

**ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ**

И.В. Морева

Научный руководитель: старший научный сотрудник, В.В. Сохорева  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [iren9511@gmail.com](mailto:iren9511@gmail.com)

**NUCLEAR-PHYSICAL METHODS OF ANALYSIS USING  
SPECTROMETRIC RADIATION SOURCES**

I.V. Moreva

Scientific Supervisor: Senior Researcher, V.V. Sokhoreva  
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [iren9511@gmail.com](mailto:iren9511@gmail.com)

***Abstract.** To analyze the nuclear-physical methods of elemental composition and distribution of impurities by the method of Rutherford backscattering, the  $^{238}\text{Pu}$  source was used as the source of ionizing radiation. It was shown that in the absence of an accelerator this method is promising, since it allows one to monitor the composition and distribution of elements during technological processes.*

**Введение.** При разработке материалов для ядерной энергетики необходимо учитывать все возрастающие требования к эксплуатационным и конструкционным характеристикам. Применение ядерно-физических методов для анализа данных на стадии разработок и формирование таких материалов позволяют выбрать наиболее перспективные технологии. В основе ядерно-физических методов лежит взаимодействие ионизирующих излучений с атомами ионов вещества. Наиболее перспективным методом следует отнести метод резерфордского обратного рассеяния. Метод позволяет определять состав и распределение элементов по глубине, взаимодиффузию на границе раздела материала без разрушения образца [1].

Однако, для реализации этих методов необходим ускоритель заряженных частиц, ЭСГ-2,5. В отсутствие ускорителя возможно применение в качестве источника ионизирующего излучения спектрометрические источники.

Целью данной работы было исследование возможности использования в качестве источника ионизирующего излучения спектрометрические источники.

**Материалы и методы исследования.** Техника метода состоит в облучении образцов ионами с одновременной регистрацией упругорассеянных частиц энергетическими спектрометрами. Энергия и интенсивность несут количественную информацию об элементном составе пленок и глубине залегания примеси [2].

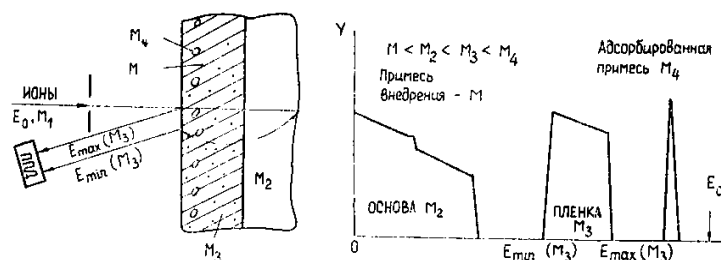


Рис. 1. Схема упругого рассеяния, энергетический спектр POF и блок-схема спектрометрического тракта

**Результаты.** Для проведения эксперимента в установку был установлен калиброванный плутониевый альфа-источник  $^{238}\text{Pu}$  ( $E_{\alpha}$  равное 5456 кэВ) в специально изготовленном корпусе с размером выходного окна 8 мм. Альфа-источник был установлен как можно ближе к оси ионопровода, при этом необходимо было достичь значения угла  $\theta$  наиболее близкого к 180 градусам, в данной работе он составляет приблизительно 160 градусов, и при этом не допустить перекрытие альфа-источником датчика. Для калибровки датчика (рис.2) использовался радиевый калиброванный альфа-источник  $^{226}\text{Ra}$  ( $E_{\alpha}$  равное 4784,4 кэВ; 5489,5 кэВ; 6002,4 кэВ; 7684,9 кэВ).

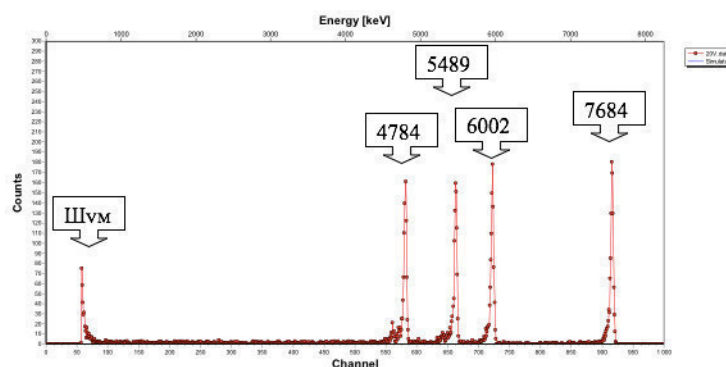


Рис. 2. Калибровочный энергетический спектр для радиевого ( $^{226}\text{Ra}$ ) альфа-источника

В результате калибровки была определена ширина канала анализатора, она составила 8,25 кэВ/канал.

Для проведения данного эксперимента были изготовлены тонкие пленки методом магнетронного распыления на лавсан ( $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4$ ), данный материал был выбран в качестве подложки т.к. имеет в своем составе только легкие атомы, что позволит исключить влияние энергетических спектров подложки, на энергетические спектры тонких пленок исследуемых образцов с более тяжелым атомарным составом.

В результате были получены 3 пленки: Мо; Мо/Та; Мо/Та/W. Энергетический спектр для пленки молибдена (Мо) представлен на рис.3.

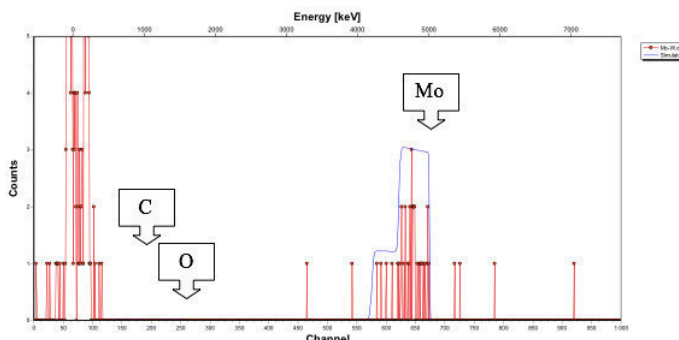


Рис. 3. Энергетический спектр для пленки молибдена (Mo) экспериментальный и модельный

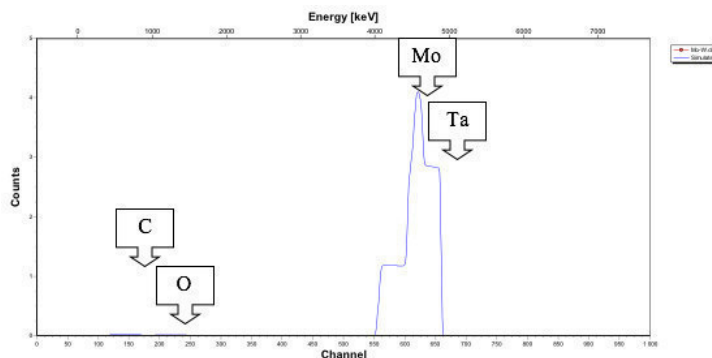


Рис. 3.1. Энергетический спектр для структуры молибден-тантал (Mo/Ta) модельный

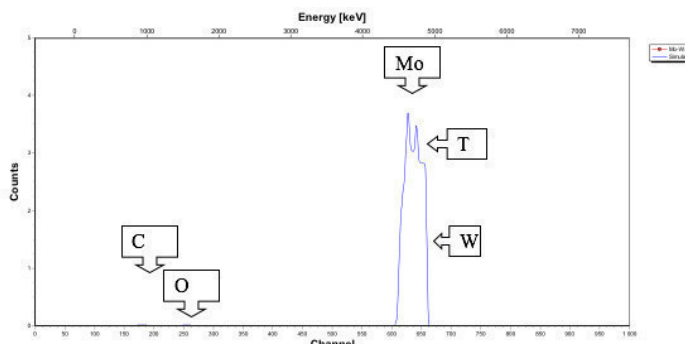


Рис. 3.2. Энергетический спектр для структуры молибден-тантал-ванадий (Mo/Ta/W) модельный

**Заключение.** Результаты показали, что в отсутствие ускорителя возможно использование альфа-источников для отработки технологических процессов. Также возможно использование в установках непосредственно для имплантации ионов в материалы, следить за процессом внедрения ионов, определение их глубины проникновения и распределение по глубине.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буркова И. Е., Заводчиков В.М., Ятис А.А., Сохорева В.В., Мирончик В.Г., Малютин В.М., Зуев А.В. Разработка и внедрение метода Резерфордского обратного рассеяния для создания новой полупроводниковой технологии и оптимизации имеющихся техпроцессов. / Томск, 1987 - 70с.
2. Ташлыкова–Бушкевич И. И. Метод Резерфордского обратного рассеяния при анализе состава твердых тел / Учеб. – метод. пособие – Мн: БГУИР, 2010 – 52 с.