

Zobrazování hmyzu uvězněného v jantaru

Štěpán Skalka, Gymnázium Jírovcova 8, České Budějovice
stepan.skalka@gmail.com

Lukáš Čech, Gymnázium Otokara Březiny a Střední Odborná
Škola Telč, Hradecká 235
luky.cech.7@seznam.cz

Abstrakt:

Cílem práce bylo zobrazit mušku uvízlou v jantaru pomocí záření X. Použili jsme metodu fázního kontrastu a metodu absorbního kontrastu. Získali jsme detailní snímek mušky, na kterém byly patrné kromě těla i nohy a náznak křídel, což je velice nesnadné. Bylo pozorovatelné rozdělení těla na tři části – hlava, zadeček a hrud'.

1 Úvod

Naším úkolem bylo seznámit se s principy fungování záření X (rentgenového) a s možnostmi jeho využití v praxi. Dále jsme měli za úkol, naučit se pracovat s tímto zářením a s přístroji, které s ním souvisí a seznámit se s metodami zobrazování pomocí RTG. Výsledkem naší práce je rentgenový snímek hmyzu uvězněného v jantaru.

Záření X (RTG) je elektromagnetické záření s původem v elektronovém obalu. [1] Existují dva druhy záření X. Brzdné a charakteristické.

Brzdné rentgenové záření není přímo určeno materiálem, ale závisí na rychlosti letícího elektronu. Vzniká, když se rychle letící elektron dostane do místa působení elektrostatického pole nějakého atomu. Tento elektron se působením tohoto pole zbrzdí a jeho trajektorie se zakříví. Kinetická energie, o kterou elektron přijde se emituje ve formě rentgenového záření. Čím více se elektron přiblíží k jádru a čím větší je jeho energie, tím větší je energie vznikajícího RTG záření. Elektrony letící na atom nemají díky srážkám jednotnou rychlost (kinetickou energii) a tudíž je vyzařováno rentgenové záření o různých vlnových délkách a s různou energií. Spektrum je tedy spojitě.

Charakteristické rentgenové záření závisí na materiálu (prvku), ze kterého je vyzářeno. Vzniká tím, že do elektronu v atomu narazí jiná částice, předá mu energii a elektron přejde do vyšší energetické hladiny nebo ho úplně vyrazí pryč z atomu. V prvním případě se excitovaný elektron vrací zpět do nižší energetické hladiny a při tom vyzáří energii ve formě fotonů rentgenového záření. V druhém případě na místo vyraženého elektronu nastoupí jiný elektron z vyšší energetické hladiny a opět při tomto sestupu emituje rentgenové záření. Velikost energie, která bude emitována ve formě záření je rovna rozdílu energie dvou energetických hladin atomu, mezi kterými se elektron přesouvá, tento rozdíl je v rámci atomu stále stejný a pro každý materiál (prvek) jiný. Proto je emitováno RTG záření pouze o určitých vlnových délkách a určité energii, spektrum charakteristického RTG záření je tedy čárové. Název charakteristické záření plyne z toho, že povaha záření je jednoznačně určena mateřským atomem (prvkem, materiálem).

Jantar je třetihorní mineralizovaná pryskyřice z jehličnanů, staří většinou kolem 50 milionů let. Průměrné chemické složení jantaru bylo určeno jako $C_{10}H_{16}O$. Nejběžnější barva jantaru je zlatavě žlutá, ale nalézají se odrůdy zcela průhledné, červené, kávové i bílé.

2 Popis měření

RTG záření, lze je využít pro zobrazování předmětů. Využili jsme dva způsoby: Metodu Absorbčního kontrastu a metodu Fázového kontrastu.

Metoda absorbčního kontrastu závisí na hustotě ozařovaného materiálu. Vychází z toho, že různé různé předměty o různé hustotě a tloušce pohlcují RTG záření v rozdílné míře. Hustší/tlustší místa budou pohlcovat RTG paprsky více, proto vrhá stín na fotocitlivý materiál, který zaznamená méně záření.

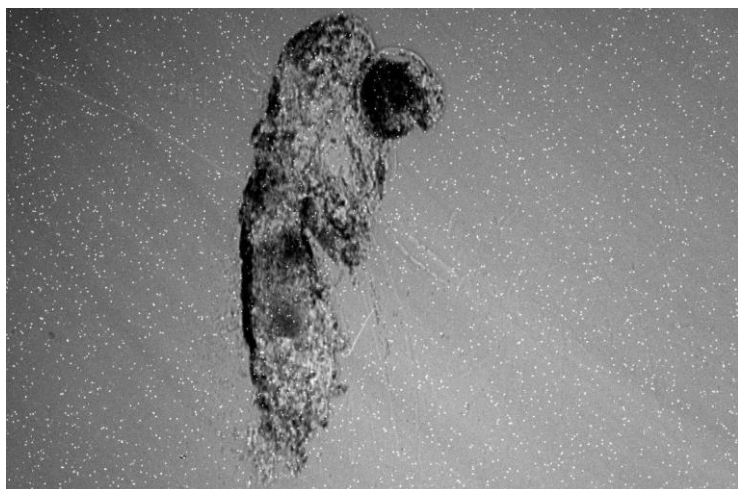
Metoda fázového kontrastu využívá rozdílného indexu lomu různých materiálů. RTG záření je tudíž mírně odkloněno a na fotocitlivém materiálu se vytvoří tmavé a světlé proužky na hraně předmětu.

Zobrazovací přístroj se skládá z několika částí: Rentgenka - vyzařující RTG záření, elektricky ovládaný stoleček na umístění vzorku, scintilátor – přeměňující RTG záření na viditelné světlo, CCD čip, optická soustava.

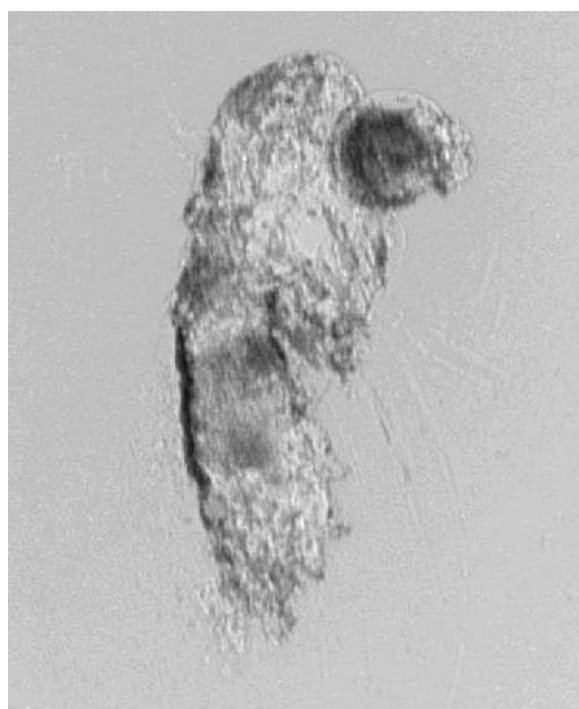
Celé zařízení je uloženo v temném uzavíratelném boxu obloženým olovem, kvůli ochraně před uniknutím RTG záření (olovo ho pohlcuje). Záření je tvořeno v Rentgence, která ho tvoří vysíláním a urychlováním (dodáváním elektrické energie, v našem případě 40kV a 80uA) elektronů z katody na anodu, kde se následně emituje brzdné rentgenové záření. Toto záření dále prochází předmětem, který chceme zobrazit. Dále se nachází scintilátor, který záření, které prošlo objektem přemění na viditelné (resp. ultrafialové) světlo, které je optickou soustavou zobrazováno na CCD čip, který snímá rentgenový snímek objektu. Data z CCD čipu poté míří do počítače, kde jsou dále zpracována.

Na čip dopadají a přímo reagují také zbloudilé nechtěné fotony rentgenového záření, což způsobuje bílé tečky na snímku. Zbloudilé fotony RTG záření dopadají náhodně na čip, proto lze opakovaným snímáním a následným zprůměrováním snímků tyto bílé tečky eliminovat. Dále vznikají černé tečky, které jsou způsobeny nefunkčními pixely. Tyto artefakty eliminovat nelze. Ne na všech místech scintilátoru je záření převáděno se stejnou účinností. To se projeví tmavými a světlými proužky na výsledném snímku. Tento problém se odstraňuje tzv. flat-field korekcí, která spočívá ve vyfocení snímků bez vzorku s homogenním ozářením (FLAT), snímků bez ozáření (DARK) a snímků se vzorkem i s ozářením (RAW), poté se pomocí matematických operací a transformací snímky spojí a vznikne snímek s eliminovanými nerovnostmi.

3 Výsledky a shrnutí



Obr. č. 1



Obr. č. 2

Zde popsané metody jsme použili k vytvoření snímku mušky uvízlé v jantaru. Nejdříve jsme nasnímali všechny potřebné snímky (obr. č. 1 příklad snímku bez odstraněných nedokonalostí), poté jsme tyto snímky spojili do jedné fotografie s odstraněnou většinou artefaktů (obr. č. 2).

Poděkování

Rádi bychom poděkovali panu Ing. Vladimíru Linhartovi, Ph.D. za pomoc při této práci, za cenné připomínky a rady. Dále bychom rádi poděkovali FJFI za poskytnutí možnosti účasti na Týdnu Vědy na Jaderce a příležitosti vyzkoušet si práci v laboratoři a věci, které vědecká profese přináší.

Reference:

- [1] RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ (on-line), 2018, https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgenové_záření
- [2] JANTAR (on-line), 2018, <https://cs.wikipedia.org/wiki/Jantar>