

3. Цанев С.В. и др. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 584 с.

Научный руководитель: О.Ю. Ромашова, к.т.н., доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА ВВЭР-1200 В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ ТОЛЕРАНТНОГО ТОПЛИВА

С.В. Конончук

Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ Бутакова, группа 5061

На сегодняшний день атомная энергетика развивается стремительными темпами, ключевыми аспектами которой являются энергоэффективность, экологичность и высокий уровень безопасности производства. Для соответствия все составляющие объекты на АЭС должны непрерывно совершенствоваться. Тем не менее, вероятность тяжёлых аварий на данном этапе развития техники сохраняется.

В настоящий момент каждая страна, которая занимается развитием атомной энергетике, а началось это после событий 2011 года на «Фокусиме-1», интенсивно работает над созданием толерантного топлива.

Сейчас рассматривается несколько направлений создания активной зоны, готовой к последствию тяжёлых аварий. Оболочка твэла и топливо должно быть более устойчивыми к высокотемпературному окислению. Поэтому решить данную проблему можно: доработать уже имеющийся материал оболочки – консервативное решение, или изменив материал оболочки – радикальное решение; а также использовать новые виды топлива, которые позволяют снизить энерговыделение в случае нарушения нормальных условий эксплуатации ядерного реактора, повышая его безопасность и устойчивость к аварийным ситуациям.

Консервативное решение основано на том, чтобы сохранить цирконий двумя путями: разработка защитных покрытий из металла или сплавов; изменения структурно-фазового состояния его поверхности для повышения коррозионной стойкости.

Радикальное решение основано на замещении циркония материалами, более толерантными к аварийным условиям, то есть теми, у которых реакция с паром идет с меньшим энерговыделением и нарабатывается меньше водорода. Это могут быть сплавы на основе железа, керамики, хрома, молибдена и пр.

В работе был взят проверенный хромоникелевый сплав 42ХНМ (ЭП630У). Данный тип решения был выбран не случайно, так как по данному сплаву уже имеется положительный опыт эксплуатации, он используется на атомных ледоколах, а также используется в ряде ТВС реакторов ВВЭР в качестве оболочки ПЭЛов, и его нейтронно-физические характеристики удовлетворяют условиям работы в активной зоне.

Далее для подтверждения выбора производится нейтронно-физический расчет реактора, прототипом которого берется реактор ВВЭР-1200. Затем выполняется уточненный теплогидравлический расчет для получения коэффициента запаса до кризиса теплообмена ($k_{зап}$).

После получения результатов сравниваются $k_{зап}$ для исходной активной зоны ВВЭР-1200 и модернизированной.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Карпюк Л.А., Новиков В.В., Кулаков Г.В. Сплав 42ХНМ и карбид кремния как материал оболочек твэлов, устойчивых к авариям // Атомная энергия. – 2021. – N 130. – С. 211-215.
2. Кулаков Г.В., Ватулин А.В., Ершов С.А. Перспективы использования сплава 42ХНМ в реакторах разного типа // Атомная энергия. – 2021. – N 130. – С. 24-27.
3. Карпюк Л.А., Лысиков А.В., Маслов А.А. Перспективное металлическое уран-молибденовое топливо, устойчивое к авариям // Атомная энергия. – 2021. – N 130. – С. 148-152.
4. Карпюк Л.А., Савченко А.М., Кулаков Г.В. Перспективы применения стальных оболочек для твэлов реакторов типа ВВЭР в рамках концепции топливо, устойчивого к аварийным ситуациям // Атомная энергия. – 2020. – N 128. – С. 203-208.
5. Кулаков Г.В., Коновалов Ю.В., Ватулин А.В. Исследование поведения облученных дисперсионных твэлов с оболочкой из сплава 42ХНМ при повышенной температуре // Атомная энергия. – 2021. – N 130. – С. 208-211.
6. Raul B. Rebak. Accident-Tolerant Materials for Light Water Reactor Fuels. – General Electric Research, Schenectady, NY, United States, 2020. – 231 p.
7. J. Hales, W. Li, R. Williamson, G. Rossiter, P. Van Uffelen. A review of fuel performance modelling. – The INL is a U.S. Department of Energy National Laboratory operated by Battelle Energy Alliance, 2019. – 42 p.
8. Mohsen Khatib-Rahbar, Alfred Krall, Zhe Yuan, and Michael Zavisca. Review of accident tolerant fuel concepts with implications to severe accident progression and radiological releases. – Work Performed under the Auspices of the United States Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Regulatory Research Washington, D.C. 20555. Rockville, Maryland, 2020. – 104 p.

Научный руководитель: А.В. Кузьмин, к.т.н., доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ.