

Termoluminiscenční dozimetrie

Z. Sosnová

Gymnázium Pierra de Coubertina, Tábor

zendasosnova@gmail.com

Abstrakt:

V článku je vysvětlen princip termoluminiscenční dozimetrie. Jsou představeny dva hlavní úkoly – seznámení se se základem termoluminiscenční dozimetrie včetně sestavení kalibrační křivky a experimentální určení dávky z neznámě ozářené skupiny dozimetrů. Práce je provedena s dozimetrem typu LiF:Mg,Ti, komerční označení TLD-1000.

1 Úvod

Termoluminiscenční dozimetrie je metoda určení dávky, kterou přijalo těleso od zdroje ionizujícího záření. Tato metoda může být aplikována v mnoha odvětvích, mezi které patří dozimetrie životního prostředí, datování historických nálezů nebo lékařství.

Cílem miniprojektu bylo seznámení s touto metodou termoluminiscenční dozimetrie, sestavení kalibrační křivky a určení neznámé dávky, kterou byla ozářena jedna sada dozimetrů.

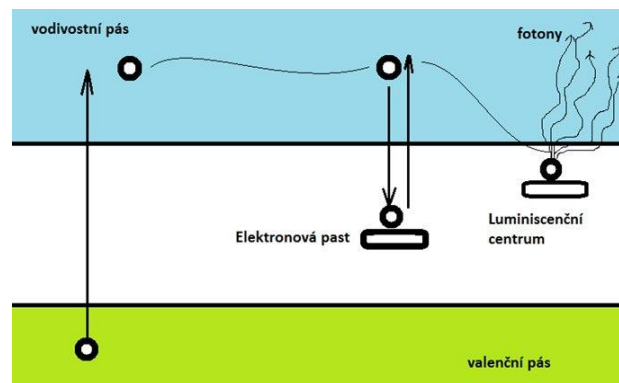
2 Postup experimentu

2.1 Princip termoluminiscenční dozimetrie

Při ozáření některých pevných látek ionizujícím zářením, může dojít v její struktuře k vratným změnám. Tyto změny se projevují tím, že látka po zahřátí vyzařuje světlo. Množství světla je do jisté míry úměrné energii, kterou ionizující záření látce předalo. Tento jev je nazýván termoluminiscence. Fyzikální vysvětlení tohoto jevu vychází z pásového modelu pevných látek, viz Obrázek 1.

Je-li elektronu předána energie, která je větší než jeho vazebná energie, dochází k vytržení elektronu z valenčního pásu. Elektron přechází až do vodivostního pásu. Vytvoří se tak kladně nabitá díra a volně pohyblivý elektron. Většina elektronů se vrací zpět do původní polohy a kladná díra zaniká. Určitá část elektronů však zůstane zachycena v elektronových pastech, jejichž příčinou jsou poruchy krystalické mřížky nebo příměsi v látce. Chceme-li uvolnit elektron z této pasti, musíme mu opět dodat energii. Elektron poté opět excituje do vodivostního pásu a vrací se zpět do valenční vrstvy. Při přechodu mohou nastat dva případy. Elektron buď část své potenciální energie přímo uvolní ve formě elektromagnetického záření, nebo předá část své energie luminiscenčnímu centru, které tuto energii transformuje v energii

světelnou. V případě termoluminiscence je vysvobozování elektronu z elektronové pasti způsobeno postupným zahříváním materiálu.



Obrázek 1: Pásový model pevných látek

2.2 Materiál a použité přístroje

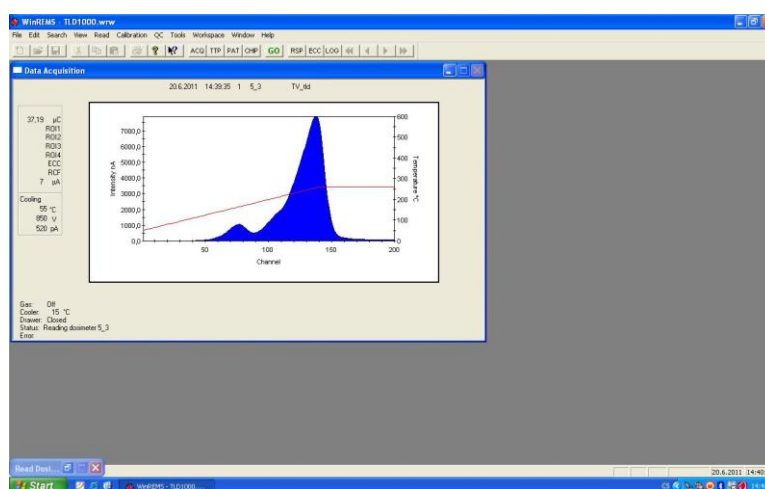
Při experimentu byly používány dozimetry typu TLD-1000 (LiF s příměsí Mg a Ti). Tyto dozimetry byly rozděleny do pěti skupin po sedmi. Jedna skupina nebyla ozářena. Ostatní byly ozářeny dávkami 2 Gy, 4 Gy, 6 Gy a poslední skupina neznámou dávkou (kterou bylo třeba určit) v ozařovači GammaCell 220 (Obrázek 2). Dávkový příkon tohoto ozařovače je v současné době cca 25,7 Gy/h, z této hodnoty tedy byl také určen ozařovací čas jednotlivých skupin dozimetrů. Ozářené TLD byly následně postupně vkládány do TLD readeru Harshaw 3500 (Obrázek 3). Dozimetry se zde zahřívaly na kovové destičce až na teplotu 260 °C. Světelný luminiscenční signál byl zachycen a zesílen fotonásobičem. Tento signál byl dále zpracován a vyhodnocen v počítači. Vyhodnocení z počítače obsahovalo graf a další číselné údaje (ukázka obrazovky viz Obrázek 4).



Obrázek 2: Radionuklidový ozařovač Gamacell 220



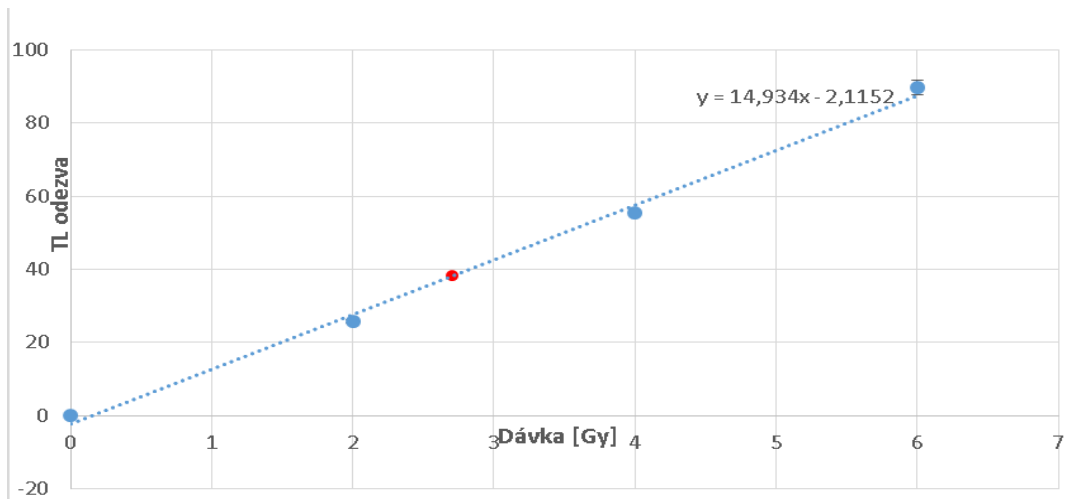
Obrázek 3: TLD reader Harshaw 3500 + notebook



Obrázek 4: Obrazovka ovládacího a vyhodnocovacího software k TLD readeru

2.3 Zpracování výsledků z TLD readeru

Z údajů v TLD readeru byla pro další postup využita hodnota celkového elektrického náboje na výstupu z fotonásobiče v TLD readeru. Na naměřených hodnotách dále byla provedena jednoduchá statistická analýza dat – výpočet aritmetických průměrů, směrodatných odchylek jednotlivých hodnot i průměrné hodnoty, atd, a byl sestaven graf závislosti průměrné TL odezvy $[\mu\text{C}]$ na absorbované dávce $[\text{Gy}]$, viz Obrázek 5. Body v grafu (Obrázek 5) byly proloženy přímkou – kalibrační křivkou – která lze popsat matematicky TL odezva $[\mu\text{C}] = 14,934 D[\text{Gy}] - 2,1152$. Na základě znalosti rovnice kalibrační křivky a TL odezvy neznámě ozářené sady TL dozimetrů byla určena dávka, kterou neznámě ozářená sada dozimetrů obdržela. Tato dávka byla určena hodnotou $2,7 \pm 0,15 \text{ Gy}$. Z této hodnoty dále vyplývá, že pokud byla i tato sada ozářena na ozařovači Gammacell 220 (dávkový příkon $25,7 \text{ Gy/h}$), ozařovací čas byl $378 \pm 20 \text{ s}$. Neznámá dávka je označena na grafu (Obrázek 5) červeným kolečkem.



Obrázek 5: Sestrojená kalibrační křivka TLD dozimetrů

3 Shrnutí

Během miniprojektu byly vysvětleny a procvičeny základní principy termoluminiscenční dozimetrie, sestavení kalibrační křivky a využití této křivky pro určení dávky záření u neznámě ozářené sady TLD dozimetrů.

V rámci plnění úkolů byly ozářeny dozimetry na ozařovači Gamacell 220 a vyhodnoceny s pomocí TLD readeru Harshaw 3500. Naměřená data byla podrobena jednoduché statistické analýze vedoucí na sestavení kalibrační křivky a následného určení dávky neznámě ozářené sady termoluminiscenčních dozimetrů. Dávka byla určena hodnotou $2,7 \pm 0,15$ Gy.

Poděkování

Poděkování patří panu Ing. Tomáši Urbanovi za vedení projektu a strávený čas při dohlížení na zpracování údajů.

Reference:

[1] Návod k úloze *Termoluminiscenční dozimetrie*, KDAIZ FJFI ČVUT v Praze