

**ԵՐԿՐՈՐԴԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹԻՉԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ Am-241 ԻՋՈՏՈՊՈՎ
ՊՂՆՁԻ ՌԵՆՏԳԵՆԱՌԱՐԻՈՍԵՏՐԱԿԱՆ ՆՄՈՒՇԱՐԿՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ**

© 2016 թ. Ա.Ա. Թամրազյան

*ՀՀ ԳԱՍՍ Ա. Նազարովի անվ. Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային
սեյսմաբանության ինստիտուտ
3115, Գյումրի, Վ. Սարգսյան փ., 5
E-mail: artush.tamrazyan@mail.ru
Հանձնված է խմբագրություն 24.02.2016 թ.*

Հոդվածում ներկայացված է առաջնային ռադիոակտիվ աղբյուրի հետ երկրորդական ճառագայթիչների կիրառմամբ պղնձի ռենտգենառադիոմետրական նմուշարկման փորձը:

Երկրորդական ճառագայթիչների կիրառումը հնարավորություն է տալիս ստանալ անհրաժեշտ էներգիայով մոնոքրոմատիկ ֆոտոնների հոսք: Որոշվող էլեմենտի երկրորդական սպեկտրը բավականին մաքուր է, կազմված է միայն վերջինիս բնութագրիչ և երկրորդական ճառագայթիչի բնութագրիչ ճառագայթի միապատիկ ցրման ճառագայթների հոսքերից:

Պղնձի նմուշարկման համար որպես առաջնային ռադիոակտիվ աղբյուր օգտագործել ենք Am-241 ($T_{1/2}=460$ տարի) իզոտոպը, իսկ որպես երկրորդական ճառագայթիչ ծառայել է կադմիումը: Կոմբինացված այս աղբյուրը գործնականում հանդիսանում է հավերժ և նրա կիրառումը լեռնային փորվածքներում պղնձի նմուշարկման համար տնտեսապես շատ շահավետ է:

Ռենտգենառադիոմետրական մեթոդով էլեմենտների անալիզի կամ նրանց բնական տեղադրման պայմաններում նմուշարկելու համար կիրառվող ռադիոակտիվ աղբյուրների նկատմամբ ներկայացվում են որոշակի պահանջներ: Նախ, նրանք պետք է ունենան որոշվող էլեմենտի բնութագրիչ ճառագայթների էներգիան գերազանցող մոնոքրոմատիկ ռենտգենյան կամ γ -ճառագայթներ և նրանց երկրորդական ցրման ճառագայթները չպետք է ընկնեն ուսումնասիրվող էլեմենտի բնութագրիչ ճառագայթների էներգիայի տիրույթը: Բացի այդ, օգտագործվող ռադիոակտիվ աղբյուրը պետք է ունենա կիսատրոհման մեծ պարբերություն, բարձր տեսակարար ակտիվություն և թանկարժեք չլինի:

Գոյություն ունեցող ռադիոակտիվ աղբյուրները ոչ լրիվ են բավարարում նշված պայմաններին և կարևորվում է նոր մոտեցումներով և տեխնիկական միջոցներով աղբյուրի հնարավորությունների ընդլայնման խնդիրը:

Այս խնդրի լուծման էֆեկտիվ եղանակներից է ռենտգենառադիոմետրական անալիզի ժամանակ չափող սարքերում առաջնային ռադիոակտիվ աղբյուրի հետ երկրորդական ճառագայթիչների (թիրախների) կիրառությունը (Якубович 1969, Мейер 1972, Леман 1979):

Մեր կողմից փորձ է արվել պղնձի նմուշարկման համար որպես առաջնային ճառագայթման աղբյուր օգտագործել ինստիտուտում առկա

(երկու հատ) Am-241 ռադիոակտիվ իզոտոպները 7×10^5 կբբ ընդհանուր ակտիվությամբ:

Am-241 աղբյուրի համար բնորոշ է ալֆա-տրոհումը, որն ուղեկցվում է գամմա-ճառագայթների արձակումով: Ալֆա-տրոհումն ուղեկցվում է նաև տրոհման արդյունքում առաջացած նոր էլեմենտի բնութագրիչ ռենտգենյան ճառագայթների արձակմամբ:

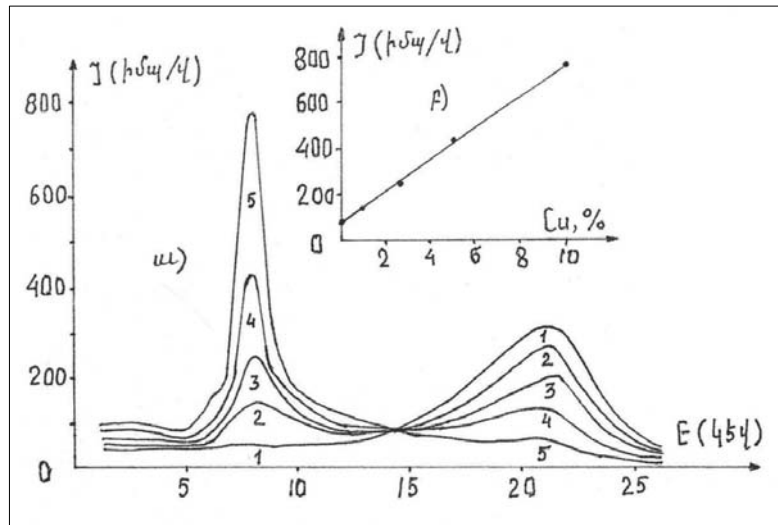
Էլեմենտների գոգուման և նրանցում ռենտգենյան լուսածորում ստանալու համար Am-241-ը սովորաբար օգտագործում են և՛ որպես ալֆա-մասնիկների աղբյուր և՛ որպես ֆոտոնային հոսքի աղբյուր: Մեր խնդրի լուծման ժամանակ կիրառել ենք Am-241 աղբյուրի առաջնային սպեկտրում լավ արտահայտված 60 կեվ էներգիայով ֆոտոնների հոսքը: Որպես երկրորդական ճառագայթիչ ընտրել ենք կադմիում էլեմենտը, որի 23 կեվ էներգիայով բնութագրիչ ճառագայթները բավականին էֆեկտիվ գոգում են պղնձի K-անալիտիկ գիծը:

Թիրախի լուսածորման մաքուր սպեկտր ստանալու համար նրա գոգուման K-եզրի էներգիան պետք է 2-2.5 անգամ փոքր լինի առաջնային աղբյուրի էներգիայից (Камерон 1962): Ըստ այդ պայմանի մեր խնդրի լուծման համար կադմիումից բացի որպես թիրախներ, փաստորեն, կարելի է օգտագործել նաև այլ այնպիսի էլեմենտներ, որոնց բնութագրիչ K-ճառագայթների էներգիան ընկած լինի 20-30 կեվ տիրույթում, օրինակ՝ պալադիում (21 կեվ), արծաթ (22 կեվ), անագ (25 կեվ), ծարիր (26 կեվ), տելուր (27 կեվ): Am-241 ռադիոակտիվ իզոտոպի հետ որպես թիրախներ՝ երկրորդական ճառագայթիչներ օգտագործելու համար թվարկված բոլոր էլեմենտները բավարարում են վերը նշված պայմանին:

Մյուս կողմից, Am-241 իզոտոպի 460 տարի կիսատրոհման պարբերությունը հնարավորություն է տալիս այն օգտագործել շատ երկար ժամանակ (գործնականում՝ «անժամկետ»), իսկ ակտիվությունը լիովին բավարարում է թիրախների էֆեկտիվ գոգուման և նրանցից ֆոտոնների ինտենսիվ հոսք ստանալու համար:

Չափիչ սարքի հարմարանքում Am-241-ը և կադմիումից թիրախը կոշտ ամրացվում են այնպիսի երկրաչափությամբ, որ Am-241-ի առաջնային ճառագայթները չեն ընկնում հետագոտվող միջավայրի մակերևույթին, այլ ուղղված են դեպի թիրախը, իսկ թիրախից առաքվող բնութագրիչ ճառագայթները նոր միայն ուսումնասիրվող միջավայրում ստեղծում են ռենտգենյան լուսածորում:

Այսպիսով, պղնձի նմուշարկման համար որպես առաջնային ռադիոակտիվ աղբյուր կիրառվել է Am-241 իզոտոպը կադմիումի ճառագայթիչով: PPK-103 “Поиск” սարքով և նշված ռադիոակտիվ աղբյուրով պղնձի էտալոնային նմուշների վրա ստացված երկրորդային սպեկտրները ներկայացված են նկ. 1-ում:



Նկ.1 Պղնձի պարունակության որոշումը Am-241 ռադիոակտիվ աղբյուրով՝ կադմիումի ճառագայթիչի (թիրախի) կիրառմամբ
ա - պղնձի էտալոնային նմուշների վրա ստացված երկրորդական զամմա-սպեկտրները, *բ* – պղնձի բնութագրիչ ճառագայթման ինտենսիվության ($Cu, \%$ 1-0; 2-1.0; 3-2.5; 4-5.0; 5-10.0) կախվածությունը նմուշում պղնձի պարունակությունից (էտալոնային կոր)

Եթե գոգոդ ճառագայթները կազմված են միայն էլեմենտ-թիրախի բնութագրիչ ռենտգենյան ճառագայթներից, ապա ուսումնասիրվող միջավայրից ստացված երկրորդական սպեկտրում հստակ առանձնանում են միապատիկ ցրման ճառագայթների պիկն ու որոշվող էլեմենտի անալիտիկ գիծը և, հետևաբար, ապահովվում է նաև չափման առավելագույն զգայունակությունը:

Այս դեպքում անալիտիկ գծի շրջանում ֆոնային արժեքը և մեթոդի զգայունակությունը գործնականում ամբողջությամբ որոշվում են միայն դետեկտորի էներգետիկ թույլատրելիությամբ:

Միապատիկ ցրման ճառագայթների էներգետիկ պիկը երկրորդական սպեկտրում գտնվում է 21 կէվ-ի սահմաններում: Դա համապատասխանում է Կոմպտոնի հայտնի բանաձևով տեսականորեն հաշված արժեքին, որը կադմիումի անալիտիկ գծի միապատիկ ցրման ճառագայթների էներգիայի համար կազմում է 21.2 կէվ:

Կադմիումից պատրաստված երկրորդական ճառագայթիչով Am-241-ը կիրառել ենք Ալավերդու պղնձի հանքավայրի 5-րդ բովանգքում պղնձի ռենտգենառադիոմետրական նմուշարկման ժամանակ: Չափումներն իրականացվել են PPK-103 “Поиск” սարքով, որտեղ ճառագայթների գրանցման համար օգտագործվել են Cu-6P քսենոնային համեմատական հաշվիչները, որոնց էներգետիկ թույլատրելիությունը պղնձի անալիտիկ գծի համար կազմել է 15%:

Նմուշարկումը փորվածքի պատերի վրա կատարվել է հիմնականում ակոսներով, որոնցով վերցվել էին նմուշները երկրաբանական նմուշարկման ժամանակ: Չափումները կատարվել են հիմնականում 15-րդ հանքային երակի գոտում 10 սմ քայլով: Ուսումնասիրվող մակերևույթի անհարթությունով, կամ, որ նույնն է՝ տվիչ-ուսումնասիրվող մակերևույթ եղած հեռավորության փոփոխությունով պայմանավորված ազդեցությունը չափման արդյունքների վրա նվազեցնելու նպատակով կիրառել ենք ինվերսիոն գոնդ:

Բնական տեղադրման պայմաններում բոլոր հանքանյութերը ռենտգենառադիոմետրական մեթոդի կիրառման տեսանկյունից հանդիսանում են խոշորահատիկ, տարակազմ, քանի որ հանքային ներփակումների ու երակիկների չափերը հիմնականում գերազանցում են ռենտգենառադիոմետրական մեթոդի խորքայնությունը: Այդ դեպքում, ինչպես հայտնի է (Тамразян, 1986), կիրառում են չափման սպեկտրալ ինտենսիվության կամ սպեկտրալ հարաբերությունների եղանակները: Քանի որ որոշվող էլեմենտի անալիտիկ գծի տիրույթում ցրման ճառագայթների կամ խանգարիչ էլեմենտների անալիտիկ գծերի հաշվին չի ստեղծվում խանգարիչ, լրացուցիչ ֆոն, ապա նպատակահարմար է կիրառել չափման սպեկտրալ ինտենսիվության եղանակը:

Ալավերդու հանքային դաշտում առանձնանում են երակային և ներփակվածքային հանքայնացման տիպերը: Տեկտոնական խիստ խախտվածությամբ պայմանավորված՝ տեղամասում առավել զարգացած է հանքայնացման երակային տիպը, որտեղ գերակայում է պիրիտ-խալկոպիրիտային միներալոգիական կազմը: Նման, համեմատաբար պարզ միներալոգիական կազմ ունեցող հանքավայրում նպատակահարմար է չափումներն իրականացնել սպեկտրալ ինտենսիվության եղանակով:

Սպեկտրալ ինտենսիվության եղանակով փորվածքում չափված ռենտգենառադիոմետրական նմուշարկման օրինակ է բերված նկ. 2-ում:

Պղնձի պարունակության քանակական որոշման ճշտությունն ու հուսալիությունը սովորաբար գնահատվում է ռենտգենառադիոմետրական և երկրաբանական նմուշարկման տվյալների համեմատության ճանապարհով, ընդ որում երկրաբանական նմուշարկման տվյալներն ընդունվում են որպես իրական: Դրա հետ կապված շատ հետազոտողներ ձգտում են, որպեսզի ռենտգենառադիոմետրական մեթոդի տվյալների պատահական շեղումների արժեքները երկրաբանական նմուշների քիմիական անալիզի հետ համեմատելու ժամանակ ներգրվեն (տեղավորվեն) հենց քիմիական անալիզի համար թույլատրելի սխալների սահմաններում: Սակայն այդ թույլատրելի սխալը տարածվում է միայն երկրաբանական նմուշարկման վերջին օղակի՝ քիմիական անալիզի տվյալների վրա, այլ ոչ ամբողջ պրոցեսի վրա,

Ընդհանրացնելով և համեմատելով Ալավերդու հանքավայրի 5-րդ բովանգքի տարբեր հատվածներում իրականացրած երկրաբանական և ռենտգենառադիոմետրական նմուշարկման տվյալները, պարզ է դառնում, որ ռենտգենառադիոմետրական մեթոդով բնական տեղադրման պայմաններում պղնձի պարունակությունը կարելի է որոշել երկրաբանա-հետախուզական աշխատանքների պահանջներին բավարարող ճշտությամբ: Այսինքն՝ պետք է փաստել, որ Am-241 ռադիոակտիվ աղբյուրի հետ կադմիումից պատրաստված երկրորդական ճառագայթիչի կիրառումը լեռնային փորվածքներում ռենտգենառադիոմետրական նմուշարկման ժամանակ լրիվ նպատակահարմար է և արդարացված:

Հաշվի առնելով նաև ռենտգենառադիոմետրական մեթոդի արագությունը և այն հանգամանքը, որ օգտագործվում է շատ էժան և երկարակյաց ռադիոակտիվ աղբյուր, ապա պարզ է դառնում, թե ինչ էֆեկտիվություն և տնտեսական շահ կարող է ապահովել նրա կիրառումը բնական տեղադրման պայմաններում պղնձի նմուշարկման ժամանակ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Камерон Дж., Роудс Дж.** Применение радиоактивных источников в рентгенорадиометрии. – “Атомная техника за рубежом”, 1962, N2, с.30-35.
- Леман Е.П., Болотова Н.Г., Аболешин В.М., Герлинг В.Э., Сиденко В.В., Грабовский А.В.** Применение вторичных излучателей в зондах рентгенорадиометрической аппаратуры БВД-С и БВД-П. Геофизическая аппаратура, 1979, вып. 68, с.46-52.
- Мейер В.А., Пшеничный Г.А., Нахабцев В.С., Плотников Р.И., Кротков М.И.** Радиоизотопный источник с регулируемым спектром испускаемого излучения. Вопросы геофизики, вып. 22, Учен. зап. ЛГУ, 1972, с.89-93.
- Тамразян А.А., Леман Е.П.** Рентгенорадиометрический метод опробования гетерогенных руд. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1986, 120с.
- Якубович А.Л., Зайцев Е.И., Пржиялговский С.М.** Ядернофизические методы анализа минерального сырья. Атомиздат, М., 1969, 415с.

Գրախոսող՝ Ռ. Միրիջանյան

ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ ПРИ РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОМ ОПРОБОВАНИИ МЕДИ ИЗОТОПОМ Am-241

А.А. Тамразян

Резюме

При проведении рентгенорадиометрического опробования используемые источники должны иметь большой период полураспада, высокую удельную активность, небольшую стоимость. Однако число радиоактивных источников с указанными характеристиками очень ограничено.

В настоящее время этот вопрос решается с помощью применения вторичного излучателя в сочетании с источником первичного излучения. Для опробования меди в качестве источника первичного излучения в датчике

использовали радиоактивный изотоп Am-241, а вторичным излучателем служил кадмий, характерное рентгеновское излучение которого составляет 23 КэВ.

Нужно отметить, что комбинированный источник на основе изотопа Am-241 является практически вечным ($T_{1/2}=460$ лет) и его применение при рентгенорадиометрическом опробовании горных выработок экономически очень выгодно.

THE USE OF THE SECONDARY ILLUMINATOR DURING THE X-RAY RADIOMETRIC SAMPLING OF THE COOPER WITH AM-241 ISOTOPE

A.A. Tamrazyan

Abstract

The article presents the experiment of the X-ray radiometric sampling of the cooper with primary radioactive source using the secondary illuminators.

The use of the secondary illuminators gives an opportunity to acquire monochromatic photon stream with the necessary energy. The secondary spectrum of the detectable elements is considerably clear and is formed only with the one-time dispersible rays' stream of the characteristic ray of its characteristic and secondary illuminator.

For the sampling of the cooper we have used Am-241 isotope ($T_{1/2}=460$ year) as a primary radioactive source. Cadmium has served as a secondary illuminator. This combined source is practically perpetual and its use in mountainous output for the cooper sampling is economically very beneficial.