

РЕАКТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ВВЭР СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Беркович Вадим Яковлевич
Главный конструктор – начальник отделения

МНТК -2014, Концерн «Росэнергоатом»
21-23.05.2014

 ОКБ «ГИДРОПРЕСС»



атомэнергомаш
ГРУППА КОМПАНИЙ РОСАТОМА

1. Нет предложения- нет спроса.
2. В мире существуют регионы где средняя мощность однозначно будет востребована.
3. Попытки реализации АЭС средней мощности не увенчались успехом в связи с принятием курса развития в сторону увеличения единичной мощности.
4. Понимание того, что в мире рынок АЭС средней и малой мощности набирает обороты.
5. Westinghouse обратилась к комиссии по ядерному регулированию США с просьбой продлить действие сертификата на проект AP-600.

ВВЭР-440

- Проект разрабатывался в 70-е годы.

В настоящее время 23 энергоблока находится в эксплуатации.

ВВЭР-640

- Проект разрабатывался в 90-е годы

- Проект разрабатывался совместно с Siemens.

- Была получена лицензия на сооружение.

ВВЭР-600

- Проект разрабатывается на базе ВВЭР-1200/ ВВЭР-ТОИ.

- Двухпетлевая реакторная установка.

- Площадка размещения – Кольская АЭС-2

Технико-экономические требования к энергоблокам средней мощности:

Тепловая мощность реакторной установки, не более, МВт	1714
КПД энергоблока при гарантийных испытаниях (брутто), не менее, %	35
Коэффициент технического использования энергоблока, не менее	0,93
Назначенный срок службы АЭС, лет	60
Оборудование энергоблока должно обеспечивать период между перегрузками топлива, месяцев	18 - 24
Численность оперативного персонала (удельная), чел./МВт	0,37
Время обеспечения автономности работы АЭС в случае запроектной аварии, не менее, ч	72
Снижение расчетной стоимости сооружения для серийного энергоблока по сравнению с проектом ВВЭР ТОИ, %	25

**Генеральный заказчик –
ОАО «Концерн Росэнергоатом»**

**Генеральный проектировщик АЭС –
ОАО НИАЭП**

**Главный конструктор РУ –
ОАО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»**

**Научный руководитель –
НИЦ «Курчатовский институт»**

Максимальное заимствование
оборудование из проектов
ВВЭР-1200/ ВВЭР-ТОИ

Готовность промышленности к
изготовлению оборудования

Удержание
расплава
активной зоны
в корпусе
реактора в ходе
тяжелой ЗПА

ВВЭР-600

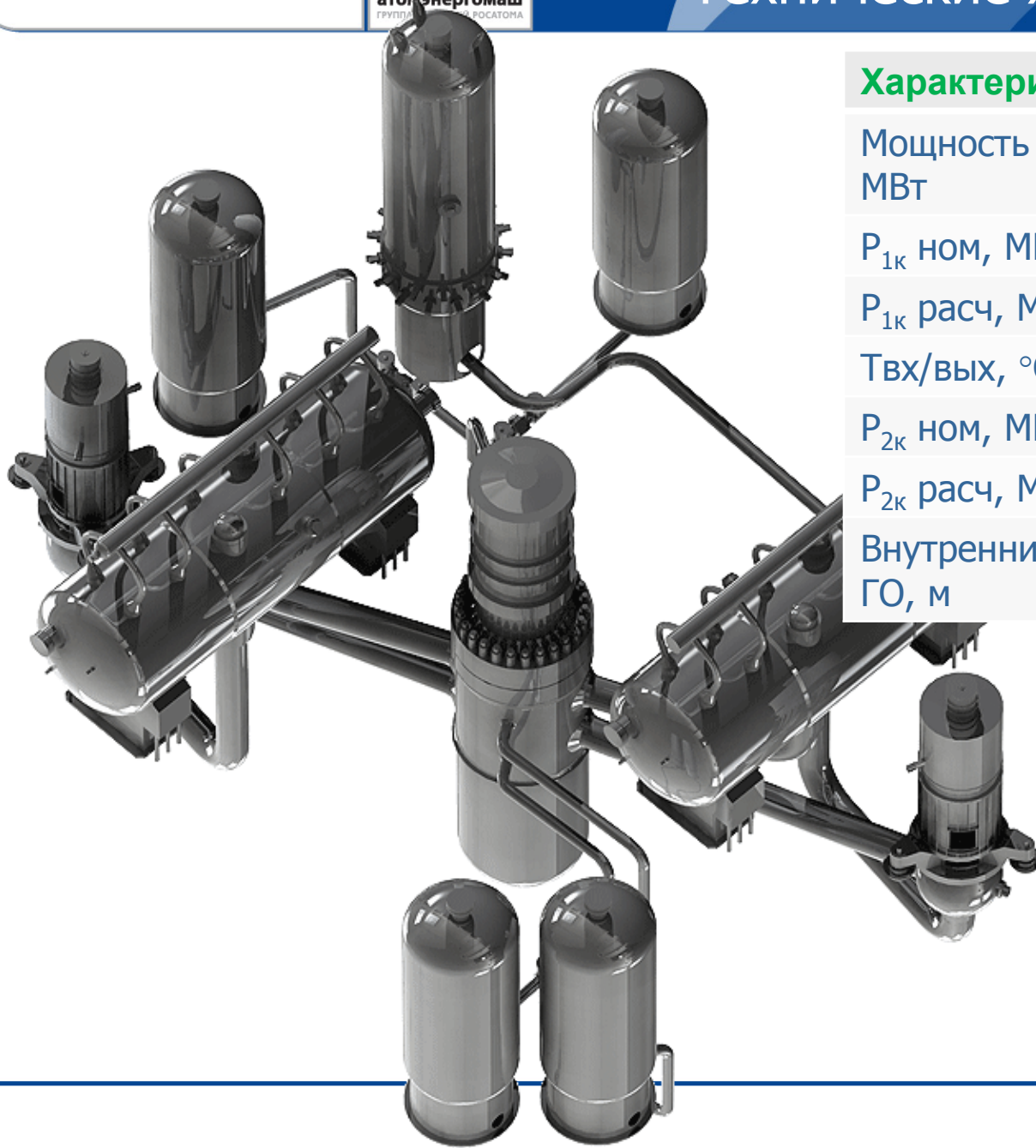
Двухпетлевая РУ

Максимальное
расчетное
землетрясение по
системе MSK-64 –
до 9 баллов;

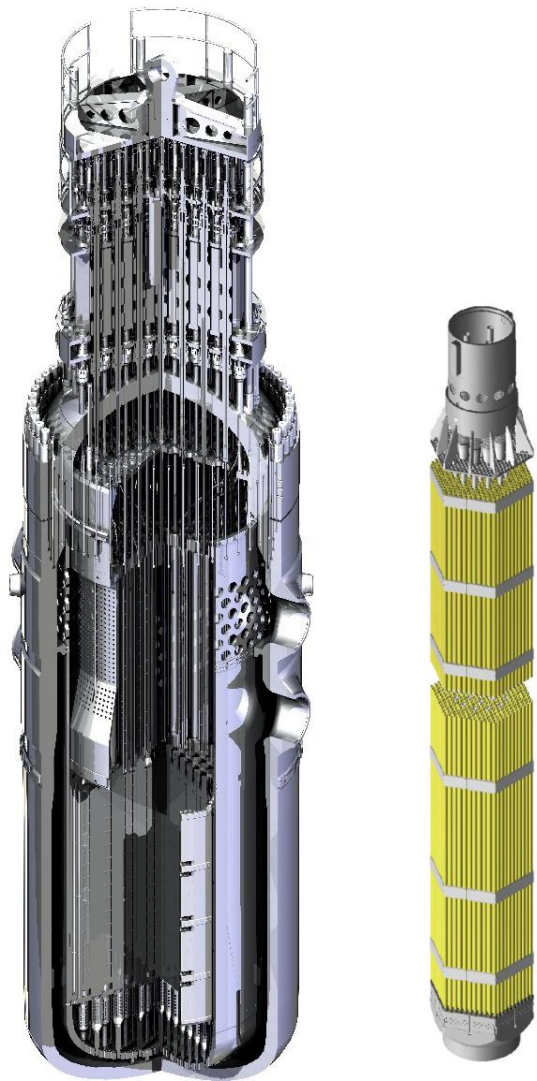
Срок службы
оборудования – 60 лет

Автономность -72 часа

Оптимизация конструкции

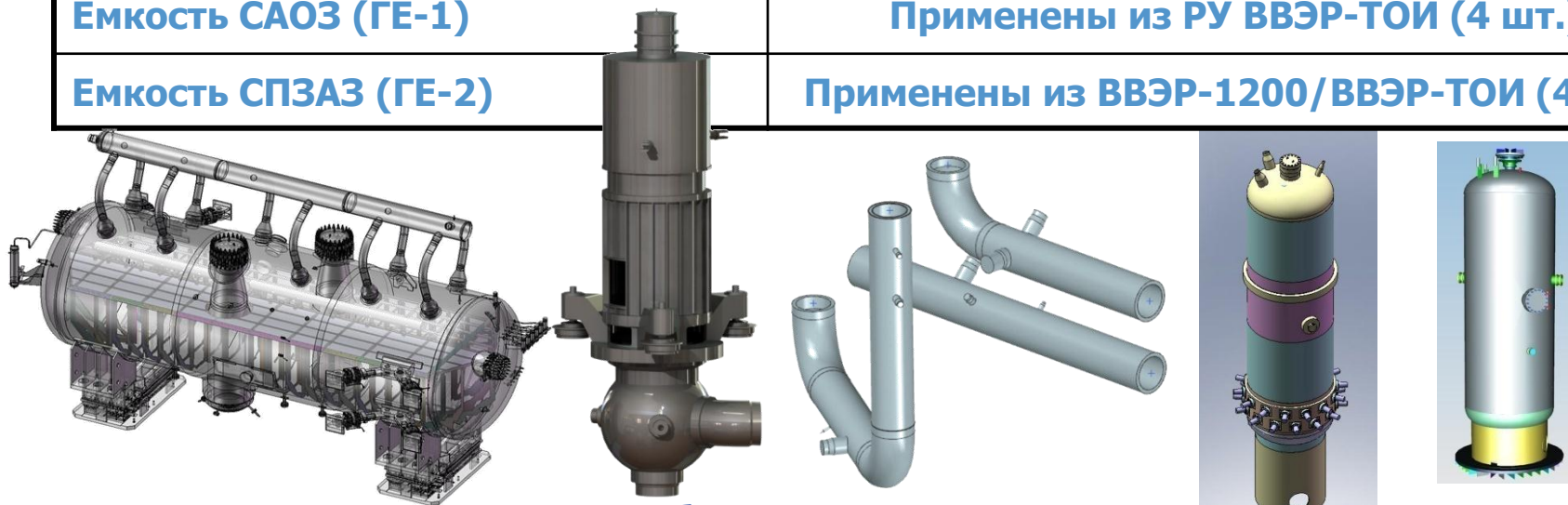


Характеристика	Значение
Мощность реактора, МВт	1600
$P_{1к}$ ном, МПа	16,2
$P_{1к}$ расч, МПа	17,64
Твх/вых, °С	299 / 325
$P_{2к}$ ном, МПа	7,0
$P_{2к}$ расч, МПа	8,1...9,0
Внутренний диаметр ГО, м	36



<p>Единица оборудования РУ</p>	<p>Характеристика</p>
<p>Реактор</p>	<p>Уменьшен диаметр корпуса реактора и ВКУ, конструктивные особенности и решения референтны проекту ВВЭР-ТОИ.</p>
<p>Тепловыделяющая сборка</p>	<p>Прототип ТВС-2М</p>
<p>Количество ТВС</p>	<p>121</p>
<p>Количество приводов СУЗ</p>	<p>66</p>

Единица оборудования РУ	Характеристика
Парогенератор	ПГВ-1000МКП (2 шт.; применены из ВВЭР-1200);
ГЦНА	ГЦНА-1391 (2 шт.) применены из ВВЭР-1200
Главный циркуляционный трубопровод	«Горячие» и «Холодные» нитки - Ду850, как в проектах ВВЭР-1200/ВВЭР-ТОИ
Компенсатор давления, барботер	Применены из РУ ВВЭР-1200/ВВЭР-ТОИ
Емкость САОЗ (ГЕ-1)	Применены из РУ ВВЭР-ТОИ (4 шт.)
Емкость СПЗАЗ (ГЕ-2)	Применены из ВВЭР-1200/ВВЭР-ТОИ (4 шт.)



Изготовление основного оборудования налажено, имеются тесные связи с заводами-изготовителями, есть рабочая документация.



В ходе работ по АЭС в ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200 проектными и конструкторскими организациями отработаны процессы лицензирования ВВЭР.

Монтажными организациями освоены все технологии, необходимые для сооружения энергоблоков с ВВЭР-600.

Концерн Росэнергоатом обладает мощной и современной базой для подготовки персонала АЭС ВВЭР, которая будет в полной мере использована для обучения персонала АЭС ВВЭР-600.

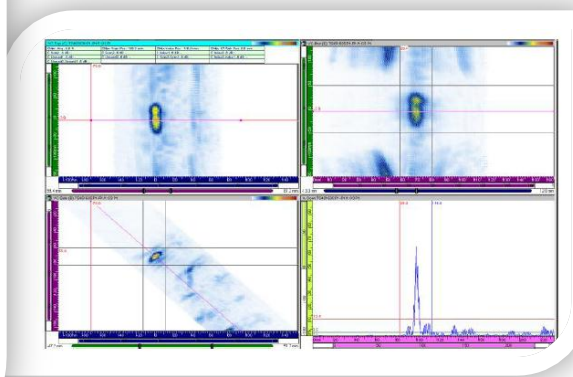
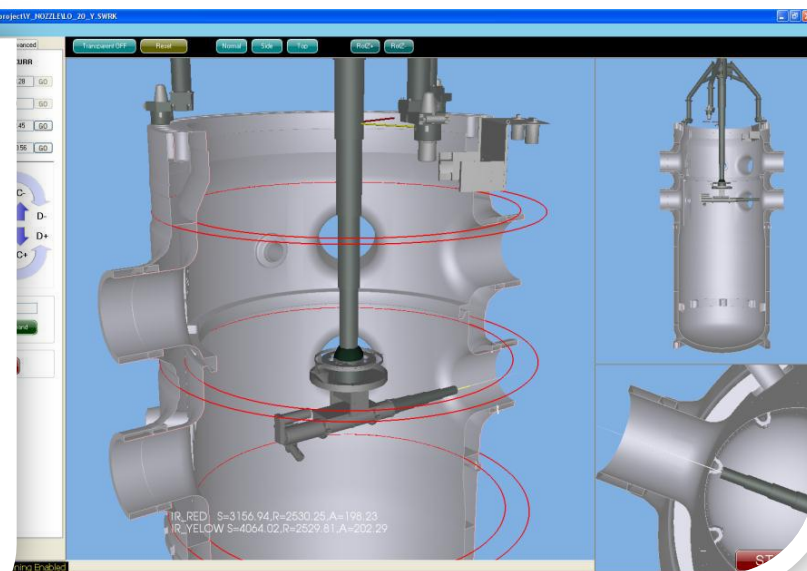
Имеются тренажеры, стенды и макеты по всем основным единицам оборудования для обучения персонала.

Отработан процесс выпуска эксплуатационной и ремонтной документации.



Все оборудование РУ **контролепригодно**, имеются средства и методики контроля, в том числе дистанционного автоматизированного контроля.

Расчетное значение коэффициента технического использования РУ ВВЭР-600 (при использовании активной зоны с восемнадцатимесячной топливной кампанией при ремонтном цикле РУ 7,5 лет) достигает **93,9%**.



Проект разрабатывается с учетом требований Европейских Эксплуатирующих Организаций (EUR D) + требования Системного Оператора Единой Энергетической Системы России (СО ЕЭС).

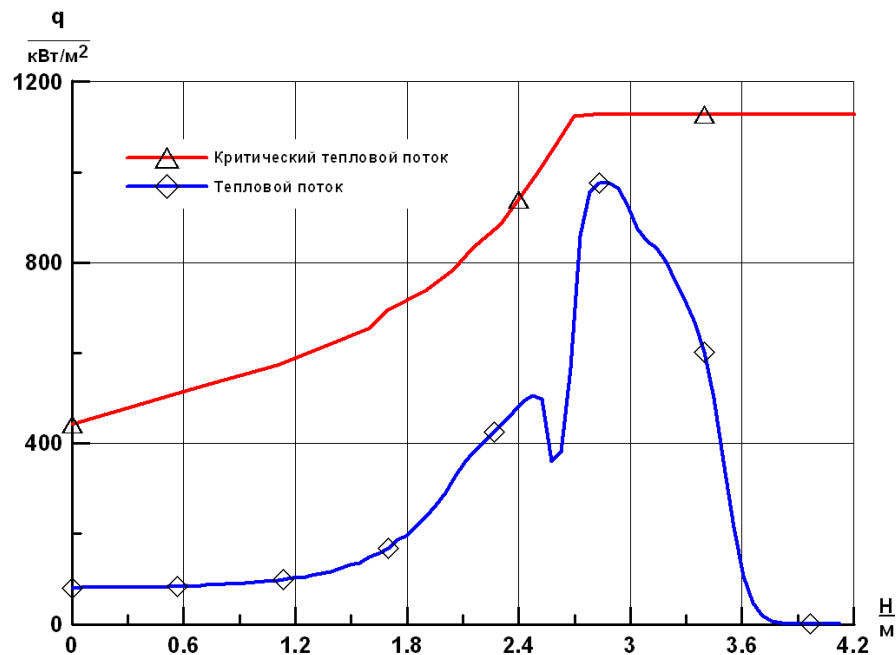
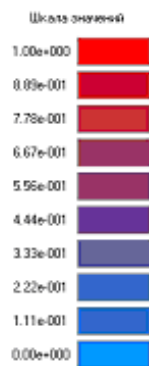
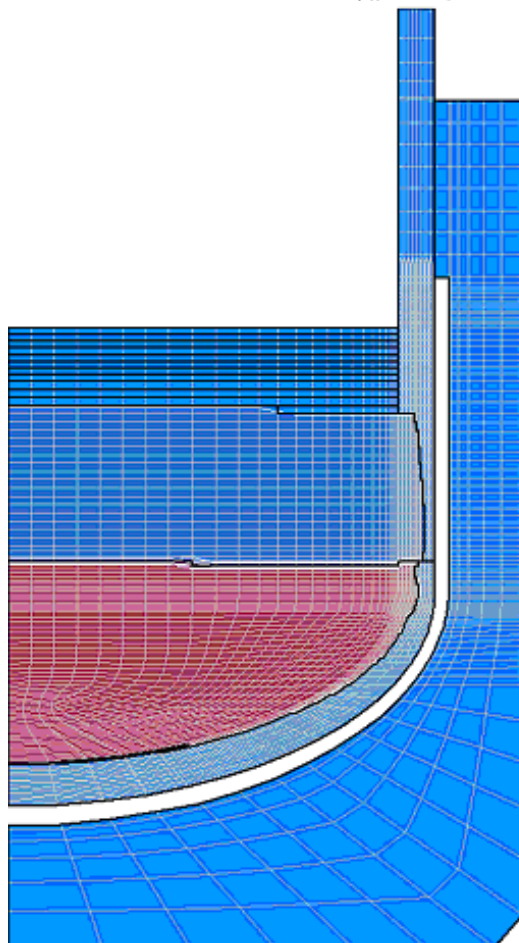
Энергоблок проектируется на возможность нормированного и общего первичного и вторичного регулирования частоты сети, а также суточного регулирования мощности по графику (100-50-100) % от N ном.

Маневренные характеристики будут улучшены за счет расширения допустимого диапазона изменений давления по второму контуру.

Проектные основы СБ

- ✓референтность технических решений;
- ✓построение комплекса систем безопасности с использованием АКТИВНЫХ И ПАССИВНЫХ систем;
- ✓преодоление пассивными системами проектных аварий без превышения проектных критериев безопасности;
- ✓совмещение СБ выполнения функций безопасности и НЭ;
- ✓исключение зависимых от исходного события одновременных отказов каналов пассивных и активных систем;
- ✓исключение сочетаний отказов, приводящих к потере выполнения основных функций безопасности (включая сочетания, ставшие причиной аварии на АЭС «Фукусима»).

Распределение UO₂, T = 87000.27 сек.



Система удержания расплава охлаждением корпуса реактора снаружи позволяет отказаться от применения ловушки расплава.

Основные направления :

- снижение весогабаритных характеристик оборудования и трубопроводов РУ;
- сокращение сроков изготовления и сооружения;
- сокращение длительности ППР и объема ТОиР.

Переход от шести- и четырехпетлевых к двухпетлевой РУ ВВЭР позволяет сократить общую металлоемкость.

Весовые характеристики первого контура.

РУ ВВЭР-600	РУ АЭС-2006	РУ ВВЭР-640	РУ ВВЭР-440
1890 т.	3310 т.	2776 т.	2314 т.

Проведение оптимизационных работ позволяют заявить об уменьшении диаметров и типоразмеров трубопроводов СКД и САОЗ, относительно проектов ВВЭР-1200/ ВВЭР-ТОИ

Использование референтного оборудования позволяет запустить производство оборудования ДЦИ в кратчайшие сроки.

Уменьшение числа единиц основного оборудования РУ, оптимизация основного оборудования РУ, систем безопасности, отказ от ловушки расплава и уменьшение диаметра гермооболочки - приводит к сокращению продолжительности сооружения, по сравнению с ВВЭР-ТОИ.

Продолжительность плановых остановов не превысит:

- 22 суток - для перегрузки топлива, ТО и СР РУ;
- 35 суток - для перегрузки (с полной выгрузкой) топлива, ревизии, ТО и КР РУ.



Выполнено:

- Приняты основные проектно-конструкторские и технологические решения.
- Уточнены необходимые НИОКР.
- Определены направления оптимизации проекта РУ и энергоблока.
- Уточнены технико-экономические показатели АЭС.

Необходимо:

- Разработать комплектный технический проект РУ, (продолжительность разработки ~ 2года).
- Уточнить потребности Заказчика.

