

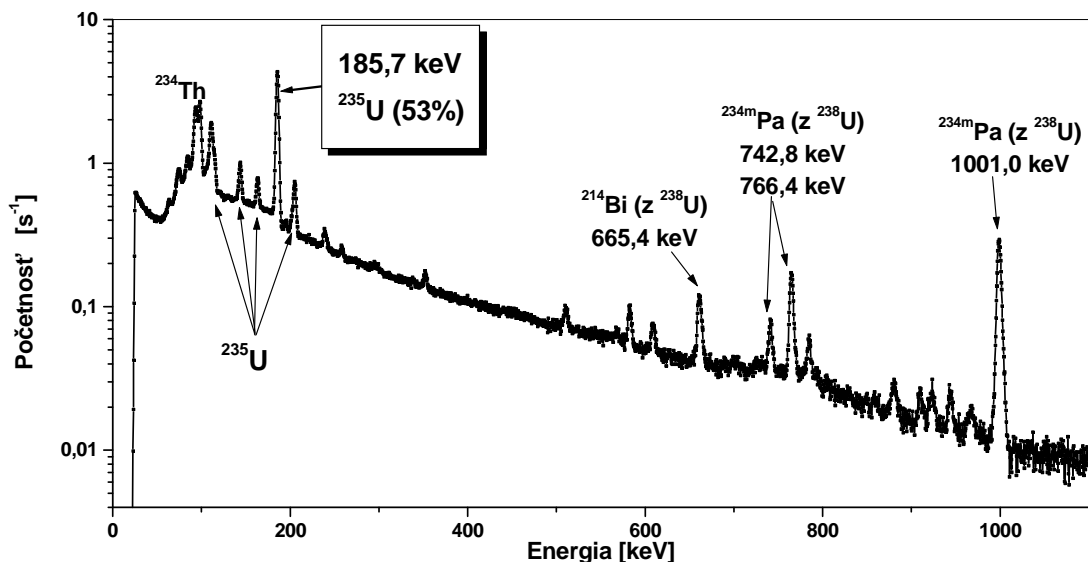
28. Určenie obohatenia jadrového paliva izotopom uránu ^{235}U

1. Všeobecná časť

Jeden zo základných ukazovateľov energetickej využiteľnosti jadrového paliva je stupeň jeho obohatenia izotopom uránu ^{235}U . Určenie obohatenia jadrových materiálov je dôležité aj v prípade nálezov rôznych neznámych vzoriek pochádzajúcich napr. z ilegálnej činnosti priekupníkov a pašerákov.

Na meranie obohatenia využijeme relatívnu, priamu, nedeštruktívnu metódu, založenú na gamaspektroskopii. Relatívne meranie vo všeobecnosti spočíva v porovnávaní analyzovaného vzorku s etalónom, ktorý obsahuje známe množstvo určovaného nuklidu. Priama metóda znamená bezprostredné meranie gama žiarenia stanovovaného izotopu, bez využitia dcérsnych alebo sprievodných nuklidov.

Emisia gama žiarenia je sprievodným javom alfa rozpadu nuklidu ^{235}U na ^{231}Th . Určujúcim pre meranie obohatenia jadrového paliva je gama žiarenie s energiou 185,7 keV s maximálnym výťažkom na premenu (53 %). Energia fotónov gama dcérsnych produktov nuklidu ^{238}U je podstatne vyššia. Spektrum uránového paliva je znázornené na obr. 28.1.



Obr. 28.1 Gama spektrum uránového paliva merané HPGe detektorom.

Energia emitovaného gama – žiarenia je relatívne nízka a jeho prenikavá schopnosť malá. To spôsobuje, že už v samotnom materiále dochádza k samoabsorpcii žiarenia. Samoabsorpcia je komplikujúcim faktorom. Pri meraní treba presne definovať podmienky

a pre objemnejšie vzorky zaviesť korekcie. Najjednoduchším spôsobom eliminácie faktorov samoabsorpcie je úprava vzoriek. Bežne sa aplikujú dva spôsoby úpravy vzoriek. Prvý spôsob využíva použitie geometricky zhodných vzoriek, ktoré vykazujú rovnakú samoabsorpciu. Používa sa pre hrubý materiál v tzv. nasýtenej vrstve, keď je vzorka hrubšia ako je dolet emitovaných častíc v materiále. Druhý spôsob využíva úpravu vzorky do tzv. nekonečne tenkej vrstvy, keď je samoabsorpcia zanedbateľná. Tento spôsob úpravy si však často vyžaduje zničenie – deštrukciu meranej vzorky, čo je v mnohých prípadoch nežiadúce.

Početnosť emitovaných častíc gama z danej látky je priamo úmerná jej aktivite. V našom prípade budeme zisťovať aktivitu atómov izotopu ^{235}U v jednotke hmotnosti paliva, teda mernú aktivitu, ktorá vlastne charakterizuje obohatenie paliva. Na meranie použijeme vzorky s rovnakou geometriou a tým sa vyhneme korekciám na samoabsorpciu, lebo ju môžeme považovať za rovnakú.

Na meranie použijeme gamaspektrometrickú trasu s polovodičovým alebo scintilačným detektorom. Na energetickú kalibráciu aparatury môžeme použiť sadu etalónových žiaričov (alebo iný kalibračný štandard):

^{57}Co s energiou emitovaného gama žiarenia 122 keV,

^{22}Na s energiou anihilačného gama žiarenia 511 keV,

^{137}Cs s energiou emitovaného gama žiarenia 661 keV.

Z nameraného gama spektra určíme čistú početnosť gama žiarenia s energiou 185,7 keV nuklidu ^{235}U . Početnosť je priamo úmerná obohateniu. Na určovanie obohatenia zostrojíme regresnú priamku, ktorá vyjadruje závislosť nameranej čistej početnosti od obohatenia paliva. Na zostrojenie priamky použijeme aspoň dve merania vzoriek so známym obohatením.

2. Zadanie a postup merania

- 1) Urobte energetickú kalibráciu spektrometrickej aparatury pomocou etalónových žiaričov.
- 2) Zmerajte aspoň dve gama spektrá vzoriek so známym obohatením. Určite čisté početnosti pre gama žiarenie ^{235}U s energiou 185,7 keV.
- 3) Zostrojte regresnú priamku závislosti nameranej čistej početnosti od obohatenia vzoriek.

- 4) Zmerajte spektrum a určite čistú početnosť gama žiarenia u neznámej vzorky jadrového paliva. Pomocou regresnej priamky určite obohatenie izotopom ^{235}U .
- 5) Stanovte chyby merania.

3. Literatúra

[1] Majer, V. a kol.: Základy jaderné chemie, SNTL, Praha, 1981.

[2] Usačev S. a kol.: Experimentálna jadrová fyzika, ALFA, Bratislava, 1982.