

# ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ТЯЖЕЛОВОДНЫХ СИСТЕМ РЕАКТОРА ПИК

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ  
ТЯЖЕЛОВОДНЫХ СИСТЕМ РЕАКТОРА ПИК

Воронина Т.В., Фридман С.Р.

НИЦ «Курчатовский институт —ПИАФ», г. Гатчина, Россия

В Петербургском институте ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» вводится в эксплуатацию высокопоточный исследовательский реактор ПИК, в состав которого входят два тяжеловодных контура: тяжеловодного отражателя и жидкостного регулирования. Оба контура являются системами, важными для безопасности, поэтому вопрос организации их оптимального водно-химического режима актуален. Это связано с тем, что наиболее частой причиной неплановых остановов ядерных установок является коррозионное повреждение оборудования, обусловленное отклонениями в поддержании водно-химического режима. Обязательным условием обеспечения водно-химического режима является достоверный и оперативный химический контроль теплоносителя. Такой контроль может быть организован только в безотборном автоматическом онлайн-режиме с учётом физико-химических особенностей тяжёлой воды (D<sub>2</sub>O).

При нормировании химических показателей тяжеловодных теплоносителей необходимо учитывать физико-химические особенности D<sub>2</sub>O. Масса ее молекулы на 11% превышает массу молекулы лёгкой воды (H<sub>2</sub>O). Это приводит к различиям в их физических, химических и биологических свойствах. Ионное произведение (константа ионизации) свидетельствует, что тяжелая вода слабее ионизирована, чем легкая.

В результате, нейтральный показатель рD для тяжелой воды равен 7,4. Подвижность (предельная молярная проводимость) ионов тяжелой воды D<sup>+</sup> и OD<sup>-</sup> в 1,4 раза ниже, чем подвижность ионов легкой воды H<sup>+</sup> и OH<sup>-</sup>. Следовательно, удельная электропроводность тяжелой воды будет ниже, чем легкой. Растворимость солей в тяжёлой воде ниже, чем в лёгкой.

На фотометрические и титриметрические измерения таких химических показателей воды, как массовая концентрация железа, алюминия и меди, окисляемость и общая жесткость, различия между тяжелой и лёгкой водой не влияют. При кондуктометрических и потенциометрических измерениях электропроводности и показателя рD необходимо учитывать особенности тяжелой воды. Лабораторный контроль D<sub>2</sub>O должен быть организован на специально выделенном для этих целей оборудовании (кондуктометре, рН-метре, хлоридометре и др.), а градуировку приборов контроля необходимо выполнять на тяжелой воде.

Опыт химического контроля теплоносителей реактора ПИК позволяет утверждать, что между контролируемыми химическими показателями существуют корреляции (например, между прозрачностью и концентрацией продуктов коррозии), что также необходимо учитывать при нормировании.

Для автоматизации химического и изотопного контроля D<sub>2</sub>O на реактора ПИК разработана автоматизированная система пробоотбора и анализа тяжёлой воды. В отличие от существующих легководных систем автоматического химического контроля эта система обеспечит возврат тяжелой воды обратно в контур тяжеловодного отражателя. В онлайн-режиме будут контролировать восемь показателей тяжёлой воды: концентрацию дейтерия, объёмную активность трития, удельную электропроводность, показатель рD, концентрацию растворённого кислорода и водорода, мутность и концентрацию хлорид-ионов. В настоящее время система автоматизированного контроля изотопного и химического состава тяжёлой воды смонтирована и вводится в эксплуатацию.

В связи с использованием в тяжеловодном отражателе реактора одновременно алюминиевых сплавов и нержавеющей сталей для контроля коррозионного состояния конструкционных материалов контура созданы методики и организованы лабораторные испытания (в течении 6 500 часов), которые позволили оценить скорость общей коррозии и скорость роста питтингов, имеющихся на поверхности алюминиевых сплавов.

Комплекс мер, разработанный на реакторе ПИК для тяжеловодных теплоносителей (нормы, автоматизированная система химического и изотопного контроля, и коррозионные эксперименты) обеспечивают их безопасную

эксплуатацию.

## **Section**

Energy and materials science (Section 2)

**Primary author:** Mr FRIDMAN, Sergey (Russia, NRC "Kurchatov Institute"- PNPI)

**Presenter:** Mrs VORONINA, Tatyana (Russia, NRC "Kurchatov Institute"- PNPI)

**Track Classification:** The V International Scientific Forum "Nuclear Science and Technologies": Energy and materials science (Section 2)