

# Termoluminiscenční dozimetrie

J. Stehlík<sup>1</sup>, M. Moravčík<sup>2</sup>, T. Malinský<sup>3</sup>

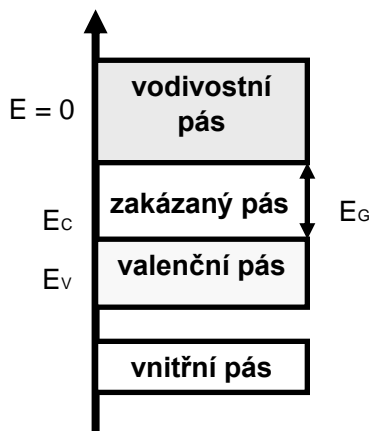
<sup>1</sup>SPŠ Ostrov, <sup>2</sup>EGJT Liptovský Mikuláš, <sup>3</sup>PSJG v Hradci Králové

honzastehla1@atlas.cz

## Úvod

Termoluminiscenční dozimetrie se využívá všude, kde se pracuje s ionizujícím zářením. V rámci bezpečnosti je nutné kontrolovat pracovníky, aby u nich nedocházelo k nadměrnému ozařování. Mohlo by totiž docházet k různým negativním změnám v organismu, což by mohlo vést až k samotné smrti. Stejně jako fyzici používají k ochraně dozimetrie, tak například chemici používají při práci gumové rukavice.

Při ozařování některých pevných látek dochází v jejich elektronových obalech k vratným změnám. Samotnou termoluminiscenci lze definovat jako jev, při kterém ozářená látka po zahřátí emituje fotony ve viditelném spektru, kde množství světla je do určité míry úměrné množství energie, které látka přijala. Když tyto látky absorbují ionizující záření, dochází k excitaci valenčních elektronů. Ty následně přeskočí do vyšších energetických hladin ve vodivostním pásu. Při zpětném návratu do vzniklých kladně nabitých děr se může stát, že elektron uvízne v energetických centrech zakázaného pásu tzv. pastí. Když takové látce dodáme množství energie, dojde k rekombinaci jejich elektronů v luminiscenčních centrech a následně emitují fotony (viz obr. 1) [1][2].



Obr. 1 Pásový model

Cílem této práce je zjistit druh závislosti mezi intenzitou luminiscence LiF a absorbovaného ionizujícího záření. Vedle toho jsme chtěli výsledky prověřit pomocí jednoho vzorku, který byl ozařován po dobu 500 s. Pokud bude sedět na výsledném grafu, tak měření proběhlo správně.

# 1 Metodika – použité přístroje

Vakuová pinzeta – aby nedošlo k nanesení různé špíny (prach, mastnota, kousky kůže aj.) na dozimetry, tak se používá vakuová pinzeta – ona špína by při měření intenzity luminiscence na Harshaw TLD 3 500 shořela. Ta funguje tak, že na konci je objekt připomínající injekci, v němž se vytvoří podtlak, a tak pevně uchopí požadovaný předmět.

Ozařovač GammaCell 220 - tento přístroj se používá k řízenému ozařování vybraných materiálů. Funguje tak, že materiál se vloží do válcového výtahu a uzavře. Výtah je spuštěn dolů, kde se nachází prstenec radioaktivního  $^{60}\text{Co}$  (viz obr. 2).

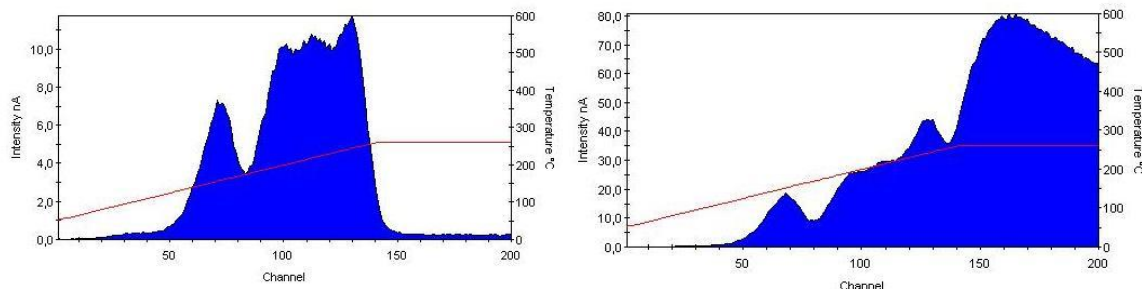


Obr. 2 GammaCell 220

Harshaw TLD 3 500 – se používá k měření luminiscence předmětů po stimulaci teplem. Na plechovou destičku je dán předmět, destička se postupně ohřívá od 50 °C do 260 °C. To způsobí, že vzorek začne emitovat fotony. Protože je snaha zachytit i to nejnepatrnější světlo, je do přístroje zabudován fotonásobič. Přístroj pak utvoří graf, na němž lze vidět jak křivku růstu teploty tak i luminiscence (viz obr. 3, 4 a 5).



Obr. 3 Harshaw TLD 3 500



Obr. 4, 5 Graf luminiscence (modrá plocha) a vyhřívací křivky (červená křivka)

## 2 Měření

Pro odvození závislosti intenzity luminiscence látky a absorbovaného ionizujícího záření byly zvoleny 4 skupiny, které byly vystaveny ionizujícímu záření po určitou dobu. Našimi vzorky byl LiF:Mg,Ti, který byl vystaven ionizujícímu záření v ozařovači GammaCell 220. V každé skupině bylo 10 tablet LiF pro přesnost následujících měření. Aby bylo zabráněno kontaminaci vzorků, byla použita vakuová pinzeta.

Jednotlivé lahvičky se vzorky měly být ozařované po takovou dobu, aby absorbovaná dávka byla 1, 3, 5 a 7 Grayů. K těmto skupinám byla přidána ještě jedna, u níž byla určena pouze doba ozařování. Ozařovač za jednu hodinu dokáže ozářit 27,91 Gy/hod, z čehož bylo vypočítáno, jak dlouho je potřeba ozařovat (viz hodnoty tabulku 1).

Tabulka 1 Požadovaná absorbovaná dávka a patřičná doba ozařování

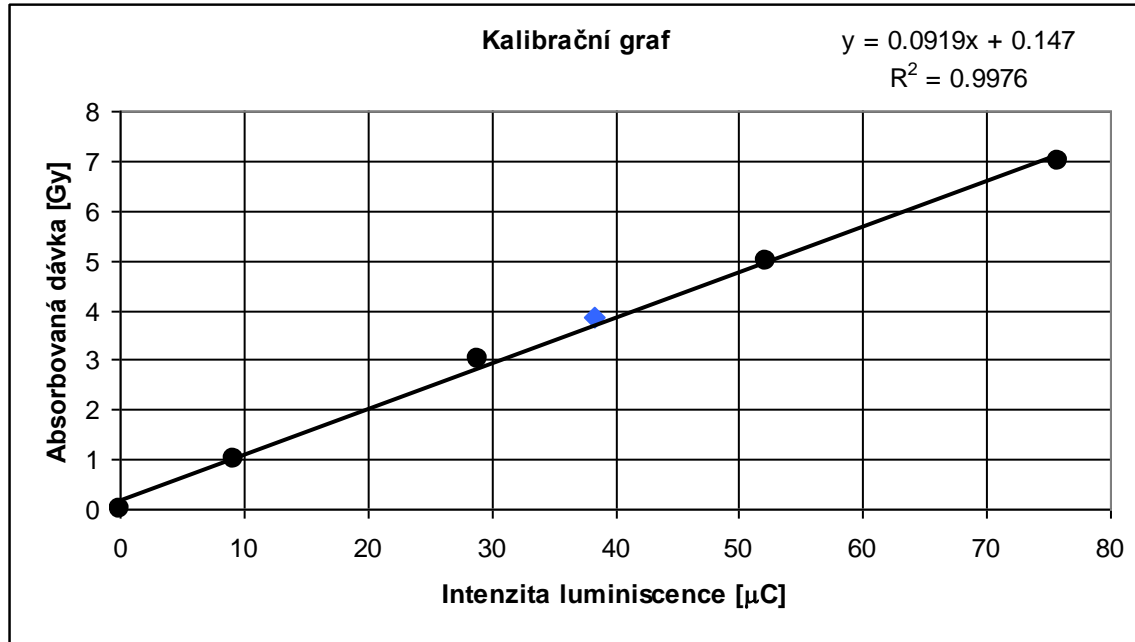
<b>Absorbovaná dávka [Gy]</b>	0	1	3	5	7	neznámá
<b>Doba ozařování [s]</b>	0	129	387	645	903	500

Aby měření netrvalo příliš dlouho, byly ozařovány skupiny současně. Společně byly dány do držáku, nechaly se ozařovat tu danou dobu a vždy, když uběhla vypočtená doba, byla jedna skupina vyndána a zbytek pokračoval.

Dalším krokem po ozáření bylo měření, kolik světla zvládne vyprodukovat po tepelné stimulaci. K měření luminiscence byl použit přístroj Harshaw 3 500. Naměřené hodnoty byly zprůměrovány.

## 3 Výsledky

Naše měření proběhlo úspěšně. Na základě našeho měření jsme zjistili, že závislost mezi absorbovanou dávkou ionizujícího záření a intenzitou luminiscence je lineární. Funkci jsme vyjádřili předpisem  $f(x) = 0,0919x + 0,147$ . Výsledky byly dány do grafu (viz. graf 1).



**Graf 1** Závislost absorbované dávky a intenzity luminescence

Kontrolní vzorek (viz modrý čtvereček v grafu) jsme ozářili neznámou dávkou. Stanovili jsme odezvu, která byla 38  $\mu\text{C}$  a tu dosadili do rovnice. Výsledná dávka byla 3,66 Gy. Když jsme takto naměřenou hodnotu porovnali s hodnotou, která byla předpokládána (3,88 Gy), zjistili jsme, že relativní odchylka je 14 %, což mohlo být způsobeno delším časem ozařování, nebo skutečností, že dozimetry jsou už staré.

## 4 Závěr

Podářilo se nám zjistit druh závislosti mezi intenzitou luminescence LiF a absorbovaného ionizujícího záření. Přesnost tohoto vztahu byla prověřena pomocí skupiny dozimetrů, která byla ozařena dávkou 3,7 Gy a srovnána s hodnotou vypočtenou z kalibrační rovnice pomocí naměřené hodnoty odezvy. Stanovená dávka je zobrazena v grafu.

## Zdroje

[1] ADLIENĚ, Diana a Rūta ADLYTĚ. *DOSIMETRY PRINCIPLES, DOSE MEASUREMENTS AND RADIATION PROTECTION*. Kaunas University of Technology, Physics Department, Student ū g. 50, LT-51368 Kaunas, Lithuania, 2015. Kaunas University of Technology.

[2] ISO. (2015). *Guide for absorbed-dose mapping in radiation processing facilities*. ISO/ASTM 52303:2015.