

Nedestrukcinis radioaktyviųjų kietųjų atliekų charakterizavimas pasitelkiant gama spektrometrinius Komptono/fotosmailės santykio matavimus bei MCNP6 modeliavimą

Non-destructive radioactive solid waste characterization using gamma spectrometric Compton/photopeak ratio measurements and MCNP6 modeling

Kristina Mikalauskienė, Marina Konstantinova, Elena Lagzdina, Darius Germanas, Rita Plukienė, Artūras Plukis, Arūnas Gudelis ir Vidmantas Remeikis
Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius
kristina.mikalauskiene@fmc.lt

Viena iš svarbių užduočių sklandžiam ir sėkmingam atominės elektrinės eksploatavimo nutraukimo procesui yra radioaktyviųjų atliekų tvarkymo optimizavimas, taikant jų grupavimą ir atskyrimą [1]. Siekiant sumažinti atliekuose šalinamų metalinių radioaktyviųjų atliekų kiekį, turėtų būti taikomi veiksmingi charakterizavimo, dezaktyvavimo ir/arba lydymo procesai. Norint efektyviai apibūdinti labai mažo aktyvumo metalo atliekas, paviršinį užterštumą reiktų nustatyti paprastu nedestrukciniu γ -spektrometriu matavimu arba derinant dozės galios/ γ -spektrometrijos matavimus.

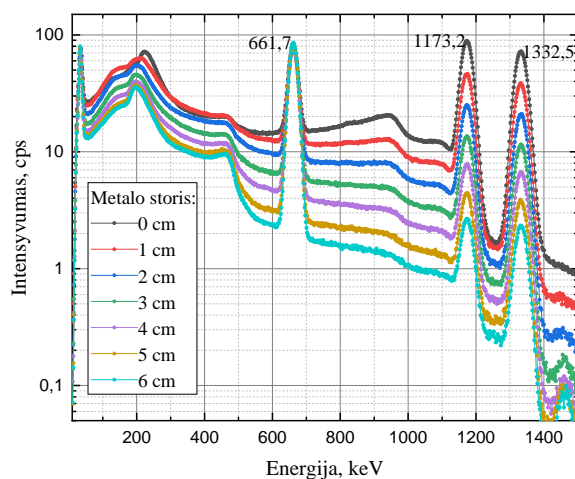
Šio darbo tikslas – ištirti ^{60}Co (korozijos produktas, radionuklidai daugiausiai susidarantis neutronų aktyvacijos metu) ir ^{137}Cs (kuro dalijimosi produktas būdingas paviršinei taršai) šaltinių γ spektrus skirtingomis metalinių atliekų ekranavimo sąlygomis. Siekta išsiaiškinti parametrus, kuriuos būtų galima panaudoti paviršiaus ir tūrio aktyvumui atskirti pasitelkiant nedestrukcinis gama spektrų matavimus bei MCNP6 modeliavimą [2].

Darbe atlikti ^{60}Co ir ^{137}Cs šaltinių γ spektrų tyrimai esant skirtingam metalinių konstrukcijų (radioaktyviųjų metalinių atliekų analogo) storiams naudojant skirtingos skiriamosios galios detektorius – du HPGe (angl. *high purity germanium*) detektorius ir cerio bromido CeBr_3 scintiliacinį detektorių. HPGe detektoriai pasižymi dideliu santykinu efektyvumu (daugiau nei 25%) bei labai gera skiriamąja geba (2.0 keV ties 1.332 MeV). CeBr_3 detektorius, nors ir savo skiriamąja geba neprilygsta HPGe detektoriams, tačiau yra lengvas ir transportabilus, o jo skiriamosios gebos pakanka ^{60}Co ir ^{137}Cs radionuklidų nustatymui bei kitų radiologinio monitoringo užduočių atlikimui.

Eksperimentiniai rezultatai su skirtingų storių metalinėmis plokštelėmis parodė, kad galima atskirti paviršiuje esantį ^{60}Co šaltinį nuo tūrinės aktyvacijos (viduje esančio šaltinio). Komptono sklaida didėja (1 pav.) storėjant metalo sluoksniui. Ekranavimo storiumi padidėjus 1 cm, Komptono sklaidos/fotosmailės santykis padidėja 5-10 proc.

Lyginant išmatuotų ir sumodeliuotų taškinių ^{60}Co ir ^{137}Cs šaltinių γ spektrus bei Komptono sklaidos krašto ir fotosmailės santykius, gautas geras eksperimentinių ir modeliavimo rezultatų atitikimas. Tokia spektrinės analizės metodika leidžia pagal fotosmailės ir Komptono sklaidos krašto intensyvumus ir jų santykius spręsti apie radionuklidų pasiskirstymą metalinėse atliekose. Ši metodika gali būti panaudojama nustatant realių

radioaktyviųjų metalinių atliekų mėginių paviršiaus užterštumą ar tūrinę taršą radionuklidais, o tai ypač naudinga rūšiuojant radioaktyviuosius atliekas, vertinant jų priimtumo kriterijus galutinio saugojimo vietose ir kt.



1 pav. Taškinių ^{137}Cs ir ^{60}Co šaltinių Komptono sklaidos kraštų ir fotosmailių kitimas CeBr_3 detektoriuje esant skirtingo storio metalo ekranavimui.

Reikšminiai žodžiai: γ spektrometrija, Komptono sklaidos kraštas, Komptono/fotosmailės santykis

Literatūra

- [1] V. Remeikis et al. (2009) Study of the nuclide inventory of operational radioactive waste for the RBMK-1500 reactor, Nuclear engineering and design 239 (4), p. 813-818.
- [2] D.B. Pelowitz, MCNP6 User's Manual (2013), Version 1.0, Report LA-CP-13-00634, Los Alamos National Laboratory, New Mexico.

Šie tyrimai iš dalies buvo finansuoti iš 2019–2020 m. Euratomo mokslinių tyrimų ir mokymo programos pagal dotacijos sutartį Nr. 945098.