

всеобъемлющую безопасность объектов АЭ [2]. Для обеспечения безопасности при хранении пеналов требуется эффективный контроль качества сварных соединений данных конструкций. В данный момент активно развиваются методы ультразвукового контроля (УЗК). Современные технологии УЗК позволяют проводить эффективную оценку качества. Но так как, УЗК является относительным методом, требуется создавать калибровочные образцы с эквивалентными отражателями. Для этого необходимо предварительно изучить объект и составить классификацию возможных дефектов.

В рамках данной работы была разработана база данных (БД) сварных соединений, отражающая данную классификацию. В ней приведены название и вид дефекта, его описание и данные о допустимых размерах, схематические и реальные изображения. Используя полученную базу данных, оператор сможет определить является ли обнаруженный дефект допустимым или нет.

Проделанная работа позволит УЗК сравняться с рентгенографическим методом по точности и позволит дать количественную оценку.

*Выполнено при финансовой поддержке Государственного задания «Наука» в рамках научного проекта № 1524, тема 0.1325.2014*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2500045 Рос. Федерация: МПК G21F. Герметичный пенал хранения ампул с пучками отработавших тепловыделяющих элементов / Гаврилов П. М.; Кравченко В. А.; Гамза Ю. В.; Бараков Б. Н.; Ильиных Ю. С.; патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "ГОРНО-ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ". – № 2012123112/07, заявл.: 04.06.2012; опубл.: 27.11.2013, Бюл. № 33 . – 11 С;
2. N170-ФЗ. «Об использовании атомной энергии»: Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. – М.: Собрание законодательства Российской Федерации, 1995. – N 48 – ст. 4552.

#### ПАРАМЕТРЫ ДЕЛЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ КАК БАРЬЕР БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

О.А. Украинец, А.А. Иванова, С.В. Беденко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: lesyaukrainets@gmail.com

Долгоживущие актиниды и продукты деления из ОЯТ являются наиболее опасными из материалов атомной энергетики и промышленности. Тяжелые элементы, включая уран и трансурановые элементы, расположенные в периодической системе выше урана (актиний, торий, протактиний и др.), объединяют в одну группу под общим названием актиноиды или актиниды [1].

В данной работе рассматриваются актуальность проблемы и выработка возможных решений повышения безопасности с применением специальной группы радиоактивных материалов – минорных актиноидов. К минорным актиноидам относятся долгоживущие и относительно долгоживущие изотопы нептуния (Np-237), америция (Am-241, Am-243) и кюрия (Cm-242, Cm-244, Cm-245), нарабатываемые в ядерных реакторах. Именно эти актиниды определяют радиоактивность и тепловыделение ОЯТ на тысячелетия. Многие актиниды способны к спонтанному делению. Примерно 80 % всех актиноидов являются  $\alpha$ -излучателями, средняя энергия которых составляет (4–9) МэВ. Альфа-частицы таких энергий способны инициировать реакцию ( $\alpha, n$ ) на легких ядрах и внести определенный вклад в нейтронную составляющую активности как свежего, так и облученного топлива [2, 3].

Нейтроны спонтанного деления и ( $\alpha, n$ )-нейтроны накладывают существенные ограничения на технологию обращения с ядерными материалами в производстве [3].

Таким образом, повышение нейтронного фона свежего топлива и использование радиотоксичности актиноидов в ОЯТ – это дополнительный барьер безопасности, который может использоваться в качестве метода внутренней защиты ядерного материала.

В рамках данной работы проведена систематизация радиационных характеристик минорных актиноидов, способных внести изменения в нейтронный фон свежего и облученного топлива.

Альфа-излучение и наличие легких примесей в свежем топливе, позволит вывести этот материал из области возможного применения в оружейных целях. Чрезвычайная радиотоксичность большинства актиноидов в ОЯТ дает возможность использования их в решении проблемы безопасности, связанной с распространением ядерных и радиоактивных материалов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов А.С., Киселев Г.В. Проблемы радиационной безопасности в атомной энергетике России // Успехи физических наук. – 2003. – Т.173. – № 7. – С. 739–745.
2. Андрияшин И.А. Вопросы наработки минорных актиноидов в реакторах и нераспространение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.partnershipforglobalsecurity-archive.org>.
3. Беденко С.В., Гнетков Ф.В., Кадочников С.Д. Дозовые характеристики полей нейтронов облученного керамического ядерного топлива различных типов // Известия вузов. – 2010. – № 1 – С. 6–12.

#### СОЗДАНИЕ УЧЕБНОЙ СРЕДЫ ПО ТЕМЕ РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ЯДЕРНОГО ОБЪЕКТА И СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

А.В. Шаравин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [AlexandrSharavin@gmail.com](mailto:AlexandrSharavin@gmail.com)

В связи с ростом активности террористических группировок в мире возникает повышенная угроза мировой безопасности. Одним из самых страшных сценариев на сегодняшний день является применение террористами ядерного взрывного устройства (ЯВУ). Диверсия на ядерном объекте (ЯО) так же может повлечь катастрофические последствия международного и даже глобального масштаба [1]. В связи с этим, возникает необходимость в создании систематического подхода к разработке новых систем физической защиты, а также подготовке высококвалифицированных специалистов, способных ориентироваться в ситуации и выполнить поставленные задачи.

Для организации такой универсальной системы необходимо учитывать особенности предприятия и специфику расположения его объектов, иметь представление о составных частях СФЗ, их взаимодействии в пространстве и времени, наличие территориально обособленных объектов, выбирать средства физической защиты на основе анализа и оценки потенциальных угроз объектам, обеспечивать устойчивое функционирование элементов системы, а также учесть все факторы, которые могут повлиять на функционирование СФЗ и самого объекта [2].

Поскольку эффективная разработка и создание такой универсальной системы невозможны в реальных условиях без предварительной практической и теоретической подготовки [3], возникает необходимость в создании учебной программной среды и наглядного образовательного макета, демонстрирующего систему безопасности ЯО.

Учебная программная среда включает в себя выдержки из национальных и международных документов, регламентирующих физическую защиту ЯО, возможность ознакомиться с существующими