

Termoluminiscenční dozimetrie

P. Matouš; Karlínské gymnázium, Pernerova 25, Praha 8;

petrmatous13@seznam.cz

D. Dusík; Gymnázium Christiana Dopplera, Zborovská 45, Praha 5;

denis.dusik@gmail.com

P. Hotovec; Karlínské gymnázium, Pernerova 25, Praha 8;

petrhotovec10@gmail.com

Abstrakt:

V tomto článku je představena teorie okolo termoluminiscence a využití tohoto jevu v rámci moderní dozimetrie na vzorku dozimetrů TLD-1000 (LiF:Mg, Ti). Dále se zde nachází metody kalibrace TLD readeru Harshaw 3500 s jehož pomocí dochází k vyhodnocení dávky záření, které obdržela sada neznámě ozářených dozimetrů.

1 Úvod

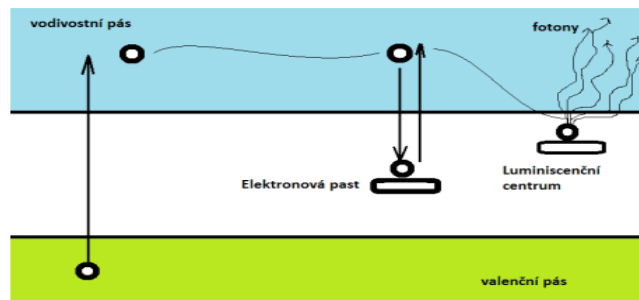
Cílem tohoto miniprojektu bylo seznámit se s principem termoluminiscenční dozimetrie, za pomoci nejrozšířenějšího osobního dozimetru TLD-1000 (LiF:Mg,Ti). Využití má rovněž v medicíně, dozimetrii životního prostředí i např. geologii. Hlavním cílem bylo sestavit kalibrační křivku termoluminiscenčních dozimetrů typu TLD-1000 (LiF:Mg,Ti) a následně s pomocí křivky určit dávku, kterou byly další termoluminiscenční dozimetry ozářeny.

2 Teoretický základ

Principem termoluminiscenční dozimetrie je vyzařování světla látkou, která přijala dávku ionizujícího záření a následně byla zahřáta na určitou teplotu. Dávka se udává v jednotkách Gray [Gy] a je definována jako poměr přijaté energie ku hmotnosti.

Samotný princip se dá popsat pomocí pásového modelu pevných látek. Při interakci ionizujícího záření s látkou dochází k předání energie elektronům ve valenční vrstvě atomu. V případě, kdy dojde k předání větší energie než je vazebná energie elektronů, dojde k přeskoku elektronů do vyšší energetické vrstvy „*vodivostního pásu*“^[1]. Při návratu do valenční vrstvy se část elektronů zachytí v elektronových pastech zakázaného pásu. Elektronové pasti vznikají nečistotami a příměsemi cizích prvků. Elektron je v pasti vázán určitou vazebnou energií a k jeho uvolnění může dojít po zahřátí látky, což mu umožní návrat zpět do vodivostního pásu a následně do valenční vrstvy přičemž může dojít k uvolnění fotonu buď přímo návratem

elektronu do valenční vrstvy, nebo předáním energie elektronu luminiscenčnímu centru. Toto vyzářené světlo je do jisté míry přímo úměrné přijaté dávce ionizujícího záření.



Obrázek 1: Pásový model pevných látek

3 Materiály a měřicí přístroje

K práci jsme využili dozimetr TLD-1000^[2] (LiF:Mg,Ti).



Obrázek 2: TLD-1000

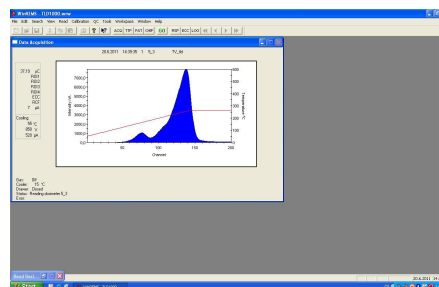
K ozáření dozimetrů jsme využili laboratorní ozařovač Gammacell 220^[4], který používá zářič ⁶⁰Co. K vyhodnocení dozimetrů jsme využili Harshaw Model 3500 Manual TLD Reader^[3]. Tento Reader ohřívá dozimetry nepřímou, pomocí odporového tělíska a po připojení k počítači vykresluje celou vyhřívací křivku^[5].



Obrázek 4:
Gammacell 220



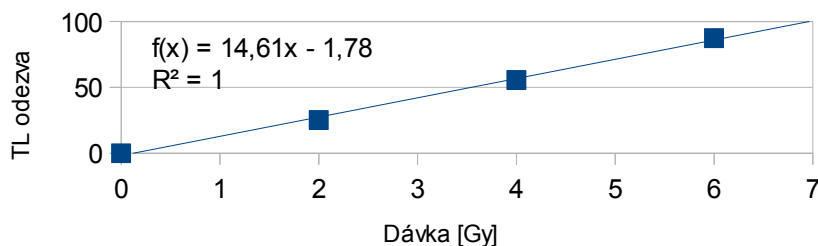
Obrázek 3: TLD Reader



Obrázek 5: Vyhřívací křivka

4 Metodika měření

Měření se provádí s dozimetry uvedenými do výchozí pozice, které se dosáhne definovaným zahřátím dozimetru na teplotu vyšší než při měření a následném ochlazení na laboratorní teplotu, přičemž dojde k vyprázdnění elektronových pastí po předchozím ozáření. Dozimetr je poté ozářen určitou dávkou v laboratorním ozařovači. Před samotným měřením musí dojít ke kalibraci TLD Readeru. To se provádí vytvořením kalibrační křivky pomocí několika sad dozimetrů s předem definovanou dávkou záření. Dávka ozáření je dána délkou ozařování. Tyto dozimetry se poté vyhodnotí a výsledek měření je vyneseno do grafu v závislosti na obdržené dávce.



Obrázek 6: Kalibrační křivka

V našem případě jsme použili sedm dozimetrů ozářených na stejnou neznámou dávku. Poté, co jsme vyhodnotili jejich TL odezvu na TLD Readeru, tak jsme vypočetli aritmetický

průměr odezvy a určili směrodatnou odchylku odezvy a průměru.

$$f_z = \frac{\sum_{j=1}^m z_j}{m} ;$$

Vzorec 1: Průměr z TL odezev

$$s_{z_j} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (z_j - f_z)^2}{(m-1)}}$$

Vzorec 2: Směrodatná odchylka TL odezvy

$$s_z = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (z_j - f_z)^2}{m(m-1)}}$$

Vzorec 3: Směrodatná odchylka průměru

Výslednou dávku získáme pomocí průsečíku naměřené TL odezvy s kalibrační křivkou. Následně je nutné spočítat odchylku a chybu v měření.

5 Shrnutí

Výsledná dávka na neznámých dozimetrech byla po provedené kalibraci 2,5Gy. Během naší práce jsme byli seznámeni s principem termoluminiscenčních osobních dozimetrů a jejich vyhodnocením.

Poděkování

Poděkování patří Ing. Tomáši Urbanovi, Ph.D. za vedení projektu a konzultace při zpracování příspěvku. A dále Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT za poskytnutí prostředků a prostor. A také Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za organizaci týdne vědy.

Reference:

- [1] HOROWITZ, Y.S. (ED) *Thermoluminescence and Thermoluminescent Dosimetry* Boca Raton, CRC Press 1984 Vol. I-III.
- [2] MUSÍLEK L., ŠEDA J., TROUSIL J. *Dozimetrie ionizujícího záření (Integrované metody)* ČVUT 1992 Skripta