

претерпевает дальнейший последовательный перегрев (в трех пароперегревателях) на 200 °С, что приводит к полному осушению.

В работе представлены схема и методика проведения экспериментов по исследованию характеристик предлагаемых тонкостенных трубок в условиях интенсивного парообразования и перегрева пара, ожидаемых при работе теплообменников газоохлаждаемого реактора с водным замедлителем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котов В.М., Зеленский Д.И. Газоохлаждаемый реактор с высоким коэффициентом полезного действия. Межотраслевая межрегиональная научно-техническая конференция "Перспектива развития атомных станций малой мощности в регионах, не имеющих централизованного электроснабжения". Москва, 11-12 ноября 2010 г.
2. Котов В.М., Витюк Г.А., Иркимбеков Р.А., Мухаметжарова Р.А. Сопряжение тяжеловодного газоохлаждаемого реактора с циклом Ренкина. // Алматы. International Conference "Nuclear and Radiation Physics", 20-23 September 2011.
3. Котов В. М. Возможности газоохлаждаемых реакторов с водным замедлителем / Котов В.М., Витюк Г.А., Сураев А.С // Вестник НЯЦ РК – 2012. – Вып. 4. – С. 20–27.
4. Котов В. М. Возможности газоохлаждаемых реакторов с водным замедлителем / Котов В.М., Витюк Г.А., Сураев А.С // Атомная энергия. – 2014.– Т.116. – Вып. 1.– С. 6-10.
5. IAEA's web-accessible database ARIS /Advanced Reactors Information System/ <https://aris.iaea.org/sites/GCR.html>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ТОРИЯ В СЕРИЙНЫХ РЕАКТОРАХ ВВЭР-1000

Н.М. Федоров¹, М.Н. Аникин², И. И. Лебедев²

¹Нововоронежская атомная электростанция,

Россия, Воронежская область, г. Нововоронеж, промышленная зона Южная, 1, 396071

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: fronik666@gmail.com

Разведанные запасы тория в земной коре в несколько раз превышают запасы урана, что, потенциально, существенно увеличивает сырьевую базу ядерной энергетики в случае использования замкнутого ядерного топливного цикла.

Торий-232 является лучшим «сырьевым» изотопом по сравнению с ураном-238 для реакторов с тепловым спектром нейтронов. Кроме этого ториевый цикл предпочтителен при утилизации оружейного плутония поскольку не приводит к его воспроизводству как в случае использования U-Pu топливного цикла. Изотоп, к которому в ториевом цикле привлекается особенное внимание – это ²³²U. Период полураспада ²³²U составляет 69 лет. Среди его дочерних продуктов есть, например, ²⁰⁸Tl - изотоп с очень коротким временем жизни, испускающий жёсткие гамма-частицы (2,6 МэВ).

В ториевых реакторах будет обязательно наблюдаться протактиниевый эффект, аналогичный по механизму образования нептуниевого эффекту в быстрых реакторах с урановым или уран-плутониевым топливом, но более неприятный с точки зрения управления. В проектах ториевых реакторов должен учитываться подъём реактивности при длительных остановах вследствие распада ²³³Ra в делящийся изотоп ²³³U.

Расчетная модель представляет собой бесконечную по высоте элементарную ячейку водо-водяного реактора, состоящую из твэла и окружающего его водяного теплоносителя. Реальная шестигранная ячейка при расчете заменяется на эквивалентную цилиндрическую, площадь поперечного сечения которой равна площади реальной ячейки.

Полученные расчетные данные позволяют сделать вывод о том, что использование топливной композиции на основе урана и тория позволяет продлить время работы реактора между перегрузками топлива на 8,7%.

Но несмотря на то, что длина кампании при использовании топливных композиций с плутонием уменьшается, такие варианты топлива остаются перспективными в рамках программ по переработке имеющихся запасов плутония и ядерного нераспространения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д. Е. Золотых, И. И. Лебедев, А. Г. Наймушин Изучение возможности использования тория в зоне воспроизводства проекта реактора БН-1200 [Электронный ресурс] / // VI Школа-конференция молодых атомщиков Сибири : сборник тезисов докладов, 14-16 октября 2015 г., г. Томск
2. И. В. Шаманин. и др. Баланс актиноидов в торий-плутониевом ядерном топливном цикле на базе серийного легководного реактора //Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. 2005. Т. 308, № 1. – 2005. – Т. 308. – №. 1. – С. 84-89.с

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДИСПЕРСИОННОГО ТОПЛИВА ОТ ДОЛИ МАТРИЧНОГО МАТЕРИАЛА В ТОПЛИВЕ

А.В. Чуйкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: flipped2010@mail.ru

При использовании керамического топлива в твэле реактора возникают опасные термические напряжения, которые могут привести к опасным повреждениям. Это связано с низкой теплопроводностью диоксида урана, которая уменьшается под воздействием высокой температуры.

Решением этой проблемы может стать использование дисперсионного топлива. Дисперсионное топливо – это такой вид топлива, в котором частицы делящегося материала распределены по объему неделящегося материала (матрицы) [1]. Преимуществом дисперсионного топлива является высокая радиационная стойкость вследствие способности удерживать продукты деления в самом топливе [2].

Для расчета коэффициента теплопроводности при разных соотношениях топливо матрица была создана тепловая модель твэла реактора ВВЭР-1000. В качестве топлива было выбрано перспективное топливо с диоксидом урана и алюминидом никеля в качестве матрицы.

Зависимость отношения матрица-топливо и коэффициента размножения представлена в таблице 1. Так же там представлены полученные значения коэффициента теплопроводности и температура в центре таблетки для расчета градиента температур. Температура на краю таблетки равна 470 °С.

Таблица 1. Зависимость коэффициента теплопроводности от соотношения матрица-топливо

| Доля топлива | Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² ·°С) | Температура в центре таблетки, °С | Градиент температур, °С/мм |
|--------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
| 0,5 | 40 | 533,82 | 15,95 |
| 0,6 | 33 | 546,11 | 19,03 |
| 0,7 | 26 | 566,36 | 24,09 |
| 0,8 | 19 | 602,08 | 33,02 |
| 0,9 | 11 | 689,03 | 54,76 |

В работе [3] было рассчитано, что градиент температур для керамического топлива равен 287,94 °С/мм.

При использовании спроектированного дисперсионного топлива уменьшается почти в 18 раз при доле топлива