

В данной работе рассмотрены особенности получения  $^{111}\text{In}$  с использованием классического циклотрона Томского политехнического университета типа Р7М, с целью обеспечения медицинских учреждений Восточной части России РФП на его основе.

С учетом, того что энергия пучка протонов в циклотроне равна 11 МэВ для производства  $^{111}\text{In}$  была выбрана реакция  $^{111}\text{Cd}(p, n)^{111}\text{In}$ . Приемлемая наработка активности  $^{111}\text{In}$  может быть получена только на обогащенном по изотопу  $^{111}\text{Cd}$  ( $95,92 \pm 0,06\%$ ) металлическом кадмии.

Облучение мишени проводили в ускорительной камере, используя внутреннюю охлаждаемую мишень. В качестве мишени использовали медную пластину, покрытую 10 мкм слоем золота в качестве подложки, на которую наносили металлический кадмий. Внутренняя мишень крепилась на отдельном штоке источника ионов. Ток пучка протонов в камере, по крайней мере, в 2 раза больше, чем в выведенном пучке и достигает 60–80 мкА.

Для уменьшения тепловой нагрузки мишень ориентировали под углом  $6^\circ$  к пучку. Это позволило увеличить поверхность мишени и уменьшить физическую толщину мишенного материала без изменения пробега протонов в нём.

После облучения кадмий растворяли в 6N HBr,  $^{111}\text{In}$  экстрагировали в диизопропиловый эфир, затем экстрагировали в 8M HCl, высушивали до сухого осадка. Осадок содержащий  $^{111}\text{In}$ , растворяли в 0.05M HCl и получали готовый препарат, который по качественным показателям, соответствует требованиям к препарату «Индия хлорид, [ $^{111}\text{In}$ ]», субстанция-раствор для приготовления радиофармацевтических препаратов

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lahiri S., Maiti M., Ghosh K. Production and separation of  $^{111}\text{In}$ : an important radionuclide in life sciences: a mini review // J. Radioanal. Nucl. Chem. – 2013. – V.297. – P. 309–318.
2. Jalilian A.R., Garousi J., Akhlaghi M., Rowshanfarzad P. Development  $^{111}\text{In}$  labeled insulin for receptor imaging/therapy // J. Radioanal Nucl Chem. – 2009. – V.279. – P. 791–400.
3. Tolmachev V., Feldwisch J., Lindborg M., A influence of an aliphatic linker between DOTA and synthetic ZHER2:342 affibody molecule on targeting properties of the  $^{111}\text{In}$ -labeled conjugate // Nucl Med Biol. – 2011. – V.38. – № 11. – P. 697–706.

#### РАДИАЦИОННО-СТИМУЛИРОВАННЫЙ ПЕРЕНОС ВОДОРОДА В МЕТАЛЛАХ

А.С. Долгов, Ю.И. Тюрин, Н.Н. Никитенков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, Томская область, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634034

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

Поведение водорода в металлах является актуальной научно-технической проблемой для широкого круга задач фундаментального и прикладного характера. Интерес к вопросам водородопроницаемости и накопления водорода постоянно растет в связи с необходимостью выбора новых конструкционных материалов для ядерной, термоядерной и водородной энергетики и решения широкого спектра материаловедческих задач [1–6]. Установлено, что посредством радиационного облучения, управляя концентрацией водорода в объеме твердых тел можно создавать неравновесные термодинамические системы, синтез которых традиционными методами невозможен [7–9].

В работе рассмотрены процессы диффузии и выхода водорода (дейтерия) из металлов в атомарном, молекулярном и ионизированном состояниях, при воздействии электронного пучка и рентгеновского излучения в допороговой области энергий. Изучена зависимость интенсивности выхода изотопов водорода от плотности

тока и энергии электронного пучка, концентрации водорода в объеме материалов и времени радиационного воздействия на образец. Исследованы энергетические распределения испускаемых положительных ионов изотопов водорода. Рассмотрены модели механизмов радиационно-стимулированного переноса водорода в металлах.

Исследования поведения водорода в металлах при воздействии ионизирующего излучения показывают:

- водород в металлах образует собственную водородную подсистему;
- водородная подсистема в металлах в процессе воздействия ионизирующего излучения переходит в возбужденное состояние;
- мигрирующий водород стимулирует диффузию дефектов и примесных атомов и упорядочивает структуру металлов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюрин Ю.И., Чернов И.П. Аккумулирующие свойства водорода в твердом теле. –М.: Энергоатомиздат, 2000, 258 с.
2. Крачино Т.В., Кузьмин М.В., Логинов М.В., Митцев М.А. // ФТТ. – 1998. – Т. 40. –С. 371–378.
3. Овчинников В.В. // УФН, – 2008. – Т. 178, – С.991–1001.
4. Prognimak A.M. // J. Hydrogen Energy. – 1995. – V. 20. – P. 449-453.
5. Evard E.A., Gabis I.E., Voyt A.P. // J. Alloys Compounds. – 2005. – V.404–406. – P. 335–338.
6. Нечаев Ю.С. // УФН, – 2008, –Т.178, – С.709-726.
7. Спивак Л.В. // УФН, – 2008, –Т.178, – С.897-922
8. Гапонцев А.В., Кондратьев В.В. // УФН, – 2003, –Т.173, –С.1108-1129.
9. Максимов Е.Г., Панкратов О.А. Водород в металлах // УФН, –1975. –Т.116. – С.385-400.

#### СОЗДАНИЕ ПРОТОНОПРОВОДЯЩЕЙ МЕМБРАНЫ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИЕЙ ПЛЕНКИ ПВДФ

А.А. Дюсембекова, В.В. Сохорева, Н.А. Дуброва

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [aad38@tpu.ru](mailto:aad38@tpu.ru)

В настоящее время методы радиационно-химической прививки мономеров к полимерной матрице с помощью  $\gamma$ -излучения и электронных пучков хорошо известны и представляют большой интерес для модификации различных функциональных материалов и ионообменных мембран.

В представленной работе приведены результаты радиационно-химической модификации тонких пленок ПВДФ с помощью ионов  $^4\text{He}$  с целью создания протонопроводящей мембраны для низкотемпературных топливных элементов. Прививка проводилась облучением образцов тонкой пленки ПВДФ, помещенных в раствор мономер стирола-толуол, в соотношении 1:1, с последующей термической выдержкой при температуре  $60^\circ\text{C}$ . Источником излучения служили ионы  $^4\text{He}$  с энергией 27 МэВ, полученные с помощью циклотрона R-7М ФТИ ТПУ. Интегральная степень прививки определялась гравиметрически.

Результаты исследования показали, что степень прививки мономера стирола зависит от количества свободных радикалов, образующихся в образцах из-за разрыва ковалентных связей в следствии высокой ионизации ионов гелия. Увеличение дозы приводит к резкому увеличению свободных радикалов в матрице полимера, что было подтверждено результатами ИК-спектроскопии. Степень прививки образцов с поглощенными дозами свыше 4 МГр достигала 300 %, что приводило к их разрушению. Исследования