

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДОРОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕКОМБИНАТОРОВ ВОДОРОДА: НЕРЕШЕННЫЕ ЗАДАЧИ

Е. В. Безгодов

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина», Снежинск, Россия

Последние 30 лет на атомные электростанции (АЭС) с легководным теплоносителем устанавливаются пассивные каталитические рекомбинаторы водорода (ПКРВ). С их помощью в случае тяжелой аварии с осушением активной зоны реактора предполагается удалять водород из атмосферы под гермооболочкой АЭС для исключения риска взрыва водородной паровоздушной смеси. Для определения количества ПКРВ, их оптимального расположения под гермооболочкой и обоснования безопасности требуются данные по рабочим характеристикам устройств в условиях аварии. Такие данные получают экспериментально, при необходимости проводится дополнительное расчетное обоснование характеристик. Динамика распространения газов и удаления водорода вычисляется программными кодами с использованием численных моделей ПКРВ. Отдельная задача – независимая проверка характеристик, заявленных производителем в технических условиях на устройство.

Независимые исследования работы рекомбинаторов, применяемых на отечественных АЭС, были начаты 10–12 лет назад [1, 2]. Существенное отличие ряда характеристик ПКРВ от зарубежных аналогов вызвало ряд вопросов к примененным методам испытаний [3]. В целях устранения замечаний во ВНИИТФ были разработаны экспериментальные методы определения характеристик и проведены комплексные испытания ПКРВ РВК-500 [4]. Эти работы позволили определить характеристики рекомбинатора в широком диапазоне аварийных условий, получить данные для валидации его численной модели [5].

По итогам проведения этих работ следует выделить направления, требующие проведения дополнительных исследований в целях полного устранения неопределенностей в вопросе обоснования водородной безопасности на АЭС. Во-первых, испытания не охватили позднюю стадию аварии, связанную с выходом монооксида углерода. Во-вторых, получена лишь часть данных в условиях обеднения среды по кислороду. Требуются экспериментальные данные по работе полномасштабных и производительных рекомбинаторов, поскольку до сих пор в мире проводились исследования только для усеченных или малых моделей ПКРВ. Также не ясно, смогут ли рекомбинаторы проработать в течение нескольких суток без деградации характеристик. Актуальным становится вопрос выпуска стандарта для унификации требований к ПКРВ, к процедуре независимой проверки и приемки их на АЭС [6].

В докладе представлен обзор современного состояния проблемы, приводится перечень задач, решение которых необходимо для повышения уровня безопасности отечественных АЭС.

Литература

1. **Tarasov, O. V.** Development and Verification of a Model of RVK-500, -1000 Recombiners for Modeling the Containment Shells of NPP with VVER by Computational Hydrodynamics [Text] / O. V. Tarasov, A. E. Kiselev, A. S. Filippov et al. // At. Energy. – 2017. – Vol. 121. – No. 3. – P. 166–172.
2. **Михальчук, А. В.** Анализ и устранение замечаний Ростехнадзора к пассивным каталитическим рекомбинаторам водорода для энергоблоков ВВЭР [Текст] / А. В. Михальчук, С. Л. Соловьев, Б. С. Самойлов и др. // В сб.: 2016 год: Краткие результаты научно-технической деятельности ВНИИАЭС. – М., 2017. – С. 17–26.
3. Решение заседания секции № 3 «Безопасность объектов использования атомной энергии» НТС Ростехнадзора от 28.03.2019 г.
4. **Bezgodov, E. V.** Experimental results for RVK-500 recombiner tested in conditions typical for pressurized water NPP severe accidents [Text] / E. V. Bezgodov, M. V. Nikiforov, S. D. Pasyukov et al. // Nucl. Eng. Des. – 2024. – Vol. 422, No. 113157.
5. **Калякин, С. Г.** Валидация численной модели рекомбинатора водорода РВК-500 [Текст] / С. Г. Калякин, А. В. Кошечев, М. К. Седов и др. // Теплоэнергетика. – 2024. – №. 3. – С. 5–18.

6. **Харитонова, Н. Л.** Разработка подходов к установлению единых нормативных требований к оценке эффективности и пределов безопасного функционирования пассивных каталитических рекомбинаторов [Текст] / Н. Л. Харитонова, И. А. Кириллов, В. А. Симоненко, Е. В. Безгодков // XV Международная конференция «Забабахинские научные чтения»: сб. докл. – Снежинск : Издательство РФЯЦ – ВНИИТФ. – 2021. – С. 173–174.
