

Ս.Վ. ՇԱՀՎԵՐԴՅԱՆ, Ա.Ռ. ՄԻՄՈՆՅԱՆ

**¹⁶N ՌԱԴԻՈՆՈՒԿԼԻԴԻ ՏՐՈՂՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ
ՀԱԷԿ-Ի ԱՌԱՋԻՆ ԿՈՆՏՈՒՐԻՑ ԱՐՏԱՀԱՍՏԻ ԳՐԱՆՑՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ**

Ներկայացվում է ԱԱԷԿ-ի առաջին կոնտուրի ջերմակրի արտահոսքի հայտնաբերման և գրանցման մեթոդ: Այն հիմնված է ռեպերային իզոտոպի ¹⁶N օգնությամբ ԱԱԷԿ-ի առաջին կոնտուրի ջերմակրի ակտիվության գրանցման վրա: Ներկայացվում է նաև ¹⁶N-ի՝ որպես ռեպերային իզոտոպի ընտրության հիմնավորումը:

Առանցքային բառեր. առաջին կոնտուր, ջերմակիր, արտահոսք, ռեպերային իզոտոպ:

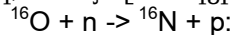
ՀԱԷԿ-ի նորմալ աշխատանքի ժամանակ շոգեգեներատորների և գլխավոր շրջանառության պոմպերի բոքսում առկա է որոշակի գամմա ֆոն, որը պայմանավորված է բոքսում տեղաբախշված և առաջին կոնտուրի ռադիոակտիվ ջերմակրով աշխատող խողովակաշարերից և սարքավորումներից ճառագայթումով: Ճառագայթման աղբյուր հանդիսացող իզոտոպների մի մասն առաջանում է հենց ռեակտորում, իսկ մյուս մասը ջրաքիմիական ռեժիմը կարգավորելու համար առաջին կոնտուր մուտք արված և հետագայում ակտիվացած քիմիական ռեագենտներն են: Առաջին կոնտուրում առկա իզոտոպների գամմա ճառագայթման սպեկտրը բավականին լայն է՝ 0,25...6,13 Mev: Գամմա ֆոնը բոքսում կարող է փոփոխվել կախված տվյալ գամմա ճառագայթման աղբյուր հանդիսացող իզոտոպի առաջին կոնտուրում ունեցած ծավալային ակտիվության փոփոխման չափից: Ըստ իզոտոպի առաջացման աղբյուրի՝ իզոտոպի ծավալային ակտիվությունը առաջին կոնտուրում կարող է փոխվել՝ կախված ջրա-քիմիական ռեժիմից, տեխնոլոգիական գործընթացներից և ռեակտորի հզորությունից: Սակայն եթե վերը նշված գործոնները չեն փոխվում, ֆոնը կարող ենք համարել հաստատուն:

Դիտարկենք արտահոսքն առաջին կոնտուրի գլխավոր շրջանառության խողովակից: Եթե արտահոսքի տեղամասում տեղադրվի գամմա դետեկտոր, ապա արտահոսքը սկսվելուց հետո այն կգրանցի ֆոնի մեծացում, որն այս դեպքում նշանակում է արտահոսքի առկայություն: Այսպիսով, այս եղանակով կարող ենք գրանցել արտահոսքի առկայությունը: Հետևաբար կարելի է մշակել արտահոսքի գրանցման համակարգ, որը կգրանցի արտահոսքի առաջացման վայրը և ,ինչպես ցույց կտանք ստորև, նաև արտահոսքի չափը: Սակայն ֆոնը կարող է մեծանալ նաև առաջին կոնտուրում գամմա իզոտոպի ծավալային ակտիվության մեծացման պատճառով, որը դետեկտորի կողմից նույնպես կգրանցվի որպես արտահոսք: Գրանցման անհրաժեշտ ճշգրտություն ապահովելու համար պետք է կատարել ռեպերային իզոտոպի ճիշտ ընտրություն: Ռեպերային իզոտոպին ներկայացվում են հետևյալ պահանջները.

- 1) նուկլիդի մեծ ծավալային ակտիվություն առաջին կոնտուրում,
- 2) ռեպերային իզոտոպի ծավալային ակտիվությունը պետք է կախված չլինի տեխնոլոգիական պրոցեսների փոփոխություններից և ջրա-քիմիական ռեժիմից,

3) այդ իզոտոպը պետք է ունենա ճառագայթման հարմար էներգետիկ տիրույթ: Այսինքն՝ իզոտոպի գամմա քվանտի էներգիան չընդգրկվի այլ իզոտոպի ճառագայթման էներգետիկ դիապազոնում: Վերջինս անհրաժեշտ է նրա համար, որպեսզի դետեկտորը հավաստի ձևով գրանցի միայն ռեպերային իզոտոպի ակտիվության փոփոխությունները և այլ իզոտոպների ծավալային ակտիվությունների փոփոխությունները չգրանցի որպես ռեպերային իզոտոպի ծավալային ակտիվության փոփոխություն:

Առաջին պայմանին բավարարում են ^{16}N , ^{24}Na , ^{42}K իզոտոպները, որոնց ծավալային ակտիվությունները ռեակտորի 100% հզորության վրա աշխատանքի ժամանակ կազմում են. $A_v(^{16}\text{N}) \approx 3.7 \cdot 10^9 \text{ Fy/l}$, $A_v(^{24}\text{Na}) \approx 1.4 \cdot 10^6 \text{ Fy/l}$, $A_v(^{42}\text{K}) \approx 1.6 \cdot 10^7 \text{ Fy/l}$: Հաշվի առնելով, որ ինչպես ^{24}Na -ի, այնպես էլ ^{42}K -ի ծավալային ակտիվությունները կախված են առաջին կոնտուրի ջրա-քիմիական ռեժիմից, ավելի նպատակահարմար է ընտրել ^{16}N իզոտոպը: Այն առաջանում է ռեակտորի ակտիվ գոտում արագ նեյտրոնների կողմից թթվածնի միջուկների ռմբակոծման ժամանակ, հետևյալ ռեակցիայում.



^{16}N ծավալային ակտիվությունը կախված չէ ոչ ջրա-քիմիական ռեժիմից և ոչ էլ ջերմակրի ակտիվության կոռոզիոն բաղադրիչից: ^{16}N ունի նաև ճառագայթման հարմար էներգետիկ տիրույթ, քանի որ ունի էներգետիկ սպեկտր 5...7 Mev-ի շրջակայքում և ինտենսիվ գազաթ (69%) գամմա քվանտի 6,13 Mev էներգիայի դեպքում: ^{16}N ռադիոնուկլիդի կիսատրոհման պարբերությունը բավականին փոքր է մոտ 7,12 վրկ:

Հետազոտելով արտահոսքի դեպքում ակտիվության աճի դինամիկան կարելի է տեսնել, որ մոտավորապես 55 վրկ-ից ^{16}N -ի ակտիվությունը դուրս է գալիս պլատո: Ենթադրենք ունենք F լ/ժամ ծախքով արտահոսք, ջերմակրի ծավալային A_v ակտիվությամբ, որը բերում է $A_v^* \cdot F$ արագությամբ առաջին կոնտուրից ակտիվության

«դուրս նետմանը»: Ըստ ակտիվության դասական սահմանման $A = N \times \lambda$ կամ $N = \frac{A}{\lambda}$:

Որտեղ N-ը տվյալ ռադիոնուկլիդի դեռ չտրոհված միջուկների թիվն է, λ -ն այդ իզոտոպի համար տրոհման հաստատունն է: Ակտիվությունը արտահոսքի պատճառով dt ժամանակում կաճի հետևյալ ձևով.

$$\delta N_1 = \frac{\delta A}{\lambda} = \frac{\Phi \times A_v}{\lambda} \times \delta t, \quad (1)$$

որտեղ dN_1 -ը արտահոսքի հետևանքով ռադիոնուկլիդի միջուկների թվի աճն է: Այդ ակտիվությունը նաև կնվազի նուկլիդների տրոհման հետևանքով $dN_2 = N \lambda dt$: Որտեղ dN_2 -ը ռադիոնուկլիդի միջուկների թվի նվազումն է տրոհման հետևանքով: Հաշվի առնելով աճի և նվազման երկու հավասարումները՝ կարող ենք գրել ըստ ժամանակի ակտիվության բալանսի հավասարումը:

$$dN = dN_1 - dN_2 = \frac{F \times A_v}{\lambda} \times dt - \lambda N \times dt \quad (2)$$

կամ

$$dt = \frac{dN}{\left(\frac{F \times A_v}{\lambda} - N \lambda \right)}; \quad (3)$$

$$\lambda dt = -\frac{d\left(\frac{FA_v}{\lambda} - N\lambda\right)}{\frac{FA_v}{\lambda} - N\lambda}; \quad (4)$$

Վերջին արտահայտությունը ինտեգրելով՝ կստանանք,

$$\int \lambda dt = -\int \frac{d\left(\frac{FA_v}{\lambda} - N\lambda\right)}{\frac{FA_v}{\lambda} - N\lambda}; \quad (5)$$

$$-\lambda t = \ln \left| \frac{FA_v}{\lambda} - N\lambda \right| + C; \quad (6)$$

C հաստատուն գործակիցը կարելի է գտնել՝ հավասարման մեջ տեղադրելով սկզբնական պայմանները. $t=0$; $N=0$: Արդյունքում կստանանք՝

$$C = -\ln \frac{FA_v}{\lambda}, \quad (7)$$

որը տեղադրելով հավասարման մեջ՝ կստանանք.

$$-\lambda t = \ln \left(1 - \frac{N\lambda^2}{FA_v} \right), \quad (8)$$

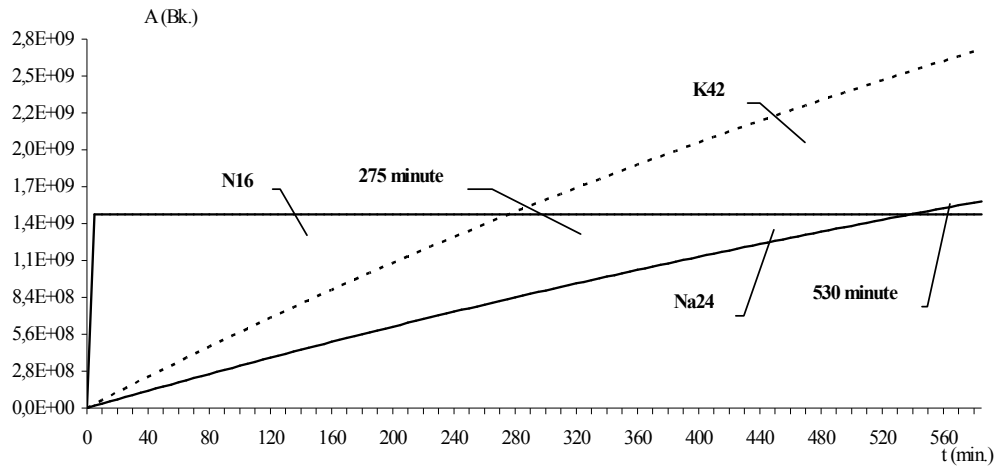
$$e^{-\lambda t} = 1 - \frac{N\lambda^2}{FA_v}; \quad (9)$$

Ստանում ենք չտրոհված միջուկների թվի կապը ժամանակի հետ (որոնք էլ տալիս են դետեկտորի հաշիվը):

$$N(t) = \frac{FA_v}{\lambda^2} \left(1 - e^{-\lambda t} \right); \quad (10)$$

Ստորև բերված գրաֆիկն արտահայտում է տարբեր ռադիոնուկլիդների համար ակտիվության աճի կախվածությունը ժամանակից՝ ըստ (10) բանաձևի: Ինչպես երևում է բերված գրաֆիկից, ^{24}Na -ի և ^{42}K -ի ակտիվությունների կախումը զծային է, այսինքն՝ որոշ ժամանակ անց (համապատասխանաբար 573 թ. և 375 թ.) այս ռադիոնուկլիդների ակտիվությունը կսկսի գերազանցել ^{16}N -ի ակտիվությունը: Իսկ արտահոսքը օպերատիվ գրանցելու համար ավելի նպատակահարմար է ընտրել ^{16}N -ը, որի ակտիվությունը արտահոսքի սկսման առաջին ժամերի ընթացքում, մոտ 3 կարգով գրազանցում է ^{24}Na -ի և ^{42}K -ի ակտիվությունները: Բացի այդ, ինչպես երևում է գրաֆիկից, ^{16}N -ի ակտիվությունը որոշ ժամանակ անց դուրս է գալիս “պլատո”։ Տարբեր ծախսերով արտահոսքերին կհամապատասխանեն ակտիվության պլատոյի տարբեր արժեքներ։ Այս առանձնահատկությունը կարելի է

օգտագործել որպես արտահոսքի հայտնաբերման լրացուցիչ պայման: Այսպիսով, արտահոսքի գրանցման համար, որպես ռեպերային իզոտոպ հարմար է ընտրել ^{16}N ռադիոնուկլիդը, որպես այնպիսի ակտիվության աղբյուր, որն ունի ճառագայթման մեծ ինտենսիվություն, գրանցման հարմար էներգետիկ տիրույթ և որի ծավալային ակտիվությունը առաջին կոնտուրի ջերմակրի մեջ կախված է միայն ռեակտորի հզորությունից:



Նկ.

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Гусев Н.Г., Машкович В.П., Суворов А.П. Защита от ионизирующих излучений.- М.: Атомиздат, 1980. - Т. 1. - 400 с.
2. Гусев Н.Г., Машкович В.П., Суворов А.П. Защита от ионизирующих излучений. – М.: Атомиздат, 1980 - Т. 2. – 308 с.
3. Болятко В.В., Куликовский М.Я. и др. Радиационная защита на атомных электростанциях. – М.: Атомиздат, 1978. – 410 с..

ՀԱՅԱՏՈՄ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 22.12.2004:

С.В. ШАГВЕРДЯН, А.Р. СИМОНЯН

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПАДА РАДИОНУКЛИДА ^{16}N В СИСТЕМЕ
РЕГИСТРАЦИИ ТЕЧИ ИЗ ПЕРВОГО КОНТУРА**

Предлагается метод обнаружения и регистрации течи из первого контура ААЭС. Метод основан на регистрации активности теплоносителя первого контура ААЭС с помощью реперного изотопа ^{16}N . Приводится также обоснование выбора ^{16}N как реперного изотопа.

Ключевые слова: первый контур, теплоноситель, течь, реперный изотоп.

S.V. SHAHVERDYAN, A.R. SIMONYAN

**USE OF DISINTEGRATION RADIONUCLIDE ^{16}N FEATURES IN SYSTEMS OF FURFACE
REGISTRATIONS FROM THE FIRST CONTOUR**

The method of detection and registration of a leak from the first contour ANPP is proposed. The method is based on registration of the first contour ANPP heat-carrier with the help of reper isotope ^{16}N . The substantiation of ^{16}N as a reper isotope is also given.

Keywords: first contour, heat-carrier, leak, reper isotope.