

Zobrazování hmyzu uvězněného v jantaru

Eduard Heřmánek^[1], Tomáš Doležal^[2], Vít Řezáč^[3]
[1] Gymnázium Velké Meziříčí, hermanek@gvm.cz
[2] Gymnázium Velké Meziříčí, dolezal@gvm.cz
[3] Gymnázium Velké Meziříčí, rezac@gvm.cz

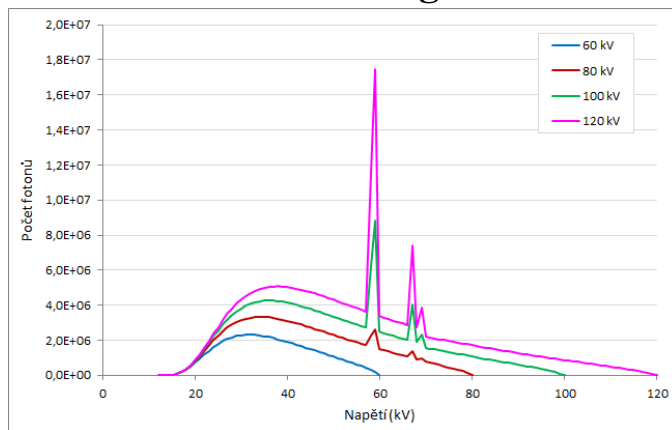
Abstrakt:

Cílem naší práce je zobrazit průřez lidským vlasem a dále hmyz uvězněný v jantaru pomocí rentgenového záření a tím prokázat jeho využitelnost. Po provedení experimentů a statistické analýze výsledků jsme dostali nezkreslený obraz zobrazovaných předmětů, který se nelišil od předpokladů. Tímto jsme potvrdili využitelnost rentgenového zobrazování.

1 Úvod

Cílem našeho projektu bylo zobrazit předměty, v našem případě vlas a hmyz uvízlý v jantaru, pomocí rentgenového záření a výsledky vyfiltrovat tak, aby bylo dosaženo nezkresleného, čistého obrazu. Tohoto jsme chtěli dosáhnout použitím výpočetní technologie. Naším dalším cílem je potvrdit užitečnost rentgenového záření při zobrazování objektů.

Vznik a vlastnosti rentgenového záření



Obr. 1: Příklad rentgenového spektra měřeného krystalografickým spektrometrem^[1]

Jde o elektromagnetická vlnění vznikající v důsledku interakce nabitých částic s pevnou hmotou, anebo při rekonstrukci atomového obalu. Spektrum záření X (rentgenového záření) má povahu spojitého, tak i čárového spektra. Spojité spektrum vzniká v důsledku brzdění nabitých částic v látce, druhé vzniká v průběhu rekonstrukce atomového obalu. Pomocí tohoto záření se při rekonstrukci uvolňuje energie, která způsobila excitaci. Spektrum tohoto záření se projevuje ve formě úzkých vysokých vrcholů -peaků

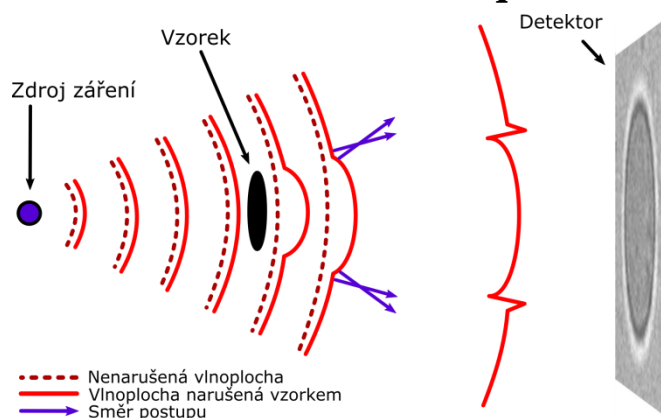
Užití rentgenového záření

Čárové spektrum je možné využít při krystalové analýze, protože plochy v krystalech odrážejí fotony s danou energií jen do příslušného směru. Charakteristické peaky lze potom vidět promítnuty na různá místa pomyslné kružnice se středem v zkoumaném krystalu. Z tohoto úhlu lze výpočtem dojít ke krystalové struktuře. Záření se spojitém spektrem lze použít při rentgenovém zobrazování běžných předmětů. V dnešní době se používá ve velkém měřítku v oborech jako je třeba medicína, průmysl (strojírenský, hutnický...) nebo ve výzkumu.

Transmisní radiografie

Transmisní radiografie je zobrazovací metoda používající absorpce rentgenového záření v předmětech. Při použití této metody obecně platí, že čím hustší je pozorovaný předmět, tím vyšší je i absorpce v materiálu a tím větší je kontrast stínu daného předmětu. V současnosti jde o nejpoužívanější metodu zobrazování. Její hlavní výhodou je její jednoduchost. Jejím záporem je však nutnost větších dávek ozáření daného objektu, což je problém zejména v medicíně.

Phase-shift contrast technique



Obr. 2: Phase-shift contrast technique

Jde o jev pozorovatelný zvláště na okrajích stínu pozorovaného objektu. Tento jev se projevuje vyšším množstvím fotonů detekovaných na hranici stínu, kde je prostředí s nižší hustotou. O to méně je detekovaných fotonů v prostředí s vyšší hustotou. Tento způsob má oproti výše zmíněné transmisní radiografii výhodu v tom, že nevyžaduje vysoké dávky ozáření, protože k zobrazení a zkoumání předmětu nepoužívá stín předmětu, ale změnu směru fotonů u okraje předmětu. Touto metodou se dá zjistit jeho velikost, případně některé další fyzikální vlastnosti. Na obrázku v tomto odstavci lze tento jev pozorovat jako dvojici zubů na vlnoploše (červená čára) u okrajů stínu předmětu.

2 Postup a výsledky

Popis aparatury

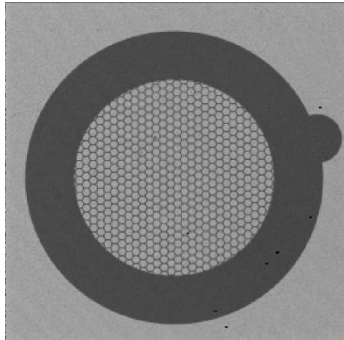
Aparatura se sestávala z následujících součástí: zdroje rentgenového záření PXS5-925EA s wolframovou anodou, pohyblivého zajišťovacího mechanismu pro manipulaci se vzorkem, detektoru rentgenového záření Medipix a technologie pro zpracování výsledných dat. Urychlovací napětí rentgenky bylo vždy 40kV a anodový proud 80 μ A.

Postup měření

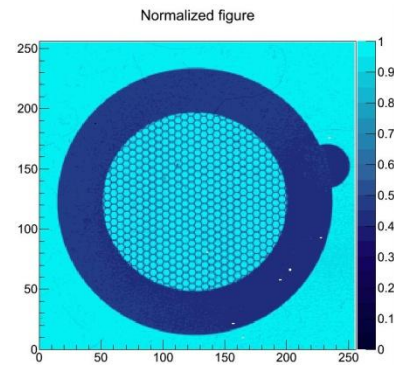
Měření probíhalo tak, že mezi vysílač a přijímač záření byl vložen pozorovaný předmět, u kterého jsme upravili jeho pozici tak, aby se na detektoru objevil jeho stín. Následně jsme pořídili sérii 600 snímků, každý s expozicí 2 s. Hodnoty ze všech měření jsme zprůměrovali a podělili jsme je průměry z referenční série 600 snímků bez jakéhokoliv předmětu. Tento podíl jsme poté převedli na grafickou podobu.

Ověření správnosti postupu

Použitou metodu jsme ověřili tak, že jsme provedli sérii 600 snímků nám známého předmětu, v našem případě hliníkového/měděného kolečka o průměru 3 mm vypleteného drátem o průměru 8 μ m. Dále jsme postupovali výše zmíněným způsobem. Shodou našeho zobrazení s předpokladem jsme dokázali správnost námi použité metody.



Obr. 3 - rentgenový snímek kolečka před zpracováním

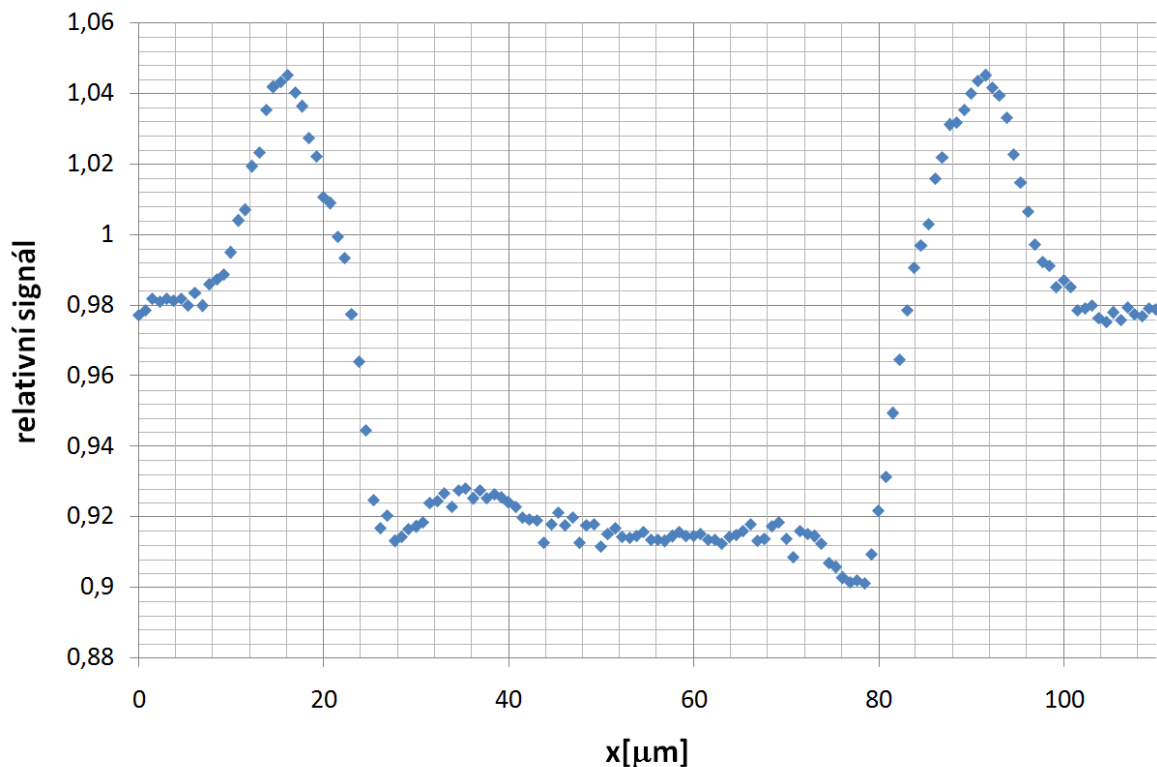


Obr. 4 - rentgenový snímek kolečka po zpracování

Obrázek na levé straně představuje snímek před zpracováním, obrázek na pravé straně představuje vyčištěnou verzi levého obrázku. V porovnání obrázků lze vidět mnohem unifikačnější plochy na upraveném obrázku, na rozdíl od původního, který je ovlivněn šumem, který se projevuje jako nejednotnost šedé barvy v rámci jedné plochy.

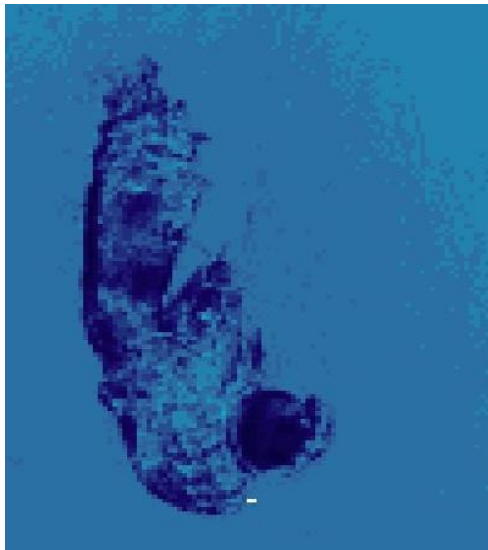
Výsledky

Naše výsledky byly dle předpokladu. Na následujícím grafu intenzity rentgenového záření je jasně vidět absorpce rentgenového záření vzorkem (v našem případě vlasem), dále je zde také vidět fázový posun na okrajích stínu vlasu. (vlas je přibližně v místě od 22 do 82 μm).

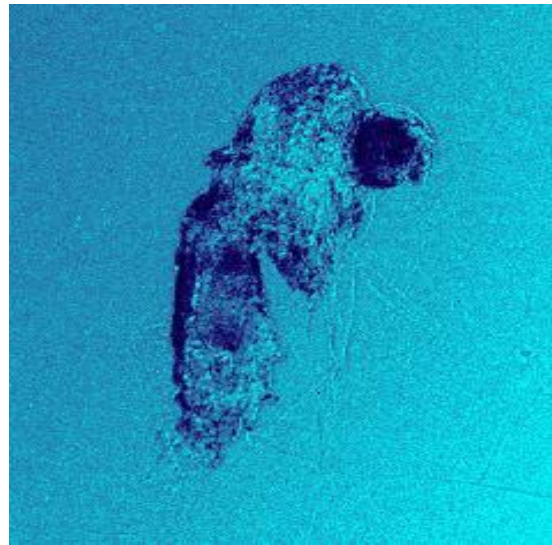


Obr. 5: Graf intenzity rentgenového záření v okolí vlasu (příčný řez)

Na zobrazení hmyzu je dobře vidět jeho tělo, hlava,. Bohužel není vidět nohy a křídla, protože nezanechaly dostatečně velký a jasný obtisk v jantaru.



Obr. 6: Obrázek hmyzu zobrazeného pomocí transmisní radiografie vytvořená pomocí detektoru Medipix



Obr. 7: Obrázek hmyzu zobrazeného pomocí transmisní radiografie vytvořený CCD kamerou^[2]

Obrázek na levé straně byl pořízen pomocí méně citlivého detektoru Medipix, zatímco obrázek napravo, pořízený dodatečně Ing. Linhartem, byl pořízen CCD kamerou s přibližně 21násobným rozlišením. Díky tomu lze na obrázku vpravo vidět i nohy tohoto hmyzu, které na méně kvalitním obrázku vlevo vidět nejsou.

3 Shrnutí

V průběhu tohoto miniprojektu jsme zjistili, jakým způsobem se zobrazuje objekt pomocí rentgenového záření. Zjistili jsme, že pomocí rentgenů lze zobrazit i velmi malé předměty uvnitř jiných objektů. V průběhu se nám podařilo potvrdit užitečnost rentgenového záření při zobrazování i velmi malých objektů. Dále jsme potvrdili použitelnost naší metody při jejím použití i na nekovové objekty. Ve výsledcích každého experimentu jsme mohli pozorovat jev spojený s lomem paprsků směrem do opticky hustšího prostředí (tj. prostředí s nižší hmotnostní hustotou).

Poděkování

Touto cestou bychom chtěli poděkovat panu Ing. Vladimíru Linhartovi, Ph.D. za všechnu jeho pomoc, kterou nám v průběhu práce na tomto miniprojektu poskytl. Dále bychom chtěli poděkovat organizátorům týdne vědy za přípravu této akce a všem, kteří její konání umožnili.

Reference:

[1] http://www.sukupova.cz/blog/wp-content/uploads/2013/08/spektra_napeti.png

[2] Linhart V. - Obrázek hmyzu zobrazený pomocí CCD kamery