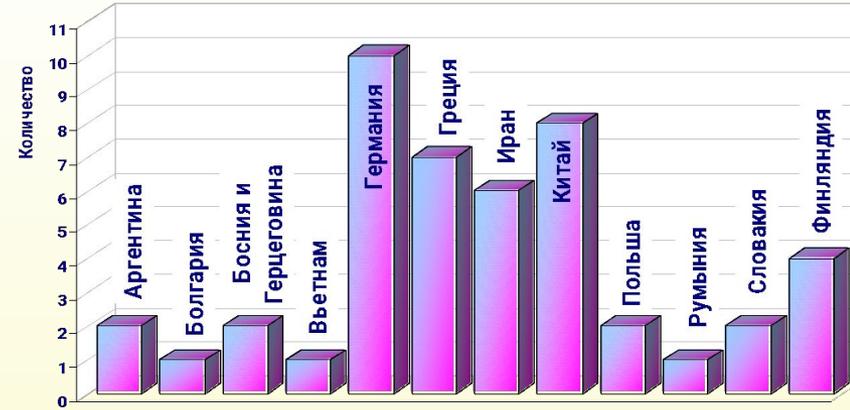
Сравнительные характеристики минеральных и огнестойких масел



Индийские проекты

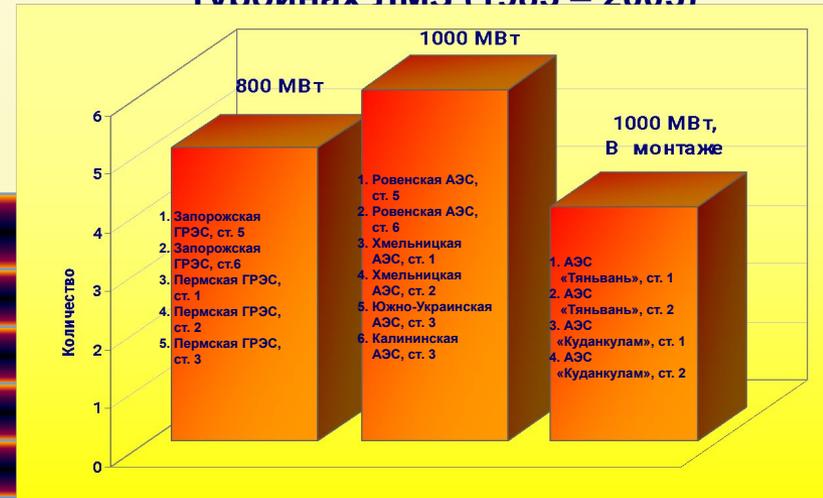
К-1000-60/3000-2	АЭС "Куданкулам" ст. № 1 и 2
К-168-107	ТЭС "Конасима"
К-660-247	ТЭС "Сипат" (3x660 МВт) ст. № 1, 2, 3
К-660-247	ТЭС "Барх" (3x660 МВт) ст. № 1, 2, 3

Системы регулирования на огнестойком масле в паровых турбинах ЛМЗ (1963 – 2005)



С учетом России, СНГ и стран Балтии – более 210 турбин

Системы смазки подшипников на огнестойком масле в паровых турбинах ЛМЗ (1985 – 2005)

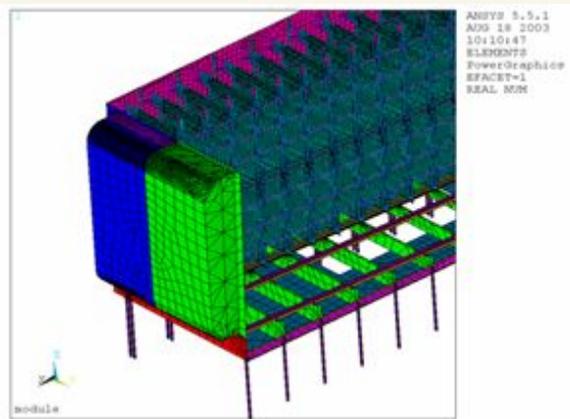


Блочная конструкция конденсатора

Позволяет сократить время монтажа и повысить качество обварки трубок

- Реализованные проекты:
 - К-1000-60/1500 АЭС «Козлодуй» (Болгария) бл.№5 2003год
 - К-1000-60/1500 АЭС «Козлодуй» (Болгария) бл.№6 2004год
- Разрабатываемые проекты:
 - К-1000-60/1500 Южно Украинская АЭС (Украина) бл.3
 - К-1000-60/1500 Волгодонская АЭС бл.2;
 - К-1000-60/1500 Запорожская АЭС (Украина) бл.1-4

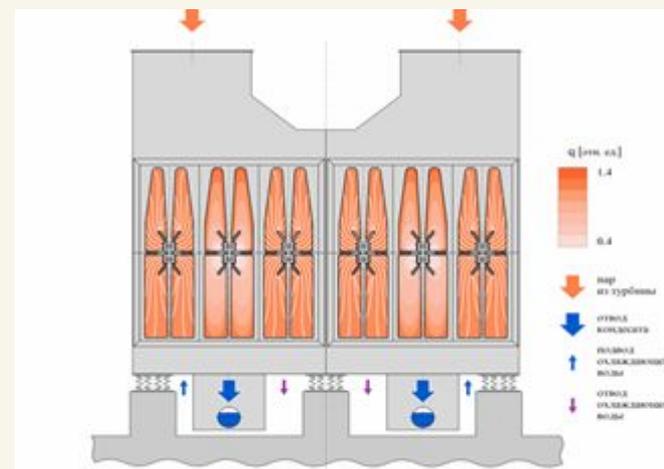
Расчет на прочность элементов конденсатора (ANSYS)



Соединение трубка – трубная доска



Тепловой расчет конденсаторов

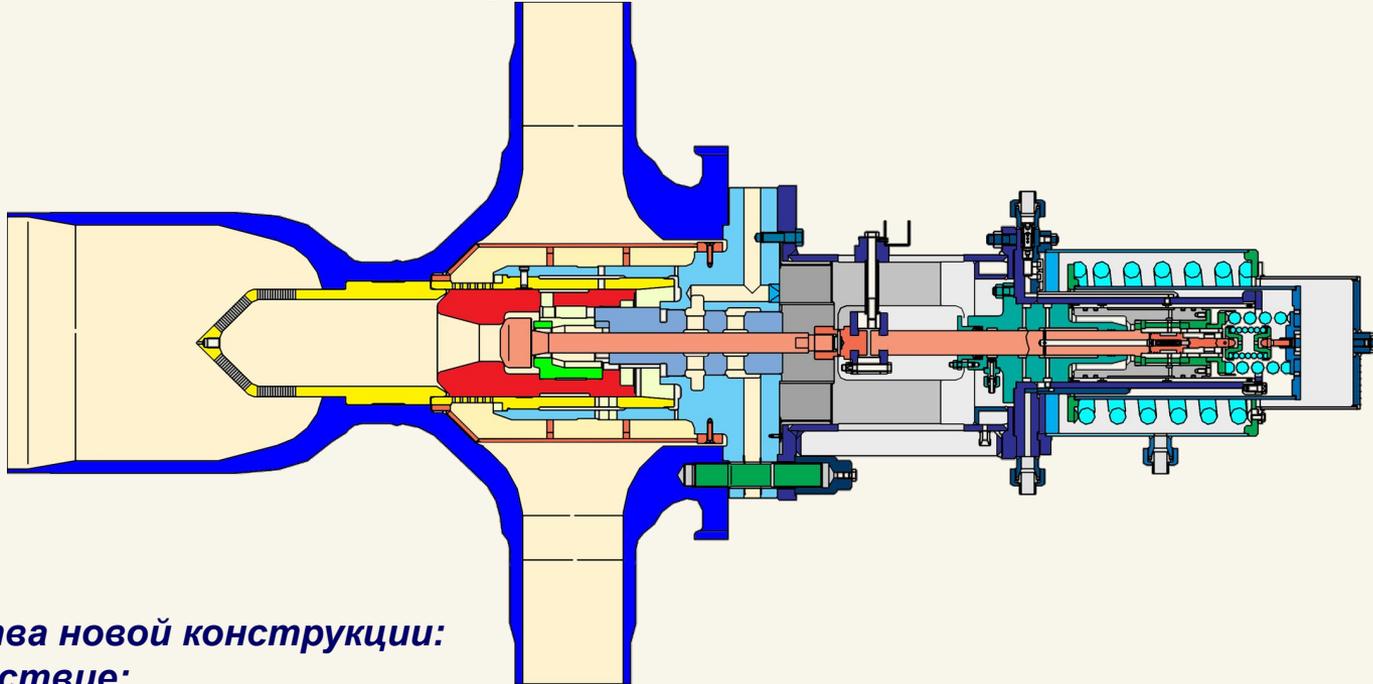


Блок трубной системы конденсатора



Разработка и освоение принципиально новых элементов турбоустановки.

**Новая конструкция клапана БРУ-К
(впервые внедрена на АЭС «Тяньвань»)**



Преимущества новой конструкции:

- **Быстродействие;**
- **Горизонтальное расположение клапана;**
- **Конструктивное исполнение всех деталей из нержавеющей стали**
- **Комплекс мер по снижению вибрации, применяющийся в проектировании современных регулирующих клапанов;**
- **Оригинальные идеи по снижению уровня шума.**

Повышение мощности турбоустановки по проекту АЭС-2006 до уровня 1198,8 МВт



№ п/п	Техническое решение, повышающее мощность турбины	Ожидаемый прирост мощности, МВт	
		min	max
1	<i>Базовая мощность (турбина К-1000-60/3000 для ТАЭС)</i>	1060	1060
2	<i>Базовая мощность с учетом повышения мощности парогенератора с 3000 до 3212 МВт</i>	1134,9	1134,9
Мероприятия по обеспечению мощности 1170 МВт			
1	Повышение параметров свежего пара и температуры питательной воды	27,60	28,00
2	Переход на схему С+2ПП и повышение $t_{пп}$	6,80	7,90
3	Увеличение кол-ва ступеней ЦВД	5,80	5,80
4	Повышение давления в конденсаторе и увеличение потери с выходной скоростью ЦНД	-7,00	-7,00
5	Модернизация диафрагм 2÷5 ступ. ЦНД	10,20	11,30
Доп. Мощность, МВт		43,4	46,0
Мощность блока составит, МВт		1178,3	1180,9
Среднее значение мощности, МВт		1179,6 (было принято 1170)	

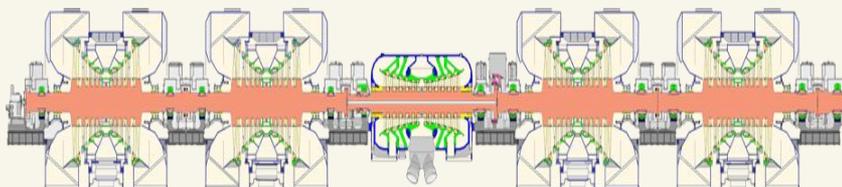
Повышение мощности турбоустановки по проекту АЭС-2006 до уровня 1198,8 МВт



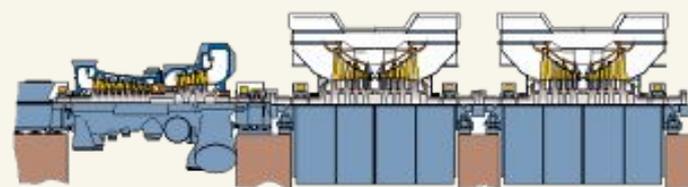
№ п/п	Техническое решение, повышающее мощность турбины	Ожидаемый прирост мощности, МВт		Исполнитель
		min	max	
Мероприятия по обеспечению мощности 1198,8 МВт				
1	Применение технологии 3D проектирования проточной части ЦВД	5,00	6,00	СКБ "Турбина" ВТИ Soft In Way Inc, USA
2	Оптимизация паровпусков ЦВД	0,90	1,20	СКБ "Турбина" МЭИ
3	Оптимизация выхлопного патрубка ЦВД	2,00	2,30	СКБ "Турбина" СПбГПУ
4	Оптимизация разбивки теплоперепадов и перепрофилирование проточной части ЦНД	4,00	6,00	Soft In Way Inc, USA
5	Применение новой конструкции диафрагм последних ступеней с развитой системой влагоудаления (полая лопатка)	2,10	3,30	СКБ "Турбина" ВНИИАМ УАСТ
6	Оптимизация выхлопного патрубка ЦНД	1,00	2,00	Поставщики СКБ "Турбина" СПбГПУ ЦКТИ
7	Разработка новых вариантов надбандажных уплотнений ЦВД и ЦНД	2,00	4,00	АРМС ЦКТИ, ВТИ УАСТ
8	Отработка меридиональных обводов и каналов отборов в ЦВД и ЦНД, применение симметричных отборов в ЦНД	5,00	6,00	договор с МЭИ или СПбГПУ
9	Снижение потерь в блоках клапанов ВД	0,70	1,40	СКБ "Турбина" цех №8 (стор.орг.) ЦКТИ
10	Другое:	3,00	4,70	
-	Снижение величин недогревов в ПНД и ПВД			ЦКТИ
-	Углубление вакуума в конденсаторе			СКБ "Турбина"
-	Уплотнение поршневых колец			СКБ "Турбина"
-	Снижение потерь в КОС и протечек в клапанах БРУ-К			СКБ "Турбина" цех №213 (стор.орг.)
-	Снижение потерь в подшипниках			СКБ "Турбина"

**Сравнение основных
характеристик
турбоустановок на базе
турбин
ОАО «Силловые машины»
и фирмы «Alstom»**

**Турбина К-1200-6,8/50
ОАО «Силловые машины»**



**Турбина «Arabelle»
фирмы «Alstom»**



	ОАО «Силловые машины» - К-1200-6,8/50	«Alstom» - «Arabelle»
Тип и конструкция	Быстроходная (3000 об/мин) ЦВД 2х поточный ЦНД 4 (2х поточных) Суммарная площадь выхлопа 90,4 м ²	Тихоходная (1500 об/мин) ЦВСД 1 поточный ЦНД 2 (2х поточных) Суммарная площадь выхлопа 74,3 м ²
Масса и габариты турбины	Длина турбины 52,5 м Ширина турбины 9,6 м Вес турбины 2200 т	Длина турбины ~ 37,7 м *) Ширина турбины ~ 11,6 м *) Вес турбины ~ 2500 т *)
Габариты машинного зала	Длина 101,2 м Ширина 60,0 - 63,0 м **)	Длина 101,2 м Ширина 60,0 м
Мощность турбины	1198,8 МВт	1198,2 МВт

- Оба предложения находятся примерно на одинаковом техническом уровне, отвечающем или превышающем требования (АЭС-2006).
- Размер машинного зала и капитальные затраты на строительство одинаковы, несмотря на конструктивные различия турбин.
- *) экспертная оценка **) в стадии согласования

Показатель	ОАО «Силловые машины»	«Alstom»
Экономичность		
Мощность на клеммах генератора, МВт	1198,8	1198,2
Разница в мощности, МВт	+0,6	0
КПДбрутто, %	37,46	37,44
Надежность		
Коэффициент готовности турбины	~ 99,976%	~ 99,975%
Среднее количество вынужденных остановов по турбине, час/год	1,79*	1,88
Потери, ГВт*час/год	2,15	2,25

* - Данные по Ровенской АЭС, Хмельницкой АЭС и Южно-Украинской АЭС с 1992 по 2004г.г.

В 2004г. коэффициент готовности по всем трем станциям составил 100%

Вывод:

Показатели экономичности и надежности турбин ОАО «Силловые машины» и фирмы «Alstom» для указанного проекта практически одинаковы, при незначительном преимуществе турбин ОАО «Силловые машины»

Прочность обеспечивается путем назначения коэффициентов запаса:

- по статической прочности (к пределу текучести);
- по длительной прочности (к пределу длительной прочности);
- по числу циклов нагружения (к числу циклов до разрушения);
- по амплитуде переменных напряжений (к пределу усталости);

Нормативные (минимально допустимые) значения коэффициентов запаса прочности регламентируются отраслевыми стандартами и руководящими документами.

Фактические коэффициенты запаса у элементов быстроходных и тихоходных турбин АЭС всегда выше нормативных значений.

- Вывод:**
- Нормативные значения коэффициентов запаса прочности одинаковы как для быстроходных, так и для тихоходных турбин.
 - Частота вращения (1500 об/мин или 3000 об/мин) не имеет принципиального значения для обеспечения прочности.

Сравнительная таблица эксплуатационных характеристик быстроходных и тихоходных турбин для АЭС ОАО «СМ» и «Alstom»



Показатель	СМ	Alstom
Частота вращения, об/мин	3000	1500
Мощность, МВт	1198,8	1198,2
Надежность:		
Применение в системах смазки и регулирования турбины огнестойкой жидкости.	+	--
Цельнокованные РВД и РНД	+	--
Применение генератора с водяным охлаждением	+	--
Использование ЦВД из нержавеющей стали	+	--
Ремонтопригодность:		
Подвод пара в нижнюю половину ЦВД	+	--
Возможность облопачивания ЛПС ЦНД без подъемных механизмов	+	--
Время монтажа одной последней ступени	3 дня	7 дней
Выносные подшипники	+	--
Необходимая грузоподъемность кранов для монтажа генератора, т	2x150	2x200
Основные массогабаритные характеристики:		
Транспортировка РНД в сборе по ж/д без лопаток только последней ступени	+	--
Длина, м	53	~ 37,7*
Ширина, м	9,6	~ 11,6*
Высота подъема крюка мостового крана (от оси турбины), м	10,8	~ 14,5*
Масса турбины, т	2200	~ 2500*

*экспертная оценка

** Не соответствует типовому проекту машинного зала

Вывод: Оборудование ОАО «Силловые машины» имеет преимущества в части эксплуатационных характеристик за счет особенности конструкции быстроходной турбины.

	ОАО «Силловые машины»	«Alstom»
Мощность на клеммах генератора, МВт	1198,8	1198,2
КПД _{брутто} , %	37,46	37,44
Разница в мощности, МВт	+0,6	0
Цена отпускаемой электроэнергии руб./КВт*час (в ценах 2006 г.)	0,59	
Средняя наработка в год исходя из Киум=85%, час	7446	
Прибыль от продажи доп. электроэнергии, тыс. руб./год	2636	0
Массогабаритные характеристики:		
•длина турбины с генератором, м	71,5	~ 55
•ширина турбины, м	9,6	~ 11,6
•масса турбины, т	2200	~ 2500*

* экспертная оценка

Вывод: Ввиду практически одинаковых потребительских характеристик турбоустановок на базе турбин ОАО «Силловые машины» и фирмы «Alstom» основными факторами при составлении предложений являются отличия в затратах на строительство машзала и стоимости всего комплекса оборудования машзала.

- **ОАО «Силловые машины» обладает опытом создания мощных паровых турбин ТЭС и АЭС, располагает проектными решениями, конструкторской и технологической базой для поставки турбин мощностью свыше 1000 МВт для перспективных блоков АЭС с реакторами типа ВВЭР, а также для модернизации действующего оборудования АЭС (паровые турбины, конденсаторы и др.), повышающей его экономичность, надежность и ремонтпригодность.**
- **Мощные быстроходные турбины для АЭС производства ОАО «Силловые машины» не уступают или превосходят по ряду параметров тихоходные турбины компании «Alstom».**
- **Ожидается (по оценкам экспертов), что большинство наиболее значимых высокотехнологичных компонентов турбин будет в течение ряда лет поставляться из Франции, ввиду непреодолимых трудностей в освоении производства СП «Alstom» и ОАО «Атомэнергомаш». В эти годы СП будет сборочным производством, а на российских АЭС будут работать турбины, произведенные за рубежом, что ставит под угрозу независимость российской атомной энергетики.**
- **Поставка оборудования из Франции в течение ряда лет распространится, наряду с турбиной и конденсатором, также на полный комплекс вспомогательного оборудования всего машинного зала, включая генератор, оборудование системы регенерации и СПП.**
- **Стратегия всех государств, имеющих собственных производителей энергооборудования и обладающих значительной долей АЭС в энергетике (в первую очередь, это США, Франция, Япония), предусматривает защиту своей энергетической безопасности и ограничивает использование основного оборудования для АЭС иностранного производства.**
- **Обеспечение защиты энергетической безопасности страны делает актуальной выработку на правительственном уровне мер по поддержке интересов отечественного производителя –**

Заключение

- **ОАО «Силовые машины», имея опыт создания мощных паровых турбин для ТЭС и АЭС, располагает необходимыми проектными решениями, конструкторскими наработками, технологической базой для проектирования и изготовления турбин мощностью 1000...1600 МВт для перспективных блоков АЭС с реакторами типа ВВЭР.**
- **ОАО «Силовые машины» значительно расширили перечень предлагаемых Заказчикам комплектующего оборудования машзала (модульные конденсаторы, системы регулирования, теплообменные аппараты и др.), инженерных услуг (модернизация, наладка, запчасти).**
- **ОАО «Силовые машины» разработали варианты модернизации действующего оборудования АЭС: паровые турбины, конденсаторы и др., повышающие его экономичность, надежность и ремонтпригодность.**
- **ОАО «Силовые машины» предлагает высокоэкономичные и надежные паровые турбины для АЭС с различными типами реакторов мощностью от 150 до 1800 МВт.**