

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ИЗОТОПОВ С ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИЕЙ БЕТА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Литовченко В.Ю.<sup>1\*</sup>, Васютин Н.А.<sup>1</sup>, Козлов А.В.<sup>2</sup>,  
Селезнёв Е.Н.<sup>2</sup>, Ташлыков О.Л.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Уральский Федеральный университет имени первого Президента России  
Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> АО «Институт реакторных материалов», г.Заречный, Россия

\*E-mail: [хоце0396@gmail.com](mailto:хоце0396@gmail.com)

## MODELING COMBINED RADIATION PROTECTION OF CONTAINERS FOR TRANSPORTING ISOTOPES WITH HIGH-ENERGY BETA IRRADIATION

Litovchenko V.Yu.<sup>1\*</sup>, Vasyutin N.A.<sup>1</sup>, Kozlov A.V.<sup>2</sup>, Seleznev E. N.<sup>2</sup>, Tashlykov O.L.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> JSC “Institute of Nuclear Materials”, Zarechny, Russia

Annotation. Considered the issue of optimization radiation protection for transporting radioisotope products with high-energy beta irradiation.

Одним из назначений исследовательских ядерных реакторах является наработка изотопной продукции, предназначенной для промышленных и медицинских целей [1]. Процесс доставки радиоизотопной продукции заказчику осуществляется в радиационно-защитных контейнерах [2]. Основная часть контейнерного парка выполнена из свинца.

Однако свинец, имеющий хорошие защитные свойства (как элемент с большим атомным номером,  $Z=82$ ), имеет и недостатки. Например, при упаковке в свинцовый контейнер радиоактивного изотопа, имеющего «жесткий» спектр бета-излучения, начинают проявляться эффекты, связанные с образованием вторичного гамма-излучения при торможении бета-частиц в поле электромагнитных сил ядра свинца. В этом случае свинцовая защита становится мощным источником гамма-излучения и, возможно, более опасным, чем радиоизотопный источник, испускающий первичное бета-излучение. На практике такая проблема возникла при попытке транспортировать источники на основе радиоизотопа иттрий-90 в свинцовом контейнере. Иттрий-90 имеет «жесткий» спектр бета-излучения при распаде ядра, характеризующийся средней энергий бета-частиц 1 МэВ. Максимальная энергия бета-частиц достигает значения 2,28 МэВ. При размещении источника в контейнере проявлялось вторичное тормозное гамма-излучение. При таких обстоятельствах транспортировка радиоизотопного продукта невозможна.

Выход был найден при использовании комбинации радиационных защит. В свинцовый контейнер устанавливался вкладыш из полиэтилена. В состав полиэтилена входят элементы с низким атомным номером (углерод и водород). При

торможении бета-частиц в электромагнитном поле легких ядрах эффект возникновения вторичного гамма-излучения проявляется слабо. Те гамма-кванты, которые все же образовывались, поглощались уже в слое свинца [3].

На самом деле вторичное гамма-излучение возникает уже в самой мишени, интенсивность которого будет зависеть от атомного номера элементов, входящих в состав мишени, и от количества материала мишени. Поэтому к решению оптимизационных задач, связанных с выбором защитных материалов, необходимо подходить индивидуально с учетом количества источника и его радиационных свойств.

Развитие ядерных технологий, связанных с использованием радиоизотопной продукции, всегда будет требовать надежной радиационной защиты. Использование в качестве защиты только традиционных материалов не всегда уместно. Применение нестандартных решений, связанных с использованием комбинации материалов, иногда более оптимально и позволяет снизить затраты при транспортировке массивных защитных контейнеров и упаковок.

1. Русских И.М., Ташлыков О.Л. Труды первой научно-технической конференции молодых ученых УралЭНИН. Екатеринбург: УрФУ, 2016. С.254-257.
2. Селезнев Е.Н., Козлов А.В., Ташлыков О.Л. Труды первой научно-технической конференции молодых ученых УралЭНИН. Екатеринбург, 2016. С.274.
3. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. М.: Энергоатомиздат. 1995. 450 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ КОДОВ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Лукьяненко В.Ю.\*, Ташлыков О.Л., Шабельников Е.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [vera-lukyanenko@mail.ru](mailto:vera-lukyanenko@mail.ru)

## **DESIGN CODES USING IN OPTIMIZATION OF THE RADIATION-HAZARDOUS FACILITIES DECOMMISSIONING PROCESS**

Lukyanenko V.U.\*, Tashlykov O.L., Shabelnikov E.V.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The paper presents the main issue provisions of decommissioning of nuclear research facilities as a whole and its separate units of equipment. This paper analyzes the characteristics of radiation-hazardous facilities of nuclear research facilities, the potential ways and methods of optimization of process of decommissioning research experimental stands of vigorous plants.

Исследовательские ядерные установки (ИЯУ) совместно с экспериментальной базой играют важную роль в развитии ядерной энергетики. Несмотря на