

персонала; приверженность, требующую демонстрации высокого приоритета безопасности на уровне старших руководителей и признания общих целей безопасности отдельными лицами; мотивацию посредством методов руководства, постановки целей и создания системы поощрений и наказаний и посредством формирования внутренней позиции отдельных лиц; надзор, включающий практику ревизий и экспертиз, и готовность реагировать на критическую позицию отдельных лиц; ответственность через формальное установление и описание должностных обязанностей и понимание их отдельными лицами [3].

Реализация культуры безопасности влечет за собой обеспечение стабильных условий труда и устойчивое состояние социально-психологической среды на рабочих местах. Принципы приоритета безопасности должны восприниматься каждым работником как личные моральные нормы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Итоговый доклад о совещании по рассмотрению причин и последствий аварии в Чернобыле. Международное агентство по атомной энергии, Вена, 1986.
2. Андросов, М.В. Экологическая безопасность в области использования атомной энергии // Труды Института государства и права Российской академии наук, г. Москва, 2010 г. № 1.
3. Основные принципы безопасности атомных электростанций 75-INSAG-3 Rev.1 INSAG-12 / Доклад Международной консультативной группы по атомной энергии, Вена, 2015.

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИАМЕТРА ТОПЛИВА НА ДЛИНУ ТОПЛИВНОЙ КАМПАНИИ РЕАКТОРА РИТМ-200

С. Алхассан, С. В. Белявский, В.Н. Нестеров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [alhassan@tpu.ru](mailto:alhassan@tpu.ru)

Внедрение инновационных разработок по разведению топлива в ядерных реакторах малой мощности, особенно в рамках замкнутого топливного цикла, является относительно новым. Более крупные заводы препятствовали успеху в этом отношении. Легководные реакторы (ВВЭР) и высокотемпературные реакторы с газовым охлаждением (HTGR) продемонстрировали возможность замены урановой загрузки ториевым топливом. Эти реакторы показали повышенную топливную экономичность с улучшенной транспортабельностью, сокращением сроков сборки и запуска на месте. Эти типы реакторов стали ключевыми в развитии региональной энергетики в России отчасти из-за их коммерческой конкурентоспособности. Целью данной статьи является оценка влияния состава топлива маломощного ядерного реактора РИТМ-200 на срок службы топлива. Расчеты выгорания топлива проводились для трех различных вариантов состава топлива, а именно:  $(^{238}\text{U} + ^{235}\text{U})\text{O}_2$ ,  $(^{232}\text{Th} + ^{235}\text{U})\text{O}_2$  и  $(^{232}\text{Th} + ^{233}\text{U})\text{O}_2$ . Результаты были сопоставлены, чтобы определить наиболее эффективную топливную композицию. Основываясь на результатах, диаметр топлива также сравнивался со сроком службы топлива, чтобы понять в числовом выражении его влияние на расход топлива.

Типичный реактор работает на топливной композиции  $(^{238}\text{U} + ^{235}\text{U})\text{O}_2$ . На рисунке 2.0 показан срок службы топлива при различных диаметрах топливных стержней, включая расчетный диаметр. Из результата видно, что выгорание при расчетном значении 6,9 мм является более равномерным. Однако при 8,1 мм регистрируется гораздо более эффективное сгорание с самым длительным полным сроком службы в 1100 дней. При диаметре 4,5 мм регистрируется последняя продолжительность 350 эффективных дней.

Был определен срок службы топлива всех четырех топливных композиций. Это позволило сравнить продолжительность топливной кампании реактора РИТМ-200 со всеми четырехтопливными вариантами. Кроме

того, мы определили из расчетов, что увеличение диаметра топлива топлива увеличит продолжительность срока службы топлива, за исключением ( $^{238}\text{U} + ^{239}\text{Pu}$ )O<sub>2</sub>.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаманин И.В., Беденко С.В., Чертков Ю.Б., Губайдулин И.М. “Газоохлаждаемый ториевый реактор с топливным блоком унифицированной конструкции”, Ядерная энергетика и технологии 1 (2015) 184-190.
2. Жуков А.В., Кузина Ю. А., Белозеров В.И. // Изв. вузов. Яд. Энергия. (3) (2011) 100-112 (на русском языке).
3. Шаманин И.В., Последствия Вызванные Отличиями Структуры Резонансной Области поглощения Ядер 238U и 232-й. [Последствия, вызванные различиями в структуре области резонансного поглощения для ядер 238U и 232-го] Альтернативная энергетика и экология, 2006, № 11(43), с. 47-53.

### О МЕТОДЕ КОНТРОЛЯ ОБЩЕГО АЛЬФА-ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТВЭЛА

Д.М. Хорохорин, В.А. Хан, И.И. Литвинов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

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

E-mail: [dmhl@tpu.ru](mailto:dmhl@tpu.ru)

При фабрикации уран-плутониевого топлива, на поверхности твэла могут находиться частицы и пылинки ядерного топлива. Используемые в производстве топлива уран и высокоактивный плутоний излучают преимущественно альфа-частицы. Таким образом, нахождение на поверхности трубки небольшого количества частиц уран-плутониевого топлива формирует значительное альфа-загрязнение. Пробег альфа-частицы в воздухе, излученной изотопом  $^{239}\text{Pu}$ , не превышает 3 см. Поэтому создание стационарной автоматизированной установки контроля поверхностного альфа-загрязнения твэла, при обеспечении высокой точности измерения и производительности, затруднено.

Известно, что пробег заряженных частиц в газах зависит от концентрации и атомной массы молекул. Для обоснования возможности создания стационарной автоматизированной установки контроля альфа-загрязнения поверхности твэла при обеспечении перспективных требований к новым и существующим проектам уран-плутониевого топлива, выполнена установка, в которой возможно контролировать состав газовой среды (рис. 1). В камере объемом 5,9 литра расположены две пары сцинтилляционных детекторов (ZnS). Такое расположение детекторов обеспечивает контроль загрязнения поверхности по всему диаметру трубки без остановки перемещения твэла вдоль его оси. В объем счетной камеры подается гелий. Перемещение твэла во время контроля проводится по транспортным роликам с заданной скоростью через технологические отверстия в камере. Над отверстиями диаметром 2 см на входе и выходе из измерительной камеры установлены шиберные затворы, срабатывающие по сигналу оптических датчиков при входе и выходе твэла из камеры. Это позволяет поддерживать стабильную концентрацию He в счетном объеме, при минимальном расходе He.

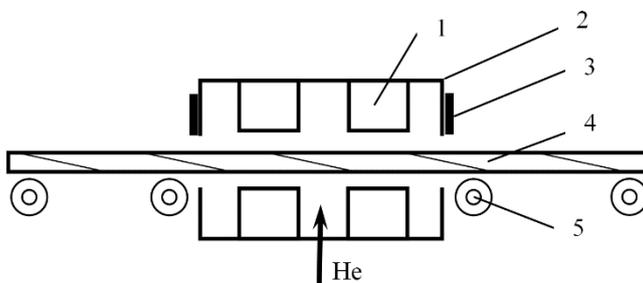


Рис. 1. Схема измерительной камеры проходного типа: 1 – детектор, 2 – корпус камеры, 3 – шиберный затвор, 4 – имитатор твэла, 5 ролик транспортной системы

В докладе обсуждаются экспериментальные результаты, полученные при регистрации поверхностного альфа-загрязнения в воздушно-гелиевой газовой среде. Контроль альфа-загрязнения поверхности проводили с