ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НУКЛИДА ^{211}АТ ДЛЯ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ НА ЦИКЛОТРОНЕ Р7-М ТПУ

Киселев Д.А.
Томский политехнический университет, ИЯТШ, 0АМ31, dak86@tpu.ru

Введение

В данной работе рассматривалось получение изотопа ^{211}At в результате ядерных реакций при взаимодействии ускоренных заряженных альфа-частиц с энергией до 27 МэВ с ядрами висмутовой мишени. Целью данной работы являлось создание расчетной модели облучаемого образца, которая позволит рассчитать ионизационные потери альфа-частиц в веществе, выход изотопа At^{211} для толстой мишени и распределение температуры в облучаемом образце в зависимости от времени облучения.

Основная часть

Модель облучения представляет из себя цилиндр, состоящий из двух слоев: висмутовой мишени и медной подложки. Источником тепла является осаждаемая альфа- частицами энергия. Используя зависимость ионизационных потерь от пробега альфа-частиц определяется мощность тепловыделения в элементарном объеме облучаемого объекта. Со стороны мишени осуществляется конвективный теплообмен воздухом, а со стороны подложки водой. Теплообмен излучением отсутствует [1]. Схема модулируемого объекта представлена на рис. 1.

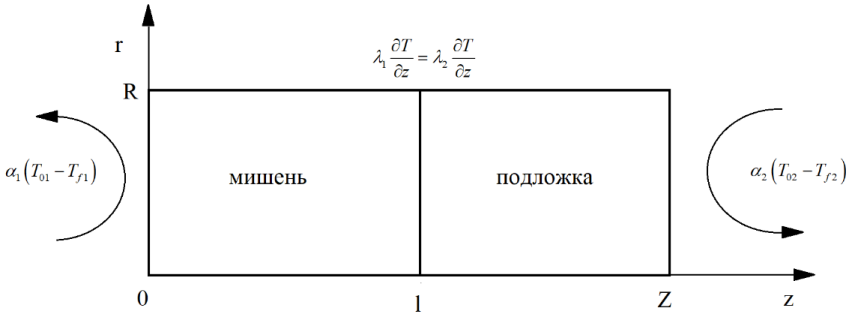

Рис. 1. Схема моделируемого объекта

По данным моделирования на глубине 100 мкм энергия альфа-частиц снижается ниже пороговой энергии реакции ^{209}Bi(α, 2n)^{211}At [2, 3]. С учётом технологии изготовления висмутовой мишени, толщина 100 мкм принята максимальной. Суммарное тепловыделение в слое мишени составило 26,6 Вт, а в слое подложки 39,7 Вт. На рис. 2 изображен пробег альфа-частиц в моделируемом объекте.

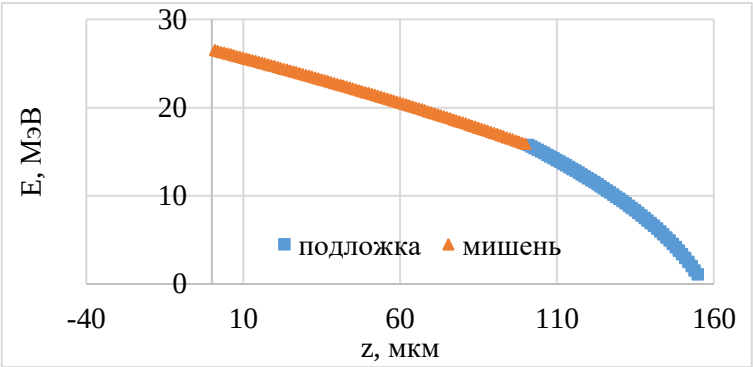

Рис. 2. Пробег альфа-частиц в моделируемом объекте

Выход изотопа ^{211}At для альфа-частиц с энергией 26,5 МэВ составил 14,25 МБк/мкА·ч [4]. На рис. 3 изображен выхода ^{211}At в зависимости от начальной энергии альфа-частиц.

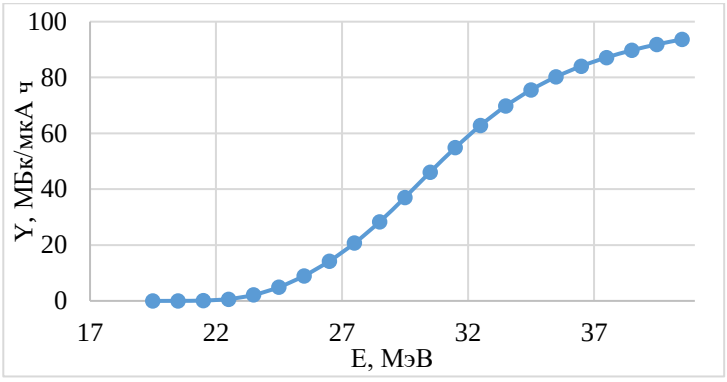

Рис. 3. Выход изотопа ^{211}At для толстой мишени в зависимости от начальной энергии альфа-частиц

Максимальная рассчитанная температура мишени при облучении током 5 мкА в течении 20 минут составила 62,5 °С, что ниже температуры плавления висмута. На рис. 4 изображено распределение температуры в облучаемом образце.

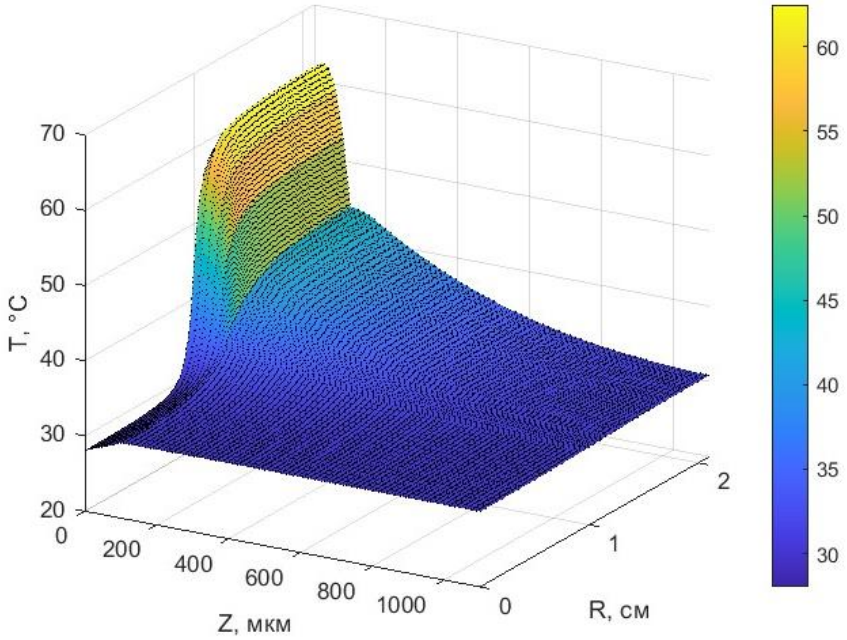

Рис. 4. Распределение температуры по радиусу и глубине мишени

Заключение

В ходе выполнения работы определено, что наиболее распространенным способом получения ^{211}At является облучение ^{209}Bi альфа-частицами по реакции ^{209}Bi (^{4}He, 2n) ^{211}At. Создана математическая модель облучаемого образца. Максимальная рассчитанная температура мишени составила 62,5 °С, что ниже температуры плавления висмута. Таким образом: ток пучка - 5 мкА и время облучения 20 мин являются оптимальными параметрами облучения для проведения реального эксперимента по получению 211At.

Список использованных источников

1. Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности. – 2007.
2. Hermanne A. et al. Experimental study of the cross-sections of α-particle induced reactions on 209Bi // Applied radiation and isotopes. – 2005. – Т. 63. – № 1. – С. 1–9.
3. Денисов С.П. Ионизационные потери энергии заряженных частиц // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 11. – С. 90–96.
4. Krasnov N.N. Thick target yield // The International Journal of Applied Radiation and Isotopes. – 1974. – Т. 25. – № 5. – С. 223–227.