

Kontinuální stanovení aktivity tritia pomocí detekční jednotky na bázi monokrystalů

Wednesday 6 November 2024 11:45 (15 minutes)

Předkládaná práce se zabývá nově vyvinutou detekční jednotkou navrženou pro průtočné stanovení objemové aktivity tritia v kapalných vzorcích. Detekční jednotka byla primárně vyvinuta s cílem provádět semikontinuální analýzy tritia v nepřečištěných kapalných výpustech z jaderných elektráren (JE) s detekční mezí na úrovni 60 kBq/L.

V oblasti detekce radioaktivity v kapalných vzorcích je v posledních letech patrná snaha omezit používání kapalinových scintilačních koktejlů z důvodu jejich nepříznivého dopadu na životní prostředí. To přináší motivaci k vývoji nových postupů umožňujících stanovení aktivity beta v kapalných vzorcích pomocí pevných scintilátorů. Pokud jde o statická měření kapalných vzorků ve směsi buď s pevnými scintilačními mikroglobulemi, nebo s mikročásticemi umístěnými ve scintilačních kyvetách, prováděná pomocí kapalinového scintilačního spektrometru, přináší detekční odezva na beta zářiče s $E_{\max}$ nad ~150 keV smysluplnou detekční účinnost (1). Při pokusech stanovit tímto způsobem aktivitu tritia ($E_{\max}=18,6$ keV) se odezva potýká s velmi nízkou detekční účinností a vede k nepříznivě vysokým hodnotám detekčních mezí.

Provádět takový druh analýzy tritia v kontinuálním nebo semikontinuálním časovém režimu je pak ještě náročnější. Jednak je nutné kapalnou vzorku hnát přístrojem pod vysokým tlakem, aby byla překonána adheze a kapilární síly. Dále je třeba zajistit čistotu kapalného vzorku, aby se předešlo ztrátě vlastností scintilačního média (vytlačování scintilační příměsi) a kontaminaci. Existují zařízení, která se s uvedenými problémy účinně vyrovnávají, takovým přístrojem je Waterrad (2) navržený speciálně pro analýzy kapalných výpustí z JE, který dosahuje příznivého NVA ~0,54 kBq/L (při 60m době měření v semikontinuálním režimu). Je toho ale dosaženo díky preciznímu předčištění vzorku a jeho chemické separaci.

V tomto příspěvku je popsán odlišný přístup. Detekční jednotka je sestavena ze scintilačních monokrystalů s duálním světelným výstupem. K výraznému potlačení teplotního a elektrického šumu a k zajištění nastavitelné schopnosti třídění impulzů se používá režim koincidenčního spektra. Využívají se monokrystalové skupiny křemičitanů nebo hlinitanů a celková detekční plocha je ~250 cm².

Tento konstrukční koncept přináší několik zásadních výhod, které snižují nároky na vybudování zařízení i na jeho provoz. Relativně velké mezery (2 mm) mezi krystaly umožňují průchod kapalného vzorku bez nutnosti přetlakování. Odolnost detekční jednotky proti chemickému poškození, kontaminaci a proti ztrátě scintilačních schopností je inherentní vlastností použitých krystalů. Není tedy nutná chemická předúprava analyzovaných kapalin, zároveň je chemická dekontaminace detekční jednotky proveditelná bez ovlivnění detekčních schopností přístroje. Postačuje filtrace nerozpustných částic před vstupem analytu do přístroje. Velký rozměr mezer mezi krystaly vede ke snížení účinnosti detekce, která je v případě tritia ~6E-03 %. Nicméně díky objemu vzorku v přístroji ~60 mL a koincidenčnímu zpracování výstupního signálu je dosaženo příznivé hodnoty NVA ~40 kBq/L při 50m měření v semikontinuálním režimu.

(1) A. Tarancón et al., "Plastic scintillators and related analytical procedures for radionuclide analysis," J. Radioanal. Nucl. Chem., 10 (2020).

(2) A. Tarancón et al., "Development of an equipment for real-time continuous monitoring of alpha and beta radioactivity in river water," Appl. Radiat. Isot., 187 (2022).

Authors: FEJGL, Michal (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); TOUŠ, Jan (CRYTUR, spol. s r.o.); BLAŽEK, Karel (CRYTUR, spol. s r.o.); BRUNCLÍK, Tomáš (Georadis, spol. s r. o.)

Presenter: FEJGL, Michal (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

Session Classification: Metrologie, měření a přístrojová technika

Track Classification: Metrologie, měření a přístrojová technika