

Rozhledy matematicko-fyzikální

Lubomír Sodomka
Rentgenová mechanoluminiscence

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 92 (2017), No. 1, 10–13

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146732>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2017

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

Rentgenová mechanoluminiscence

Lubomír Sodomka, Adhesiv, Liberec

Abstract. The article presents the phenomenon of so called X-ray mechano-luminescence and describes its real life occurrences. Then, graphical models of X-ray pulses and their probability distribution are mentioned.

Mechanoluminiscence

Mechanoluminiscence je málo známý fyzikální jev, i když jeho název je výmluvný. Jde o luminiscenci vybuzenou mechanickým působením na materiály. Dříve se k označení těchto jevů používal termín *triboluminiscence*, tj. vznik světla v důsledku tření látek. Později se ukázalo, že mechanoluminiscenci může způsobit obecně každé mechanické působení na látky, a tak se v 80. letech minulého století přešlo k užívání pojmu mechanoluminiscence [1]. První zmínky o zkoumání rentgenové (rtg) mechanoluminiscence (rtgmle) najdeme na Technické univerzitě v Liberci kolem roku 1970 při studiu kavitace [2]. V té době ještě nedokázali autoři pozorováním přesvědčivě prokázat skutečnou existenci rtgmle.

Mechanické oddělování polymerové pásky od pevného povrchu a vznik rtgmle

První prokazatelné ověření vzniku rtgmle bylo provedeno až v současnosti při odtrhování lepicí pásky z povrchu materiálů, o čemž svědčí publikace [3, 4, 5]. Tato metoda je znázorněna na obr. 1.



Obr. 1: Vznik a detekce rtgmle

Jev je třeba chápat jako lom při vytvoření dvou nových ploch opačně nabitých, kladně a záporně, v malé vzdálenosti od sebe. Na obr. 1 je vytvořený rentgenový snímek části prstu. Můžeme tedy orientovat výklad vzniku rtgmle na analogický jev jako při pořizování snímků na lékařském rentgenu. Při tomto snímkování je vytvářeno spojitě (brzdné) rtg záření ve wolframové rentgence, které prochází prozařovaným předmětem a na filmu vytváří obraz. Mezi dvěma opačně nabitými plochami vzniká silné elektrické pole, které podobně jako v rentgence vytváří spojitě rtg záření a jeho prostřednictvím obraz prstu – to je podstata teoretického výkladu rtgmle, které se dosud považuje za teoreticky nevysvětlené. Důkaz lze provést i analyticky i kvantitativně [6].

Rtgmle generovaná lomem homogenního materiálu a při studiu kavitace

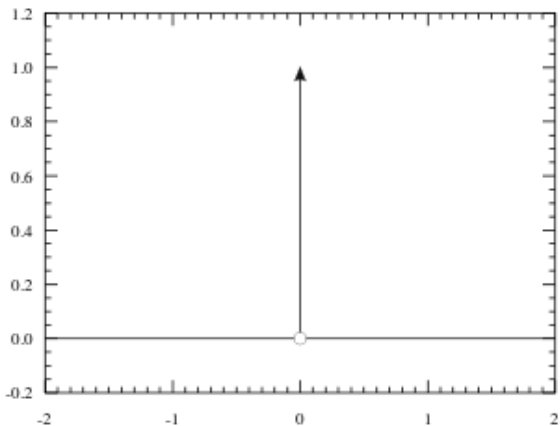
K jinému typu vzniku rtg záření dochází při lomu homogenních materiálů nebo při kavitačním působení na pevné látky, tj. při jejich pulzním mechanickém namáhání. Kavítace byla objevená při erozi lodních šroubů v lodních pohonech. Při jejich rychlém otáčení dochází ve vodě v jejich okolí ke vzniku podtlaků a střídavě k jejich vysokým hodnotám, což se nazývá imploze. Imploze jsou pak zdrojem vysokotlakých pulsů. Výsledkem takového pulzního působení na materiály je, jak ukazuje teorie, vytvoření rtg záření, které fyzika označuje jako charakteristické. K tomu je však třeba pracovat s materiály, které obsahují prvky s větším atomovým číslem, než je 25. Takovým nejužívanějším materiálem je ocel. Při pulzním namáhání materiálů v nich dochází k lomu a rychlému rozrušování. Mechanický puls lze pak rozložit v celou množinu frekvencí, jejichž interval zasahuje až do frekvencí kmitů rtg záření, které pak spojením s kmity elektrického náboje vytvářejí charakteristické rtg záření, které je ale proti spojitému záření velmi slabé a nelze jím provádět zobrazení kostí v těle. Proměření spekter charakteristického záření může být ale předmětem zkoumání v budoucnosti.

Grafické modely rtg pulsů a jejich pravděpodobnostní rozdělení

V dalším textu budou objasněny uvedené teorie graficky, i když je možné provést je bez velkých potíží i matematicky, viz např. [6]. Jako modely pro grafické objasnění uijeme dva typy pulsů, jeden pravouhlý a jeden trojúhelníkový.

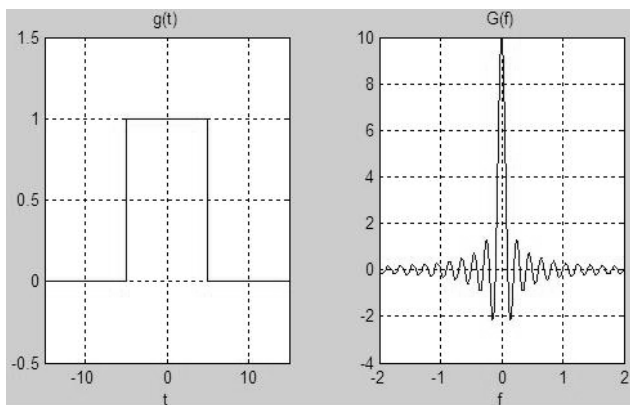
Obdélníkový puls má svou výšku a šířku. Při limitě výšky do nekonečna a šířky k nule dostáváme ideální puls popsany Diracovou delta

funkcí δ v závislosti na čase, jak ji zobrazuje obr. 2. Její Fourierova transformace dává konstantní závislost na frekvenci f . Jsou v ní zastoupeny všechny frekvence se stejnou pravděpodobností.



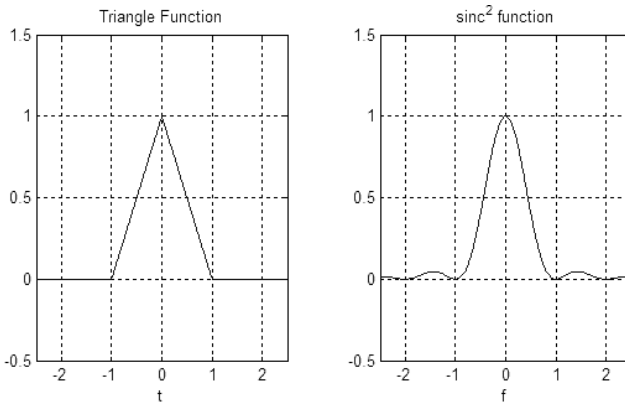
Obr. 2: Diracova delta funkce

Nyní jen graficky ukážeme, že i modelové pulsy mohou vytvářet dostatečně vysoké frekvence v oblasti frekvencí rtg záření. Příkladem jsou pravoúhlé kmity (obr. 3). Jejich Fourierovy transformace ukážou jimi vytvořené frekvenční spektrum s pravděpodobností jejich výskytu.



Obr. 3: Graf Diracovy delta funkce na pravoúhlém pulsu

Z obrázku je patrné, že Fourierovy transformace skýtají pravděpodobnosti rozložení frekvencí pulsu, které se mohou táhnout do vysokých hodnot přesahujících dokonce frekvence rtg záření, i když třeba jen s nízkou pravděpodobností, kterou je možné současnou technikou měřit. Při vytváření pulsu lomem může vznikat i spojité rtg záření, jehož teorie byla již popsána. Nyní ještě bude třeba potvrdit předchozí výsledky na pulsu trojúhelníkového tvaru opět jeho Fourierovou transformací uvedenou na obr. 4.



Obr. 4: Graf Diracovy delta funkce na trojúhelníkovém pulsu

Uvedené obrázky dokazují možnosti transformace mechanických a elektrických pulsů na pravděpodobnost rozložení frekvencí, což kvalitativně dokazuje teorii vzniku rtg záření vlivem mechanického účinku na kondenzované látky. Jednoduché matematické zpracování tohoto jevu umožňuje přímý výpočet pravděpodobnosti výskytu požadované frekvence.

Literatura

- [1] Sodomka, L.: *Mechanoluminiscence a její použití*. Academia, Praha, 1985.
- [2] <http://www.denik.cz>
- [3] <http://www.smh.com.au>
- [4] <http://www.nature.com>
- [5] Sodomka, L.: *Mechanicky indukované rentgenové záření*. Připraveno k publikaci.