

Применение рентгеноспектрального анализа для определения изотопного состава урана

С. С. ЛЕНИН, И. В. СЕРИКОВ

УДК 550.835:546.791

Внедрение изотопно-уранового метода в практику геологоразведочных работ тормозится отсутствием точных, производительных и дешевых методов изотопного анализа. Наиболее точным из них является α -спектрометрический метод с использованием импульсной ионизационной камеры [1, 2]. Однако малая производительность этого метода, высокая стоимость оборудования и отсутствие серийно выпускаемых ионизационных камер не позволяют надеяться на его широкое применение в ближайшие годы.

В настоящем сообщении излагается способ определения изотопного отношения, являющийся видоизменением α -весового метода [3], предложенного И. Е. Стариком.

При анализе тонких слоев урана, электролитическим путем нанесенных на диски из алюминия или нержавеющей стали, для нахождения отношения U^{234}/U^{238} достаточно измерить их рентгеновскую флуоресценцию, соответствующую U^{238} , и общую α -активность.

Если слой урана настолько тонок (≤ 100 мкг/см²), что самопоглощением в нем α -частиц и рентгеновских квантов можно пренебречь, то справедливы следующие соотношения:

$$N_p = kU_I,$$

$$N_\alpha = l(U_I + U_{II}),$$

где N_p — число зарегистрированных квантов флуоресцентного уранового излучения; N_α — число зарегистрированных α -частиц; U_I — содержание в слое U^{238} ; U_{II} — содержание в слое U^{234} в единицах равновесного U^{238} ; k и l — коэффициенты пропорциональности.

Решив систему этих уравнений, получим

$$\frac{U_{II}}{U_I} = \frac{k}{l} \cdot \frac{N_\alpha}{N_p} - 1.$$

Проведя измерения эталонного препарата, в котором $U_{II}^0/U_I^0 = 1$, найдем отношение коэффициентов пропорциональности:

$$\frac{k}{l} = 2 \cdot \frac{N_p^0}{N_\alpha^0}.$$

Окончательная формула для вычисления изотопного отношения имеет следующий вид:

$$\frac{U_{II}}{U_I} = 2 \left(\frac{N_p}{N_p^0} \cdot \frac{N_\alpha}{N_\alpha^0} - \frac{1}{2} \right).$$

Предлагаемый способ был проверен на девяти произвольно взятых пробах различного содержания, изотопное отношение урана в которых было определено по измерениям на α -ионизационном спектрометре. Измерение рентгеновской флуоресценции урана проводилось на серийном рентгеновском спектрометре ФРС-2 по L_α -линии. Время измерений 100 сек, относительная средняя квадратичная ошибка не превышала 1%. Альфа-активность измерялась на простом радиометре со сцинтилляционным счетчиком, в качестве фосфора использовалась кристаллическая пластинка CsJ(Tl). Время измерений равнялось 10 мин, статистическая ошибка составляла 2%.

Порог чувствительности рентгеноспектрального определения урана при времени измерений 100 сек равен 10^{-7} г. Поэтому порог чувствительности предлагаемого способа определения изотопов урана обусловлен только временем измерения общей α -активности. Результаты определения отношения изотопов урана предлагаемым и α -спектрометрическим способом приведены в таблице, из которой следует, что расхож-

Сравнение результатов определения отношения U_{II}/U_I предлагаемым и α -спектрометрическим методами

Предлагаемый метод	Альфа-спектрометрический метод	Отклонение, %
0,59	0,58	2
0,74	0,77	4
0,90	0,85	6
1,10	1,02	8
1,06	1,10	3
1,78	1,64	8
2,46	2,15	14
3,62	3,50	4
1,01	1,01	Принято за эталон

дение данных находится в пределах ошибок измерений.

Поступило в Редакцию 12/VI 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

- В. И. Баранов и др. «Геохимия», № 5 (1958).
- Ю. В. Громцев и др. «Вопросы разведочной радиометрии», № 1 (1959).
- И. Е. Старик и др. «Геохимия», № 5 (1958).