

OSL technologija individualiai dozimetrijai suteikia naujų galimybių

Nuo to momento, kai Vilhelmas Rentgenas (Wilhelm Röntgen) 1895 m. pirmą kartą dirbtiniu būdu sugeneravo rentgeno spinduliuotę, o Ernestas Fermis (Ernesto Fermi) 1942 m. pademonstravo pirmąją valdomą branduolinę reakciją, radiacinė sauga tapo labai svarbi mokslo ir žmonių gyvenimo dalimi. Individuali dozimetrija- viena iš pagrindinių radiacinės saugos sričių, padedančių užtikrinti individualios apšvitos kontrolę. 1943 m. laikomi individualios dozimetrijos pradžia, tada buvo pristatytas pirmasis masinės gamybos foto juostinis dozimetras. Išplėtojus šviesos diodų ir lazerių technologijas, jos buvo pritaikytos naujos kartos dozimetų gamybai. Lyginant su kitomis technologijomis, optiškai stimuliuojamos liuminescencijos (OSL) technologija individualiems dozimetrams suteikia daugiau galimybių ir privalumų.

OSL dozimetrus 1996 m. pristatė JAV kompanija „Landauer“. Šiandien daugiau kaip 1.7 mln. žmonių visame pasaulyje naudoja „Landauer“ OSL dozimetrus. Kompanija „Landauer“ pradėjusi taikyti OSL technologiją padarė reikšmingą posūkį individualios dozimetrijos srityje. OSL technologijoje naudojami aliuminio oksido kristalai (Al₂O₃:C), kuriuose optinės stimuliacijos metu išskiriamos šviesos kiekis yra tiesiogiai proporcingas gautos radiacijos (jonizuojančios spinduliuotės, JS) dozei ir stimuliuojančios šviesos intensyvumui.

OSL procesą galima suskirstyti į tris pakopas: sužadinimą, saugojimą ir nuskaitymą. Sužadinimo metu dėl JS poveikio dozimetre sukaupiamas tam tikras energijos kiekis, kuris saugomas sužadintų krūvininkų (elektronai ir skylutės) pavidalu. Nuskaitymo metu aliuminio oksido kristalas sužadinamas žalia lazerio šviesa (532 nm). Kvantiniame lygmenyje sąveikaujant krūvininkams ir elektromagnetiniai spinduliuotei – išspinduliuojamas antrinis mėlynos šviesos (420 nm) srautas (1 pav.). Tokia liuminescencija trunka 35 ms. Foto daugintuvo vamzdelio pagalba išmatuojamas išspinduliuotos šviesos fotonų srautas, kuris yra tiesiai proporcingas sugertai dozei ir stimuliuojančios šviesos stiprumui.



1 pav. Dozimetro aliuminio oksido kapsulės sužadinimas.

Pagrindinis OSL dozimetų privalumas lyginant su kitų tipų dozimetrais (pavyzdžiui termoliuminescenciniais, TLD) yra tas, kad, neprarandant informacijos apie dozimetre sukauptą dozę, jį galima nuskaityti daugelį kartų. Šis technologinis privalumas labai naudingas tuo atveju, jei nuskaičius dozimetą paaiškėja, kad sukaupta dozė viršija nustatytą lygį arba dėl kitos priežasties reikia atlikti pakartotinius sukauptos dozės matavimus. Atlikus vieną sukauptos dozės matavimą, prarandama mažiau nei 0,2% sukauptos energijos (angl. Depletion), todėl net 10 kartų nuskaičius tą patį dozimetą galutinis rezultatas, lyginant su pirmuoju matavimu, skirsis tik 2%. Palyginimui TLD dozimetuose po pirmojo matavimo prarandama 100% sukautos energijos ir nėra galimybės atlikti pakartotinį matavimą.

OSL dozimetrai yra jautrūs gama ir rentgeno spinduliuotei, beta dalelėms. Dozimetras turi papildomą elementą neutronų apšvitai fiksuoti, dinaminės/statinės apšvitos indikatorių (2 pav.). Indikatoriaus pagalba nustatoma ar dozė buvo sukaupta per trumpą laiką tarpą ar per ilgą laiką tarpą.



2 pav. Dozimetro sudedamosios dalys: 1- slankiklis su kapsulėmis, 2 - laikiklis su plastiko, aliuminio ir vario filtrais, 3 - neutronų detektorius (papildomai), 4 - dinaminės apšvitos elementas (papildomai), 5 - dėklas, 6 – etiketė.

Viso kūno individualių dozimetų sukauptos ir išmatuojamos dozės ribos- nuo 0,05 mSv iki 10 Sv. Minimalus užfiksuojamas dozės lygis- 0,05 mSv, kai matavimų periodas 3 mėnesiai. Remiantis Tarptautinės atominės energijos agentūros (TATENA) radiacinės saugos standartais minimalus registruojamas lygis- 1 mSv per metus, 0,25 mSv per 3 mėnesius arba 0,085 mSv per mėnesį. OSL technologija suteikia galimybę užfiksuoti kur kas mažesnę dozės lygį negu rekomenduojamas registruojamas lygis. Dėl dinaminio JS energijų diapazono OSL dozimetrai turi platesnes pritaikymo galimybes. Energijų diapazonas gama ir rentgeno spinduliuotei- nuo 5 keV iki 20 MeV, beta dalelių energijų diapazonas- nuo 150 keV iki 10 MeV.

Yra trys pagrindiniai OSL dozimetų tipai (3 pav.): individualūs viso kūno dozimetrai, aplinkos dozimetrai ir pacientų taškiniai dozimetrai. Individualūs viso kūno dozimetrai naudojami darbuotojų, dirbančių su JS šaltiniais, apšvitoms stebėjimui. Aplinkos dozimetrai naudojami foninei JS matuoti. Taškiniai pacientų dozimetrai naudojami konkrečių žmogaus kūno vietų apšvitoms stebėjimui, taikant spindulinės terapijos, branduolinės medicinos ir rentgeno diagnostikos procedūras.



3 pav. Iš kairės į dešinę: viso kūno, aplinkos ir pacientų taškinis dozimetras.

JS spinduliuotė naudojama įvairiose srityse, todėl ir dozimetrai yra veikiami įvairių aplinkos sąlygų: temperatūros, drėgmės, mechaninio ar cheminio poveikio. Siekiant įsitikinti, kaip įvairios aplinkos sąlygos įtakoja matavimų rezultatų kokybę ir tikslumą, su OSL dozimetrais buvo atlikti įvairūs testai. Išmatavus to paties dozimetrom sukauptą dozę prie skirtingų aplinkos temperatūrų (nuo 0 °C iki 35 °C), buvo gautas tas pats rezultatas. Mechaninis poveikis buvo įvertintas iš įvairaus aukščio paleidžiant dozimetrus ant betoninių grindų, bandymu patvirtinant, kad toks mechaninis poveikis matavimų rezultatų neįtakoja. Šešias dienas dozimetras išlaikius vandenyje ir išmatavus jame sukauptą dozę, rezultatas skyrėsi tik 3% nuo išmatuotos dozės, prieš panardinant dozimetras į vandenį. OSL atsparumas drėgmei padeda išvengti duomenų praradimo tuo atveju, kai dozimetrom nešiotojas kartu su apranga išskalbia ir dozimetras. Kadangi OSL technologijoje naudojamas optinis sužadinimas aukštesnė temperatūra OSL dozimetrams įtakos neturi. Naudojant TLD technologiją, sužadinimas ir dozės matavimai atliekami dozimetrom kaitinant, todėl esant aukštesnei aplinkos temperatūrai TLD dozimetrom vyksta savaiminė liuminescencija ir dalis informacijos, apie sukauptą dozę, prarandama.

Visų rūšių dozimetroms būdingas savaiminis sukauptos energijos praradimas (angl. Fade). Šio reiškinio esmė- JS paveiktas dozimetras sukaupia tam tikrą kiekį energijos, kuris, laikui bėgant, savaime mažėja. Kuo ilgesnis laiko tarpas nuo dozimetrom apšvitinimo iki matavimo, tuo labiau tikroji dozė skirsis nuo išmatuotos. Dėl šios priežasties, atliekant sukauptos dozės matavimus, būtina įvertinti laiko tarpą nuo apšvitinimo iki matavimų atlikimo. OSL dozimetroms būdingas labai mažas savaiminis energijos praradimas, todėl atliekant matavimus nebūtina atsižvelgti, kiek praėjo laiko nuo dozimetrom apšvitinimo iki matavimų atlikimo. Atlikus eksperimentą buvo išmatuota, kad OSL dozimetras per vienerius metus praranda tik 2,5% energijos.

Naudojant OSL technologiją, vieno dozimetrom nuskaitymui reikia tik 12-13 sekundžių, o per vieną valandą automatinė nuskaitymo įranga aptarnauja 280 dozimetrom. Tokia sparta pasiekama dėl optinio sužadinimo, kuriam reikalingas labai trumpas laiko tarpas. Kitas optinio sužadinimo sistemos privalumas- mobilumas. Nuskaitymo įranga gali būti tiek stacionari, tiek mobili, telpanti į nedidelį lagaminą. Tuo atveju jai įvyksta kažkas nenumatyto ir reikia skubiai atlikti sukauptos dozės matavimus, mobilios nuskaitymo įrangos pagalba (4 pav.), tai nesunkiai įgyvendinama bet kurioje vietoje (netik laboratorijoje). Naudojant terminį sužadinimą nuskaitymo įrangai reikalingas azoto tiekimas, kuris savo ruožtu apsunkina nuskaitymo įrangos judėjimą.



4 pav. Mobilios nuskaitymo įrangos komplektas.

UAB „Inta“ bendradarbiaudama su kompanija „Landauer“ 2010 m. Vilniuje įkūrė pirmąją Baltijos šalyse Individualios dozimetrijos laboratoriją, kurioje naudojama OSL technologija. UAB „Inta“ Individualios dozimetrijos laboratorijai 2011 m. kovo 29 d. Lietuvos Nacionalinis akreditacijos biuras išdavė akreditacijos pažymėjimą. Laboratorija- akredituota atlikti individualiuose dozimetromose sukauptų dozių (individualios dozės ekvivalentas Hp(10) ir Hp(0,07)) matavimus, optškai stimuliuojamos liuminescencinės dozimetrijos metodu. Laboratorijoje įrengtas vienas mobilus ir vienas automatinis skaitytuvas. Naudojant pažangesnę OSL technologiją laboratorija savo klientams gali pasiūlyti ne tik kokybiškesnę, bet ir mažiau išlaidų reikalaujančią paslaugą. Medicinos įstaigos, odontologijos kabinetai, laboratorijos ir kitos pramonės įmonės, kurioms reikia atlikti darbuotojų individualios apšvitoms matavimus, maloniai prašome kreiptis į UAB „Inta“ Individualios dozimetrijos laboratoriją Dariaus ir Girėno g. 40, Vilnius, tel: +370 5 212 2080, el.paštas: laboratorija@inta.lt.