

из дальнего зарубежья [3]. Скорее всего в ближайшее время будут спроектированы установки единичной мощностью 1500 МВт, без участия завода «Турбоатом».

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Муратов О.Э., Тихонов М.Н. "Ядерный ренессанс": новые возможности и проблемы // Экология промышленного производства. 2007, №3, С. 59-67.
2. Цветков А.М., Кросланд Р., Рич Г. Перспективы модернизации паровых турбин на Российских АЭС // Общие вопросы электроэнергетики. 2011, №1, С. 5-12.
3. Посысаев Ю.Ю. Развитие международной кооперации в энергетическом машиностроении России // Российский внешнеэкономический вестник. 2014, №3, С. 38-55.
4. Богомолова Т.В., Мельников О.В. Сравнение последних ступеней тихоходных и быстроходных турбин большой мощности для АЭС // Вестник МЭИ. 2013, №2, С. 5-10.

Научный руководитель: С.В. Лавриненко, ст. преподаватель каф. АТЭС ЭНИН ТПУ.

### **КОРПУС ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ КОЛЬСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ**

Е.А. Парилов  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТЭС, группа 5012

Кольская АЭС имеет двухконтурную схему с водо-водяным реактором корпусного типа ВВЭР-440 тепловой мощностью 1375 МВт, в эксплуатации находятся четыре энергоблока.

Каждый энергоблок состоит из реактора и двух турбогенераторов. На энергоблоках № 1(1973г.) и № 2 (1974г.) установлены реакторы типа ВВЭР-440 (проект В-230), а на энергоблоках № 3(1981г.) и № 4(1984г.) - реакторы типа ВВЭР-440 (проект В-213) [1].

За годы работы Кольской АЭС в ее хранилище накопилось большое количество кубового остатка жидких радиоактивных отходов (ЖРО).

Концепция системы обращения с ЖРО, разработана в середине 60-х гг. - упаривание и хранение кубового остатка, хранение смол и шлама в емкостях ХЖО с суммарным проектным объемом 8576 м<sup>3</sup>.

В процессе строительства АЭС Комплексы переработки ЖРО не были предусмотрены, следовательно, переработка и захоронение предполагалась при снятии АЭС с эксплуатации.

Исчерпание свободных объемов могло привести к невозможности продолжения эксплуатации блоков Кольской АЭС, а накопленные радиоактивные отходы представляли потенциальную опасность облучения людей и загрязнения окружающей среды в случае нарушения плотности ёмкостей.

В таблице 1 приведены сведения для каждого блока КАЭС и АЭС в целом по заполнению баков хранения жидких радиационных отходов на 1997г.

Общая концепция модернизации системы обращения с радиоактивными отходами на Кольской АЭС заключается в том, что радиоактивные отходы должны перерабатываться, храниться и транспортироваться на окончательное захоронение таким образом, чтобы на протяжении всего срока их потенциальной опасности они не оказывали вредного воздействия на человека и окружающую среду, при наибольшем сокращении их объёмов.

В 1997 году на Кольской АЭС приступили к строительству Комплекса переработки ЖРО и в декабре 2006 года начата промышленная эксплуатация первой очереди Комплекса.

Табл. 1. Сведения о заполнении баков хранения жидких радиационных отходов

Блоки АЭС	Вид отходов	Проектный объем емкостей ХЖО, м <sup>3</sup>	Занятый объем, м <sup>3</sup>	Степень заполнения, %
1-2	кубовый остаток	2826	2484	87,9
	шламы	350	307	87,7
	высокоактивные сорбенты	350	290	82,9
	низкоактивные сорбенты	640	182	28,4
всего		4166	3263	78,3
3-4	кубовый остаток	3210	2988	93,1
	шламы	400	312	78,0
	высокоактивные сорбенты	400	279	69,8

Блоки АЭС	Вид отходов	Проектный объем емкостей ХЖО, м <sup>3</sup>	Занятый объем, м <sup>3</sup>	Степень заполнения, %
	низкоактивные сорбенты	400	236	59,0
всего		4410	3815	86,5
Итого по АЭС		8576	7078	82,5

Переработка ЖРО направлена на освобождение емкостей, занятых ЖРО и очистку основной массы отходов от радионуклидов, концентрирование радионуклидов в минимальном объеме и перевод их в твердую фазу, обеспечивающую безопасное хранение в течение 300-500 лет.

Все ранее существовавшие технологии переработки ЖРО, приводили к увеличению объема отходов в 5-10 раз. Технология, примененная на Кольской АЭС, позволяет, наоборот, уменьшить объем ЖРО в 50 раз, что и позволяет в дальнейшем строить по соседству КАЭС -2.

Первый комплекс переработки жидких радиоактивных отходов представляет собой здание пристройку к объектам действующей станции с необходимой инфраструктурой и тремя ключевыми установками: А1 – установка растворения и изъятия солей; А5 – установка очистки от радионуклидов (озонирование, ультрафильтрация и ионо-селективная очистка); А2 - установка концентрирования (глубокое упаривание). Для наглядности на рисунке 1 представлена принципиальная схема переработки ЖРО.



Рис. 1. Принципиальная схема переработки ЖРО на КАЭС

На рисунке 2 представлен график, который показывает динамику накопления ЖРО на Кольской атомной станции.

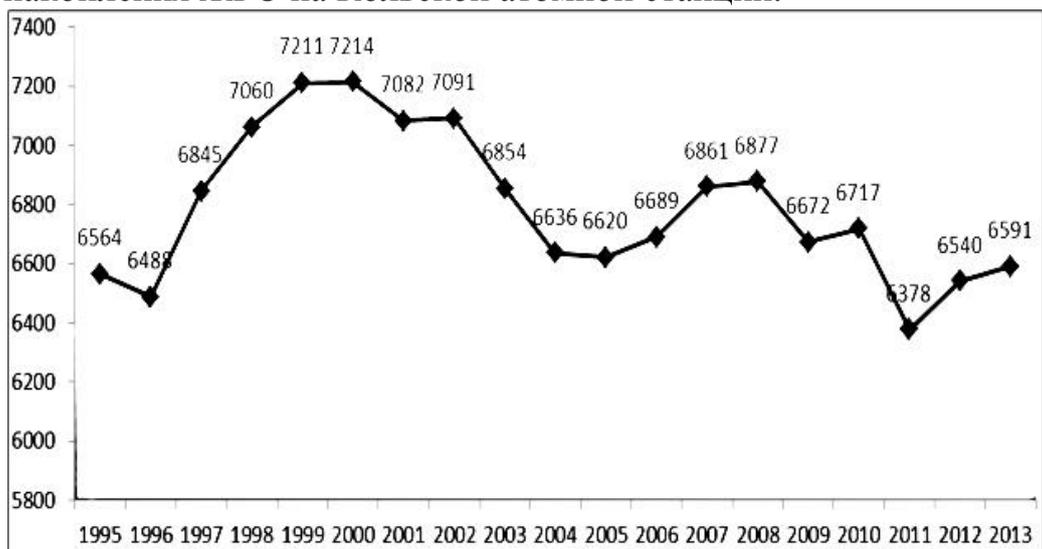


Рис. 2. Динамика накопления ЖРО на Кольской АЭС

Вывод: введение корпуса переработки жидких радиационных отходов на Кольской станции помогло решить одну из самых важных

проблем атомной промышленности – хранение и переработка ядерных отходов. КП ЖРО заметно сократил количество баков с радиоактивными отходами, что позволило продлевать срок службы блоков реактора, не увеличивая хранилище для ЖРО. Если будет планироваться строительство новой станции КАЭС-2, то вложения, которые идут на строительство хранилищ и складов для ЖРО, заметно сократятся.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Учебный материал № 45-12/УТП [Текст]. – УТП Кольская АЭС, 2013. – 67 с.

### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ТЕПЛООБМЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ

В.А. Кель<sup>1</sup>, К.И. Савина<sup>1</sup>, С.В. Лавриненко<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТЭС, <sup>1</sup>группа 5012

С целью проведения прочностных расчетов теплообменного оборудования проведено компьютерное моделирование теплогидравлических процессов и получено распределение температурных полей на примере дегазатора. Исследования выполнены с использованием расчетного блока FLOW SIMULATION пакет Solid Works. Определен характер распределения коэффициента теплоотдачи, плотности теплового потока и температуры по элементам конструкции дегазатора. Установлено, что коэффициенты теплоотдачи на внешней поверхности распределяются неравномерно (изменяются в диапазоне от 2 до 5 Вт/(м<sup>2</sup>К)) и что при этом максимальная температура отдельных элементов не превышает 348 К.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, дегазатор, теплообменное оборудование, теплогидравлические процессы, Solid Works.

Как известно [3], разработка теплообменных аппаратов для передвижных электростанций и модульных блоков, является актуальной задачей современной теплоэнергетики, ЖКХ и многих смежных с ними отраслей промышленности. Проектам энергоэффективного оборудования уделяется особое внимание в регионах с автономной системой электроснабжения. Следует отметить, что в России государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» предложен проект по