

УДК 541.15:539.163

DOI: 10.17223/00213411/62/4/43

Н.Э. ВИЛЬЯ, В.С. СКУРИДИН, В.М. ГОЛОВКОВ, А.А. ГАРАПАЦКИЙ

ПОЛУЧЕНИЕ НА ЦИКЛОТРОНЕ РАДИОНУКЛИДА ^{99}Mo ПУТЕМ ОБЛУЧЕНИЯ ПУЧКОМ α -ЧАСТИЦ МИШЕНИ ИЗ ЦИРКОНИЯ

Исследована возможность получения ^{99}Mo по ядерной реакции $^{96}\text{Zr}(\alpha, n)$ на циклотроне R-7М Томского политехнического университета. Энергия пучка α -частиц составляла 27 МэВ при токе пучка 13, 15 и 22 мкА. В качестве материала мишени использовались диски из природного циркония с диаметром 30 мм и толщиной 1.5 мм. В результате проведенных облучений установлен расчетный выход ^{99}Mo порядка (1.62 ± 0.15) МБк/(мкА·ч) для мишеней ^{96}Zr с обогащением 100 %, что близко совпадает с величиной выхода, установленной в работах других авторов. Показана возможность наработки ^{99}Mo в количестве, достаточном для получения препаратов технеция-99m на региональном уровне.

Ключевые слова: молибден-99, цирконий, циклотрон, технеций-99m.

Введение

Технеций-99m ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) – дочерний продукт β -распада молибдена-99 (^{99}Mo) – является наиболее широко используемым в мире радионуклидом, с которым ежегодно проводится более 40 миллионов медицинских диагностических процедур, что составляет около 80 % от общего количества исследований ядерной медицины [1, 2]. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ имеет относительно низкую энергию γ -излучения (140.5 кэВ) и короткий физический период полураспада (6.01 ч), что обеспечивает малую экспозиционную дозу облучения критических органов и, вместе с тем, достаточную проникающую способность для проведения однофотонной эмиссионной томографии (ОФЭКТ) сердечнососудистой системы, онкологических новообразований, исследования легких, щитовидной железы, функции почек и др.

До настоящего времени приблизительно 95 % ^{99}Mo производится на реакторах путем облучения нейтронами высокообогащенного урана (ВОУ) и последующего выделения ^{99}Mo из продуктов его распада по сложным и дорогостоящим технологиям [3]. Еще одним осложнением является также то, что ВОУ – это оружейный материал, использование которого в рамках нераспространения ядерного оружия подлежит строгому международному контролю [4, 5]. Планируемый перевод технологий на низкообогащенный уран (НОУ) приведет к существенному увеличению объема радиоактивных отходов и большим экологическим проблемам. Поэтому в последние годы после остановки в Канаде Национального исследовательского универсального реактора NRU (40 % мирового производства ^{99}Mo) резко возрос интерес к поиску решений, гарантирующих экологическую безопасность наработки этого радионуклида [6].

Альтернативой реакторному производству ^{99}Mo является его получение на ускорителях заряженных частиц. Несколько методов производства с помощью ядерных реакций, таких, как $^{100}\text{Mo}(\gamma, n)^{99}\text{Mo}$ и $^{100}\text{Mo}(n, 2n)^{99}\text{Mo}$, уже известны, но все они находятся в стадии разработки [7].

Целью настоящей работы является оценка возможности получения ^{99}Mo по реакции $^{96}\text{Zr}(\alpha, n)^{99}\text{Mo}$ на циклотроне Р-7М (модернизированный серийный циклотрон У-120) Томского политехнического университета путем облучения циркония α -частицами с энергией 27 МэВ [8].

Материалы и методы исследования

В качестве материала мишени в работе использовался цирконий природного состава, содержащий 2.5 % примеси ниобия, в виде пластин с диаметром 30 мм и толщиной 1.5 мм. Эксперимент состоял из трех облучений мишеней пучком α -частиц с энергией 27 МэВ и током 22–15 мкА. Охлаждение мишеней проводили потоком воды, подведенным с их тыльной стороны. Внешний вид мишени и устройство для ее облучения в канале циклотрона показаны на рис. 1.

С учетом того, что в естественной изотопной смеси содержание активируемого ^{96}Zr составляет всего 2.8 %, для получения активности ^{99}Mo , достаточной для ее надежной регистрации, облучение мишени проводили в течение 45–90 мин. После ее выдержки не менее 40 ч активность обра-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>