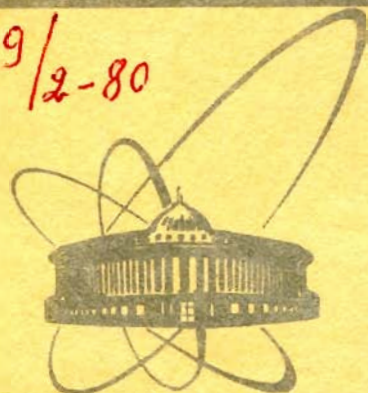


459/2-80



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

4/2-80

18 - 12854

Д.Рубио, Е.Л. Журавлева

ВЫБОР ДЕРЖАТЕЛЯ  
КОЛЬЦЕВОГО ИСТОЧНИКА ИОДА-125  
ДЛЯ РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

1979

18 - 12854

Д.Рубио, Е.Л. Журавлева

ВЫБОР ДЕРЖАТЕЛЯ  
КОЛЬЦЕВОГО ИСТОЧНИКА ИОДА-125  
ДЛЯ РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА



Рубио Д., Журавлева Е.Л.

18 - 12854

Выбор держателя кольцевого источника иода-125 для рентгенофлуоресцентного анализа

Выполнены исследования по подбору держателя изотопных источников  $^{125}\text{I}$  с оптимальными параметрами, повышающими чувствительность анализа, уменьшающими активность источников, необходимую для проведения анализа. Снята зависимость количества импульсов в пике и отношения пик/фон от различных параметров держателя - толщины защиты, диаметра коллиматора и др. Достигнута чувствительность анализа при использовании разработанных держателей -  $4 \cdot 10^{-4} \%$  - для молибдена,  $7 \cdot 10^{-4} \%$  - для серебра при времени измерения 5 мин.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Rubio D., Zhuravleva E.L.

18 - 12854

Selection of Holder for I-125 Ring Shaped Exciting Source in XRF Analysis

Studies have been carried out to choose an optimal-parameter holder for a  $^{125}\text{I}$  source, which would allow one to enhance the analysis sensitivity and decrease the source activity required for the analysis. The dependences of the number of pulses in the maximum and the peak-to-background ratio on various holder parameters such as the shield thickness, the collimator diameter, etc. have been measured. The developed holders allow one to achieve in 5-min measurements sensitivities of  $4 \times 10^{-4}$  per cent and  $7 \times 10^{-4}$  per cent for molybdenum and silver, respectively.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

При использовании метода рентгено-флуоресцентного анализа с помощью полупроводникового Si(Li) детектора и изотопных источников возбуждения вторичного излучения для достижения хороших результатов по чувствительности и экспрессности определения содержания элементов важное значение имеет подбор держателей изотопных источников с оптимальными параметрами. В литературе<sup>1-6</sup> этот вопрос частично затронут.

В данной работе исследуются 34 держателя для кольцевого источника иода-125. Полученные зависимости между определяющими параметрами системы источник - держатель источника - проба - детектор позволяют выбрать оптимальные держатели для иодного источника. Исследования проводились для пробы с диаметрами, бесконечно большими по отношению к диаметрам коллиматоров держателей. При 5-минутных измерениях в энергетической области молибдена достигнута чувствительность анализа  $4 \cdot 10^{-4} \%$ .

АППАРАТУРА

На рис. 1 показана общая схема системы источник - держатель - проба - детектор /ИДПД/, где указаны некоторые ее параметры. Для исследований были изготовлены 34 держателя с разными диаметрами коллиматоров -  $\Phi_2$  и различной толщиной защиты источник - детектор -  $\text{H}_2$  /см. табл. 1/. В экспериментах для диаметра пробы приняты постоянные значения  $\Phi_3 = 20$  мм. Оптимальная высота источник - проба -  $\text{H}_3$  определялась для всех случаев. Оказалось, что в исследуемых держателях она мало зависит от диаметров коллиматоров и толщины защиты, и равна  $\approx 3,3$  мм.

Для измерений использован Si(Li) детектор фирмы "Ortec" с диаметром чувствительной поверхности 5,12 мм, расстоянием детектор - бериллиевое окно - 2 мм и разрешением для  $\text{K}\alpha$  линии железа - 190 эВ. В качестве регистрирующего прибора использован 800-канальный анализатор фирмы "Nokia" типа LP-4840. Кольцевой источник иода-125 активностью  $\approx 7$  мкюри с внутренним и внешним диаметрами 22 и 38 мм - венгерской фирмы "Медимпекс".

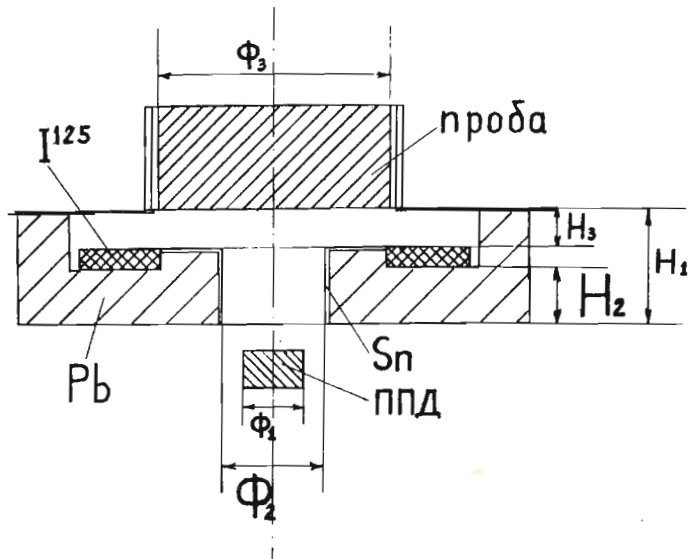


Рис. 1. Общая схема системы источник - держатель - проба - детектор.

Таблица 1

$\Phi_2^*$ /мм/	$H_2^{**}$ /мм/							
5	2	3	4	5	6	7	8	9
7	2	3	4	5	6	7	8	
9	2	3	4	5	6	7	8	
11	2	3	4	5	6	7	8	
13				5	6	7	8	9

\* Диаметр коллиматора.

\*\* Толщина защиты источник - детектор.

### ЭКСПЕРИМЕНТЫ. РЕЗУЛЬТАТЫ

Для решения поставленной задачи были сняты зависимости между соотношением сигнал/шум -  $I_{\Pi}/\Phi$ , количеством импульсов в пике -  $I_{\Pi}$ , толщиной защиты детектор - источник -  $H_2$  и диаметром коллиматора -  $\Phi_2$ , т.е.

$$I_{\Pi}/\Phi = f(H_2) \quad \text{при} \quad \Phi_2 = \text{const} \quad /1/$$

$$I_{\Pi} = f(H_2) \quad \text{при} \quad \Phi_2 = \text{const} \quad /2/$$

$$I_{\Pi}/\Phi = f(\Phi_2) \quad \text{при} \quad H_2 = \text{const} \quad /3/$$

$$I_{\Pi} = f(\Phi_2) \quad \text{при} \quad H_2 = \text{const} \quad /4/$$

Полученные зависимости /1/ и /2/ для набора исследуемых держателей приведены на рис. 2. Из рис. 2а видно, что оп-

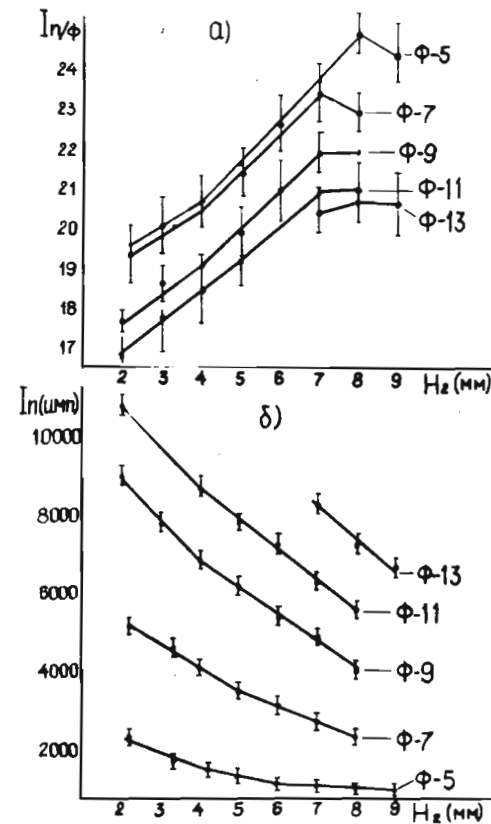


Рис. 2. Зависимости  $I_{\Pi}/\Phi = f(H_2)$  и  $I_{\Pi} = f(H_2)$  при  $\Phi_2 = \text{const}$ .

тимальная толщина защиты  $H_2$  для коллиматоров  $\Phi_2 = 7,9$  и 11 мм равна 7 мм, а для  $\Phi_2 = 5$  мм - равна 8 мм. Отношение  $I_{\Pi}/\Phi$  при этих значениях  $H_2$  наилучшее. Максимальное количество импульсов в пике обеспечивают держатели с большими коллиматорами и малой толщиной защиты /рис. 2б/. Отсутствие данных в ходе зависимости  $I_{\Pi}=f(H_2)$  для  $\Phi_2 = 13$  мм при толщине защиты  $< 7$  мм связано с перегрузкой счетной аппаратуры. На рис. 3 приведены зависимости /3/ и /4/ при  $H_2 = 2$  и 7 мм. При увеличении диаметров коллиматоров значение отношения  $I_{\Pi}/\Phi$  меняется относительно мало /от 1 до 0,8 в отн.ед. при  $H_2 = 7$  мм/. Значение же  $I_{\Pi}$  с изменением  $\Phi_2$  от 5 до 13 мм увеличивается примерно в 5-7 раз. Из рис. 2 и 3 можно сделать вывод о том, что для большинства

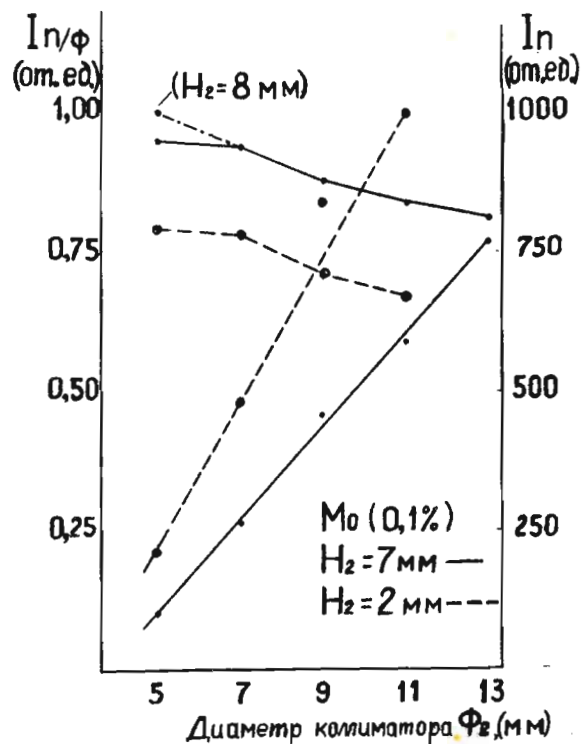


Рис. 3. Зависимости  $I_{\Pi}/\Phi = f(\Phi_2)$  и  $I_{\Pi} = f(\Phi_2)$  при  $H_2 = 2$  и 7 мм. Приведено значение  $I_{\Pi}/\Phi$  для  $\Phi_2 = 5$  мм и  $H_2 = 8$  мм (---).

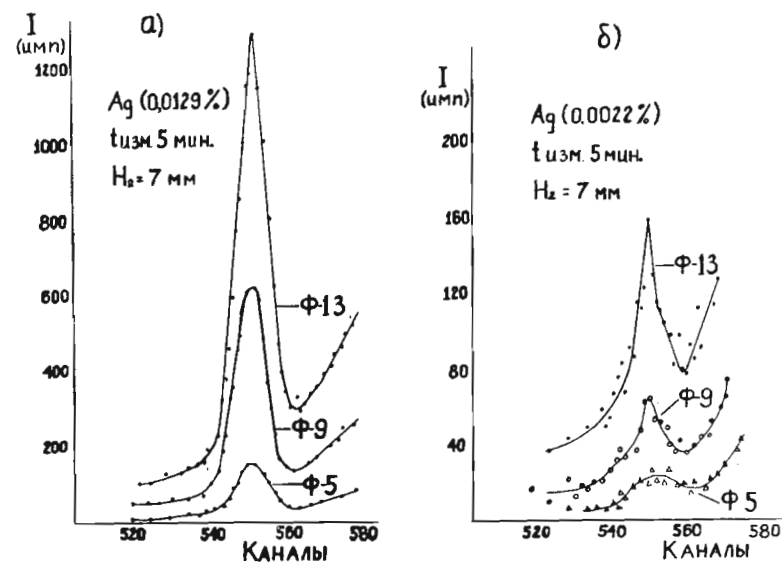


Рис. 4. Линии серебра двух проб при разных диаметрах коллиматоров и постоянной толщине защиты источник - детектор.

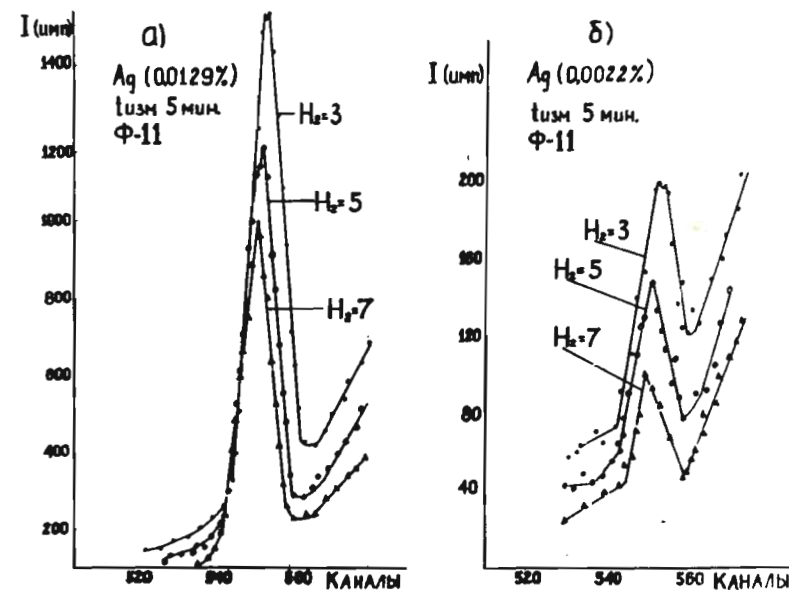


Рис. 5. Линии серебра двух проб при разной толщине защиты источник - детектор и постоянном диаметре коллиматоров держателей.

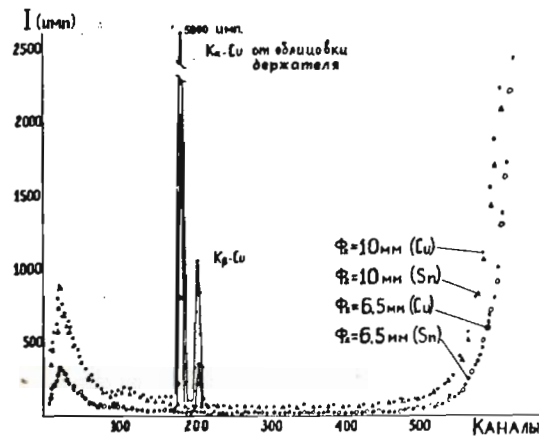


Рис. 6. Спектры проб чистого кремния, полученные на четырех держателях источников, облицованных оловом и медью.

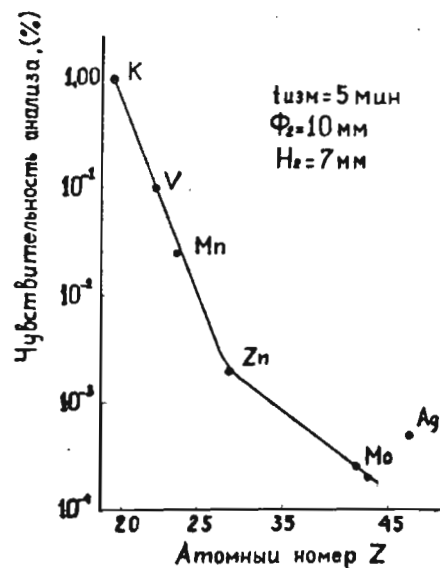


Рис. 7. Кривая чувствительности анализа элементов от калия до серебра при использовании изотопного источника иода-125;  $t$  измерения - 5 мин.

задач удовлетворительным может быть держатель с коллиматором  $\Phi_2 = 9$  мм и толщиной защиты  $H_2 = 7$  мм. Когда же требуется наилучшее соотношение сигнал/шум, можно использовать держатели с коллиматорами  $\Phi_2 = 5-7$  мм и толщиной защиты  $H_2 = 7-8$  мм. На рис. 4 показаны пики серебра, полученные при использовании держателей с коллиматорами  $\Phi_2 = 5,9$  и 13 мм и  $H_2 = 7$  мм при 5-минутном измерении. Можно видеть, что для этих проб лучшие результаты получаются при использовании держателя с большими коллиматорами. На рис. 5 приведены пики серебра, измеренные с держателями  $\Phi_2 = 11$  мм при разной толщине защиты  $H_2 = 3; 5$  и 7 мм. При  $H_2 = 3$  мм скорость счета в максимуме пика примерно в полтора раза больше, чем при  $H_2 = 7$  мм. Ухудшение соотношения сигнал/шум при этом незначительно. Держатель с малой толщиной защиты  $H_2 = 2-3$  мм и увеличенным диаметром коллиматора  $\Phi_2 = 11-13$  мм/ можно применять для увеличения количества импульсов в пике, в том числе при уменьшении активности источника иода-125, имеющего период полураспада всего 60 дней, продлевая таким образом срок его использования.

Для подавления L-линий свинца, из которого сделаны держатели, использована облицовка медью и оловом. На рис. 6 показаны спектры, полученные при измерении пробы чистого кремния на четырех держателях, два из которых облицованы медью и два других - оловом. Очевидно, что облицовка держателей оловом более выгодна, так как для работы можно использовать всю энергетическую область. На рис. 7 приведена кривая чувствительности анализа для элементов от калия до серебра при 5-минутном измерении на держателе, облицованном оловом с коллиматором  $\Phi_2 = 10$  мм и толщиной защиты  $H_2 = 7$  мм. При этом получена чувствительность анализа молибдена -  $4 \cdot 10^{-4}$  %, серебра -  $7 \cdot 10^{-4}$  %. Из рис. 8 видно, что ухудшение чувствительности для серебра связано с увеличением фона за счет вклада рассеянного излучения.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлены критерии подбора оптимальных держателей кольцевых источников иода-125 для анализа проб с относительно большими диаметрами по сравнению с диаметром коллиматоров держателей.

2. Даны рекомендации для выбора держателя при снижении активности источника иода-125.

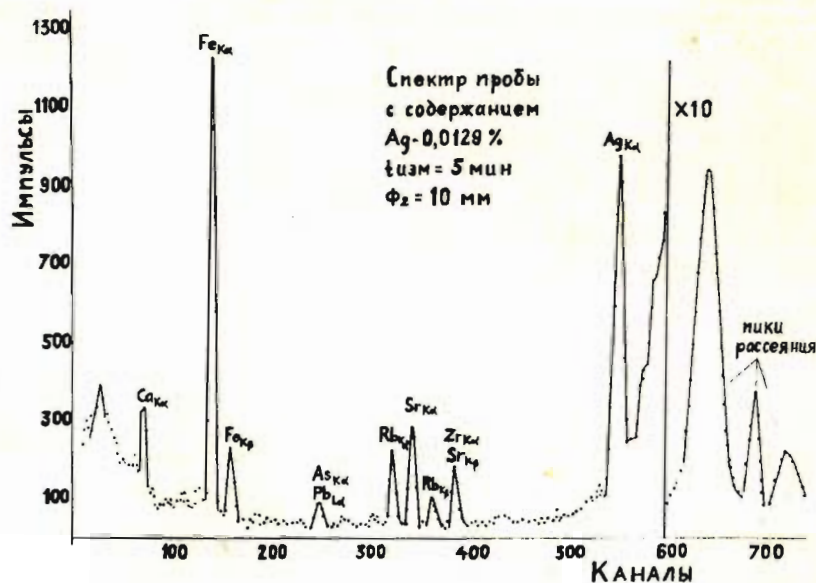


Рис. 8. Спектр геологической пробы с содержанием серебра 0,0129%.

3. Достигнута чувствительность анализа при использовании разработанных держателей для молибдена -  $4 \cdot 10^{-4}$  %, серебра -  $7 \cdot 10^{-4}$  % при 5 минутах измерения.

Авторы благодарят В.Я.Выропаева за полезные обсуждения результатов, а также А.Е.Ушкова за помощь в изготовлении держателей источников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Kis-Varga M., Bacso J. J. Radioanalytical Chemistry, 1976, vol.31, p.407-421.
2. Вольдсет Р. Прикладная спектрометрия рентгеновского излучения. Атомиздат, М., 1977.
3. Якубович А.Л. и др. Ядерно-физические методы анализа минерального сырья. Атомиздат, М., 1973.

4. Субботин В.Г. и др. ОИЯИ, Р13-7963, Дубна, 1974.
5. Giauque R.D. Analytical Chemistry, November 1968, vol.40, No.13.
6. Rhodes J.R. The Analyst., 1966, vol.91, No.1088.

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 октября 1979 года.