

Radioaktyvių atliekų mažų energijų beta spektrometrija naudojant puslaidininkinius detektorius

Application of semiconductor detectors for low energy beta spectrometry of radioactive waste

Jevgenij Garankin, Elena Lagzdina, Danielius Lingis, Artūras Plukis, Arūnas Gudelis, Andrius Garbaras
Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius
jevgenij.garankin@ftmc.lt

Dažniausiai bandiniai beta spektroskopijai specialiai paruošiami kaip skystų scintiliatorių tirpalai ar elektrolizės būdu paruoštos plokštelės. Tačiau šie procesai reikalauja daug laiko, o paviršiniai jonizuojančios spinduliuotės jutikliais paprastai negalima gauti elektronų spektrinės informacijos.

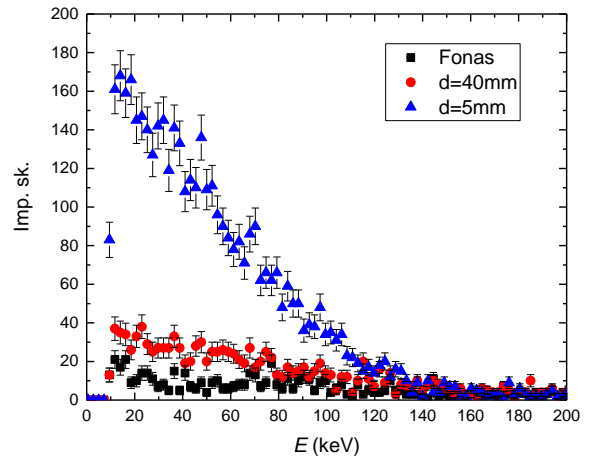
Šio darbo tikslas buvo sukurti metodiką skirtą didelio pusamžio radioaktyviems izotopams matuoti realiu laiku. Ši problema yra ypatingai aktuali uždaran RBMK tipo branduolinius reaktorius. Uždaran tokio tipo elektrines lieka didelis kiekis radioaktyvaus grafito, kuris yra užterštas ilgaamžiais radioaktyviais izotopais, vienas iš pagrindinių tokių izotopų yra ^{14}C . Užterštumo matavimai reikalingi tam, kad išrūšiuoti atliekas pagal užterštumo lygį ir saugoti ar laidoti jas leidžiamose saugyklose pagal turimą informaciją [1]. Problemos, su kuriomis yra susiduriama norint įvertinti grafito užterštumą, yra nedestruktyvus metodo nebuvimas, dėl mažos spinduliuojamų β dalelių energijos ($E_{\beta\text{max}}(^{14}\text{C}) = 156.5$ keV) dalelių siekis yra 100 μm eilės ir jos neišlekia iš kieto bandinio vidaus. Todėl matuojant kietą bandinį įmanoma įvertinti tik paviršinį aktyvumą. Norint išmatuoti ^{14}C kiekį bandinio tūryje reikia kietą grafitą paversti dujiniu, pagrindinis būdas yra pavertimas CO_2 dujomis.

Pristatomo metodo esmė yra ^{14}C įvertinimas naudojant puslaidininkinius detektorius. Metodika leidžia realiu laiku užfiksuoti radioaktyvių nuklidų buvimą dujose ir tuo pačiu išmatuoti tų nuklidų spinduliuojamus energijos spektrus, taip juos charakterizuoja.

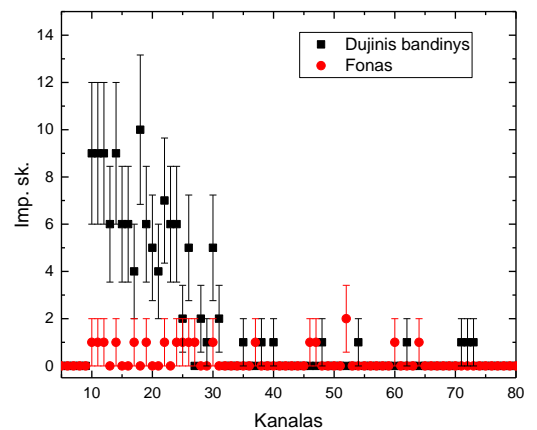
Šiame darbe parodomas mažo aktyvumo ir mažos energijos β spinduliuojančių bandinių tyrimo galimybės naudojant minėtąją metodiką. Eksperimentiniai matavimai buvo palyginti su skaitinio modeliavimo rezultatais. Modeliai ruošti naudojant MCNP6 fotonų, elektronų, neutronų, Monte Karlo pernašos kodą.

Tyrimo metu buvo sukonstruota detektoriaus pratekančių dujų kamera, detektavimui pasirinkti PIPS [2] tipo detektoriai. Matavimo galimybės nustatyti buvo naudojami ^{14}C , ^{137}Cs , ^{99}Tc kietos ir dujų fazės bandiniai. Dujiniai bandiniai buvo ruošiami deginant radioaktyvų grafitą specialioje deginimo kameroje. Dujos iš kameros patekdavo tiesiai į detektoriaus kamerą, kurioje detektoriai registravo spinduliuotę. Impulsai iš detektoriaus registruojami ir analizuojami kompiuteryje.

Rezultatai parodė, kad pasirinkta metodika leidžia registruoti mažos energijos ir mažo aktyvumo β šaltinius, tokius kaip CO_2 dujos su ^{14}C izotopu.



1 pav. Beta spektrai išmatuoti PIPS detektoriumi. Matavimo metu naudotas kietas ^{14}C šaltinis skirtingais nuotoliais nuo detektoriaus.



2 pav. Beta spektras užregistruotas naudojant PIPS detektorių ir pratekančių dujų kamerą

Reikšminiai žodžiai: beta spinduliuotė, puslaidininkinis detektorius, Monte Karlo modeliavimas.

Literatūra

- [1] V. Remeikis, A. Plukis, A. Juodis, Nucl. Eng. Des. **239**, 813-818 (2009)
- [2] A. Courti, F. Goutelard, P. Burger, E. Blotin, Appl. Rad. And isotopes. **53**, 101-108 (2000).