

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ РАДИОФАРМАКОЛОГИЧЕСКОГО ИЗОТОПА Ra²²³

Н. Р. Неволин¹, В. В. Сохорева¹, С. А. Пластун¹, А. М. Большаков¹, М. С. Черепнёв¹,
М. С. Кузнецов¹, А. С. Семенов², В. М. Малютин¹, В. В. Зукай¹, Д. В. Кабанов¹,
Ф. А. Ворошилов¹, Е. А. Маренкова¹, А. Б. Капитонов¹, И. В. Безденежных¹

¹Томский политехнический университет

Томск, Россия, nrn5@tpu.ru, sokhoreva@tpu.ru, kamikaze@tpu.ru,
bolshakov@tpu.ru, maxcherepnev@tpu.ru, kms@tpu.ru, mvm@tpu.ru, zukau@tpu.ru,
kabanovdv@tpu.ru, fvoroshilov@tpu.ru, eam33@tpu.ru, abk14@tpu.ru, biv_spm@mail.ru

²АО «ТомскНИПИнефть»

Томск, Россия, semenovas@tpu.ru

ALTERNATIVE METHODS FOR OBTAINING THE RADIOPHARMACOLOGICAL ISOTOPE Ra²²³

N. R. Nevolin¹, V. V. Sokhorev¹, S. A. Plastun¹, A. M. Bolshakov¹, M. S. Cherepnev¹,
M. S. Kuznetsov¹, A. S. Semenov², V. M. Malyutin¹, V. V. Zukau¹, D. V. Kabanov¹,
F. A. Voroshilov¹, E. A. Marenkova¹, A. B. Kapitonov¹, I. V. Bezdenezhnykh¹

¹TOMSKY Polytechnic University

Tomsk, Russia, nrn5@tpu.ru, sokhoreva@tpu.ru, kamikaze@tpu.ru,
bolshakov@tpu.ru, maxcherepnev@tpu.ru, kms@tpu.ru, mvm@tpu.ru, zukau@tpu.ru,
kabanovdv@tpu.ru, fvoroshilov@tpu.ru, eam33@tpu.ru, abk14@tpu.ru, biv_spm@mail.ru

²AO TomskNIPIneft

Tomsk, Russia, semenovas@tpu.ru

Innovative methods are proposed for the synthesis of «samples-semi-finished» of radioisotopes included in radiopharmacological preparations by irradiation in the channels of particle accelerators. The study touches upon the aspects of obtaining promising substances that are most effectively suitable as materials for target nodes. Further, in one way or another, the obtained radioisotopes are selectively sorbed from the output raw material to achieve the normalized chemical purity.

The prerequisites for obtaining isotopes are given for two directions of nuclear physics methods: neutron activation and bombardment with charged particles.

Введение

Существующие методы синтеза изотопов, составляющих семейство облучаемого, являются действенными, но ограниченными в плане эксплуатационных возможностей установок, формирующих пучок. Перспективно используемый, в данной работе, метод синтеза не является уникальным, но при этом не используется глобально. Речь идёт о ядерном синтезе «полуфабрикатных» образцов радиоизотопов в каналах облучения ядерных реакторов, в альтернативу которому предлагается метод образования радиоизотопов путём облучения в каналах ускорителей частиц.

В рамках данного исследования совместно проводится изучение ряда взаимосвязанных инженерно-технических аспектов:

- планируется произвести конкретизирующий анализ экспериментальных данных для детализирования технических параметров системы генерации облучаемого материала;

- тестирования модуля разделения изотопов Rn²²² и Ra²²⁶ посредством десублимации капель из пыле-паро-газовой смеси содержащих твёрдый Ra²²⁶;

- осуществляется формирование методологии получения материалов, эффективно сорбирующих Rn²²² и упрощающих его последующую экстракцию. Таким образом, преследуется цель эффективного использования очищенного Rn²²² для его применения в качестве материала облучаемой мишени при синтезе Ra²²⁶;

- технико-физических представлений о конструировании мишенных узлов, содержащих сублимированный облучаемый Ra²²⁶, представляющий собой материнское сырьё для Ra²²³;

- технико-физических представлений о конструировании мишенных узлов, содержащих сублимированный облучаемый Rn²²², также представляющий собой материнское сырьё для Ra²²³.

В докладе представлены результаты спектрального анализа радиофармакологического препарата, состоящего из смеси радиоизотопов, для определения химической чистоты препарата, по содержащимся в спектре характеристических линий Ra²²³ и его дочерним продуктам распада.

Приведён результат анализа литературных материалов, описывающих физические принципы аб-

сорбации, адсорбации и хемоасорбации, а также материалов, непосредственно включающих исследование по методам концентрации радиоизотопа Rn²²² на конкретных материалах.

Материалы и методы

Выполнено два измерения гамма-спектров пробы препарата (образца) в разное время. Пороговый уровень значимости при поиске пиков 10 %. Первоочередно определено наличие в гамма-спектре характеристических линий Ra²²³ и его дочерних продуктов распада. Для анализа набранных спектров создана библиотека радионуклидов, содержащая линии гамма-излучения Ra²²³ и членов семейства урана (продукты распада радия).

Выполнен альфа-спектрометрический анализ образца. В спектре не идентифицированы характеристические линии, принадлежащие Th²²⁷, что говорит о его отсутствии в рассматриваемых образцах.

Выполнен литературный обзор по возможным процессам плазмохимического синтеза наноразмерных оксидных композиций для избирательного извлечения изотопа Rn-222.

Результаты и их обсуждение

На основании уменьшения активности Ra²²³ в 1,6275 раз, в период между снятием спектров, можно сделать вывод, что теоретическое уменьшение активности превышает практическое, а значит возможна генерация изотопа радия из примесных материнских изотопов Th²²⁷ и Ac²²⁷. На возможное присутствие в пробе Th²²⁷ указывает наличие его основных гамма-линий в спектре, но однозначно установить содержание тория в пробе по данным пикам невозможно, так как вклад в характеристический пик дает линия целевого изотопа радия.

Что касается выбора материала мишени для синтеза Ra²²⁶ через Rn²²², то наиболее перспективны мы полагаем считать:

Литература

1. Буткалюк П. С. и др. Получение экспериментальных образцов альфа-излучающих радионуклидов медицинского назначения // Сборник трудов АО ГНЦ НИИАР, 2018. – № 2. – С. 80–92.
2. Кузнецов Р. А., Буткалюк П. С., Буткалюк И. Л., Тарасов В. А., Романов Е. Г., Баранов А. Ю. Получение альфа-излучающих нуклидов облучением ²²⁶Ra в высокопоточном реакторе СМ // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014. – Т. 16. – № 6. – С. 129–135.
3. Пластун С. А. Установка для получения раствора радона в воде и органической жидкости / С. А. Пластун, Н. К. Рыжакова, М. С. Черепнев // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине. Российский и международный опыт подготовки кадров: сборник тезисов докладов X Международной научно-практической конференции, г. Томск, 09–11 сентября 2020 г. – Томск: Ветер, 2020. – С. 127–128.

- сорбцию в органических растворах – как производство возможного промежуточного продукта;
- высокотемпературный синтез наноразмерных солей соединений радона со фтором;
- низкотемпературную сорбцию углём или его заменителем из кокосовой стружки.

Каждый из перспективных образцов, при воссоздании, будет требоваться поместить в отличный сорбирующий процесс, дабы исследовать зависимость концентрации от вариативности комбинирования методов, а также для установления не прямых зависимостей, значительно влияющих на изменение содержания Rn²²² в образце.

Заключение

Таким образом в работе выделяются следующие реализуемые направления исследований:

1. Конструирование мишенного узла с Ra²²⁶ в качестве материала мишени, для синтеза Th²²⁷, при облучении мишени в нейтронном канале реактора (см. работу Е. А. Маренковой), с последующим накоплением синтезируемого материала электрохимическим методом (см. работу А. Б. Капитонова).

2. Методы разделения изотопов Ra²²⁶ и Rn²²², генерируемых установкой [3], при участии модуля радиоизотопного разделения десублимацией смеси указанных изотопов, с дальнейшей избирательной сорбцией Rn²²².

3. Формирование запечатлённого в криотропном геле твердофазного мишенного материала, содержащего Rn²²², для дальнейшего облучения альфа-частицами или дейтронами, в канале ускорителя частиц. Тем самым создаётся сырьё на предмет фундаментальных исследований в области уточнения ядерно-физических констант.

Подведение итогов

Результаты анализа позволили предложить выбор изотопа-мишени для облучения в полях реактора и ускорителя заряженных частиц.