

## 5.9. Радиохимические и ядерно-физические методы в исследованиях окружающей среды и живых систем.

Р.А. Алиев. ramiz.aliev@gmail.com

Работа посвящена производству короткоживущих изотопов технеция. Интерес к технецию обусловлен рядом причин. Технеций образуется с высоким выходом при делении урана, обладает высокой подвижностью в окружающей среде и, соответственно, является одним из наиболее потенциально опасных радиоактивных элементов. Долгоживущий изотоп  $^{99}\text{Tc}$  широко применяется в качестве трассера в океанографии, а короткоживущий  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  является основным инструментом ядерной медицины. Кроме того,  $^{94\text{m}}\text{Tc}$  может представлять потенциальный интерес для позитронно-эмиссионной томографии, поскольку при распаде испускает позитроны с высоким выходом.

Короткоживущие изотопы технеция  $^{95}\text{Tc}$  ( $T_{1/2}=20$  ч),  $^{95\text{m}}\text{Tc}$  ( $T_{1/2}=61$  сут),  $^{96}\text{Tc}$  ( $T_{1/2}=4.28$  сут) могут представлять интерес в качестве радиоактивных меток при анализе технеция в природных пробах, а также для исследования химических свойств технеция. Эти нуклиды существенно удобнее в работе, чем широко используемые изотопы  $^{99}\text{Tc}$  и  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , поскольку первый из них не имеет гамма-линий, а второй имеет очень короткий период полураспада.

Цель настоящей работы - выбор оптимальных условий получения  $^{95\text{m,g}}\text{Tc}$  и  $^{96}\text{Tc}$  путем облучения молибденовых и ниобиевых мишеней альфа-частицами энергией до 30 МэВ. Облучения выполняли на циклотроне У-120 НИИЯФ МГУ. Использовали мишени естественного изотопного состава. Исследована зависимость выходов радионуклидов на толстой мишени от энергии пучка альфа-частиц и распределение радионуклидов в толще мишени.

При облучении молибденовых мишеней часть  $^{95\text{m,g}}\text{Tc}$  образуется непосредственно из молибдена, другим путем является накопление за счет распада  $^{95}\text{Ru}$  ( $T_{1/2}=1.64$  ч). При этом также получают радионуклиды  $^{97}\text{Ru}$  ( $T_{1/2}=2,9$  сут) и  $^{103}\text{Ru}$  ( $T_{1/2}=39$  сут), которые могут быть использованы в анализе  $^{99}\text{Tc}$  масс-спектрометрическим методом ( $^{99}\text{Ru}$  является единственным стабильным изобаром, поэтому полноту разделения Ru и Tc необходимо контролировать). Различные пути получения  $^{95}\text{Tc}$  показаны на рис. 1.

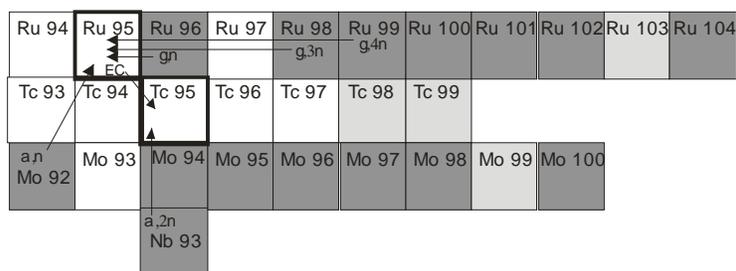


Рис.1. Фрагмент нуклидной карты, иллюстрирующий пути получения  $^{95}\text{Ru}$  и  $^{95}\text{Tc}$ . Побочные реакции не показаны.

Предложенный метод позволяет получать  $^{95g}\text{Tc}$  в чистом виде, предварительно отделив  $^{95}\text{Ru}$  от образовавшейся в результате облучения смеси изотопов технеция. Для отделения технеция от рутения и молибдена использовали экстракцию метилизобутилкетонном из сернокислой среды. Единственная долгоживущая примесь (менее 0.1%) – это изомер  $^{95m}\text{Tc}$ , который в незначительном количестве образуется при распаде  $^{95}\text{Ru}$ . Предлагаемый метод свободен от недостатков, присущих такому методу, как облучение ниобия альфа-частицами. Важное достоинство предлагаемого подхода – одновременное получение радиотрассеров технеция и рутения ( $^{97}\text{Ru}$  и  $^{103}\text{Ru}$ ), поскольку трассеры рутения также широко используются в анализе  $^{99}\text{Tc}$  для контроля полноты отделения от единственного стабильного изобара –  $^{99}\text{Ru}$ . Побочным продуктом является  $^{96}\text{Tc}$  и  $^{95m}\text{Tc}$ , которые также могут быть использованы как радиотрассер.

Также предложен путь получения  $^{95}\text{Tc}$ , основанный на облучении рутения гамма-квантами с энергией до 70 МэВ на разрезном микротроне. При этом  $^{95}\text{Tc}$  также образуется через промежуточное образование  $^{95}\text{Ru}$ .

**В работе принимали участие:** Алиев Р.А., Царев Д.А., Приселкова А.Б., Гируц В.Л., Кузнецов В.И., Рылова А.Е.

**Работа отражена в публикациях:**

1. R. A. Aliev, V. A. Bobrov, St. N. Kalmykov, M. S. Melgunov, I. E. Vlasova, V. P. Shevchenko, A. N. Novigatsky and A. P. Lisitzin. Natural and artificial radionuclides as a tool for sedimentation studies in the Arctic region. J. Radioanal. Nucl. Chem. 2007. V. 274. N. 2. P. 315-321.

2. Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков, Р.В. Хрестенко, И.Г. Тананаев. Определение  $^{99}\text{Tc}$  в загрязненных природных водах. Вопросы радиационной безопасности. 2007. № 3. С. 10-16.