

нам создавать высокотехнологичные аппараты, которые целенаправленно уничтожают раковые клетки в максимальной степени сохраняют здоровые. Все это способствует снижению смертности от онкологических заболеваний и продлению жизни пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарутин, И. Г. Применение линейных ускорителей электронов в высокотехнологичной лучевой терапии / И. Г. Тарутин, Е. В. Титович. – Минск: Беларус. навука, 2014. – 175 с.
2. Кленов, Г. И. Ускорители для протонной лучевой терапии / Г. И. Кленов, В. С. Хорошков, А. Н. Черных // Медицинская физика. – 2013. – № 4. – С. 5–13.
3. Гулидов, И. А. Новые возможности для протонной терапии в России / И. А. Гулидов [и др.] // Вопросы онкологии. – 2016. – Т. 62, № 5. – С. 570–572.

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТРАБОТАННЫМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ PROBLEMS OF SPENT NUCLEAR FUEL MANAGEMENT

A. A. Пунтус
A. Puntus

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
v.gorskaya1997@gmail.com
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Обсуждаются проблемы обращения с отработанным ядерным топливом АЭС. Рассматриваются достоинства и недостатки открытого и замкнутого ядерных топливных циклов, а также стратегии обращения с ОЯТ в различных странах с развитой атомной энергетикой.

The problems of management of spent nuclear fuel from nuclear power plants are discussed in the paper, advantages and disadvantages of open and closed nuclear fuel cycles are considered. Strategies for spent nuclear fuel management in various countries with developed nuclear power are also considered.

Ключевые слова: отработанное ядерное топливо (ОЯТ), ядерный цикл, стратегия обращения.

Keywords: spent nuclear fuel (SNF), nuclear cycle, strategy of spent fuel management.

При эксплуатации АЭС образуется отработанное ядерное топливо (ОЯТ), представляющее огромную экологическую опасность. Каждая страна, заинтересована в обеспечении радиационной безопасности и изолировании отработанного топлива от окружающей среды. По подсчетам МАГАТЭ в мире уже накоплено порядка 320 тыс. т отработанного ядерного топлива и, несмотря на то, что некоторая часть ОЯТ перерабатывается, происходит его накопление. В связи с этим проблема обращения с отработанным ядерным топливом является общемировой. В данной статье будут рассмотрены: основные методы обращения с ОЯТ, достоинства и недостатки топливных циклов, а также примеры обращения с ОЯТ в странах с развитой ядерной энергетикой.

Проблема обращения с ОЯТ является ключевой при выборе ядерного топливного цикла. На данный момент существуют два способа обращения с отработанным ядерным топливом. Первый метод заключается в том, что отработавшее топливо после выдержки в пристанционных бассейнах отправляется на радиохимический перерабатывающий завод, что позволяет вернуть его в топливный цикл. Этот цикл является замкнутым. Один из его недостатков заключается в строительстве и эксплуатации радиохимических заводов, также цикл не гарантирует полного избавления от ОЯТ, а лишь от его некоторой части. При переработке используются технологии, которые приводят к появлению других радиоактивных отходов. Достоинством закрытого топливного цикла является вовлечение невыгоревшего урана-235 и наработанного плутония, так как уран и другие виды органического топлива имеют свойство заканчиваться, и вопрос сбережения энергоресурсов для будущих поколений является достаточно важным для многих стран мира.

Открытый топливный цикл предполагает, заключается в окончательное захоронение ОЯТ, без переработки. Данный способ более дешевый и доступный каждой стране к его использованию. Главный недостаток открытого цикла заключается том, что невозможно гарантировать безопасное хранение ОЯТ. Стоит отметить и то, что окончательное захоронение ОЯТ в так называемых «могильниках» до сих пор не проводилось ни одной страной.

Следует, отметить, что перед окончательным захоронением или переработкой, отработавшее топливо направляется на временное хранение. Обычно, это приреакторные бассейны выдержки, хранилища на самой АЭС, или общие хранилища (хранилища, которые могут принимать топливо с нескольких АЭС). Время выдержки, со-

ставляет от 3х до 10 лет, однако многие страны, все чаще накапливают ОЯТ на данных площадках и продлевают срок временного хранения и до 30 лет. В основном это страны, которые не определились с выбором ЯТЦ.

Например, в России в настоящее время эксплуатируются 36 энергетических реакторов, обеспечивающих ежегодный прирост ОЯТ в количестве порядка 850 тонн. В России с первых дней развития ядерной энергетики и до настоящего времени господствует идея о необходимости реализации замкнутого топливного цикла в отношении всех типов ОЯТ. Началом реализации этой идеи послужил пуск ПО «Маяк». Этот завод обеспечивает регенерацию ОЯТ реакторов ВВЭР-440 и быстрых реакторов БН-600. Россия занимает лидирующие места по переработке ОЯТ.

Франция, Великобритания, Япония развивают замкнутый топливный цикл. Например, Великобритания, уже переработала 50 % своего ОЯТ, а также производят переработку завезенного топлива с других стран. В США принята концепция долгосрочного хранения с полным захоронением в будущем. На данный момент в стране действует 99 энергоблок, производящий в среднем около 2000 т отработавшего ядерного топлива. К 2018 г. практически полностью реализован проект подземного хранилища штольневой типа Юкка Маунтин в штате Невада для размещения порядка 70000 т ОЯТ.

В заключении стоит отметить, что в мировом сообществе не достигнута единая точка зрения по отношению к стратегии обращения с ОЯТ. С одной стороны, большую роль играет отношение населения к строительству хранилищ ОЯТ на территориях их проживания, а с другой – позиция правительственных органов и энергетических компаний. В одних странах (США, Канада, Швеция, Финляндия) ОЯТ относят к радиоактивным отходам, подлежащих к захоронению. В других (Великобритания, Франция, Япония, Россия) – топливо рассматривают в качестве ядерного материала, подлежащего переработке, с целью последующего извлечения энергоресурсов. В связи со строительством Белорусской АЭС проблема обращения с отработавшим ядерным топливом становится актуальной для Республики Беларусь. Следует отметить, что концепции по обращению с ОЯТ пока не приняты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключников, А. А. Радиоактивные отходы АЭС и методы обращения с ними / А. Ключников, Э. Пазухин, Ю. Шигера, В. Шигера. – ИГЕМ РАН; ИФЗ РАН, 2008. – 160 с.

НАКОПЛЕНИЕ ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am И $^{239+240}\text{Pu}$ ОРГАНАМИ И ТКАНЯМИ ВОЛКА, ОБИТАЮЩЕГО В БЕЛОРУССКОЙ ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧАЭС

ACCUMULATION OF ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am AND $^{239+240}\text{Pu}$ IN ORGANS AND TISSUES OF THE WOLF INHABITING IN THE BELARUS PART OF CNPP EXCLUSION ZONE

В. И. Садчиков, В. Н. Забродский, В. Н. Калинин

V. Sadchikov, V. Zabrotski, V. Kalinin

Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение

«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,

г. Хойники, Республика Беларусь

zapovednik@tut.by

Polessye State Radiation Ecological Reserve, Khoyniki, Gomel reg., Republic of Belarus

Работа посвящена определению удельной активности ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ в органах и тканях волка, обитающего на территории Белорусской зоне отчуждения ЧАЭС. Показано, что содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr и ТУЭ во внутренних органах и тканях, изъятых у волков, связано с высоким уровнем загрязнения мест его обитания. Сделан вывод, что значения удельных активностей ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ во внутренних органах и тканях волка в разы меньше, чем таковые для кабанов, обитающих на тех же территориях.

The work is devoted to the determination of activity concentration of ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am and $^{239+240}\text{Pu}$ in organs and tissues of the wolf inhabiting on territory of Belarusian part of CNPP exclusion zone. It is shown that the content of the radionuclides in the internal organs and tissues of seized wolves is associated with a high level of contamination of its habitats. It is concluded that the values of the specific activities of ^{241}Am and $^{239+240}\text{Pu}$ in the internal organs and tissues of the wolf are times less than those for the wild boar living in the same territories.

Ключевые слова: волк, органы, ткани, радионуклид, ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$, удельная активность, ТУЭ.

Keywords: wolf, organs, tissues, radionuclide, ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$, specific activity, TUE.

В 2016–2017 гг. сотрудниками научного отдела экологии и фауны Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) было проведено изъятие 14 волков (6 и 8) в лесничествах Хойникского