

Elektronová mikroskopie v materiálovém výzkumu

A. Janich¹

R. Horešovský²

M. Matoulek³

¹Gymnázium, Praha 9, Špitálská 2, adjanich@gmail.com

²Gymnázium Nad Kavalírkou, Praha 5, robert.horesovsky@gmail.com

³Jiráskovo gymnázium, Náchod, Řezníčkova 451,
matoulekmichal@gymnachod.cz

Abstrakt:

Cíl miniprojektu spočíval v seznámení se s funkcemi a využitím rastrovacího elektronového mikroskopu v materiálovém výzkumu a pozorování katedrou dodaných vzorků pilin zvonů, jejich struktury a složení.

1 Úvod

Elektronová mikroskopie patří od 30. let minulého století k jednomu z nejdůležitějších zobrazovacích metod a znamenala přelom na poli mikrofotografie a materiálového výzkumu. V zásadě se dělí na dva základní typy – transmisní (TEM) a rastrovací (SEM). Cílem našeho miniprojektu bylo dozvědět se více o stavbě, činnosti a funkcích rastrovacího elektronového mikroskopu a vyzkoušet si práci s tímto přístrojem. Po tom, co jsme si zkušebně prohlédli vlákna celulózy v papíru, přistoupili jsme k hlavnímu cíli naší práce – porovnat složení a mikrostrukturu dodaných kovových pilin odebraných ze zvonů.

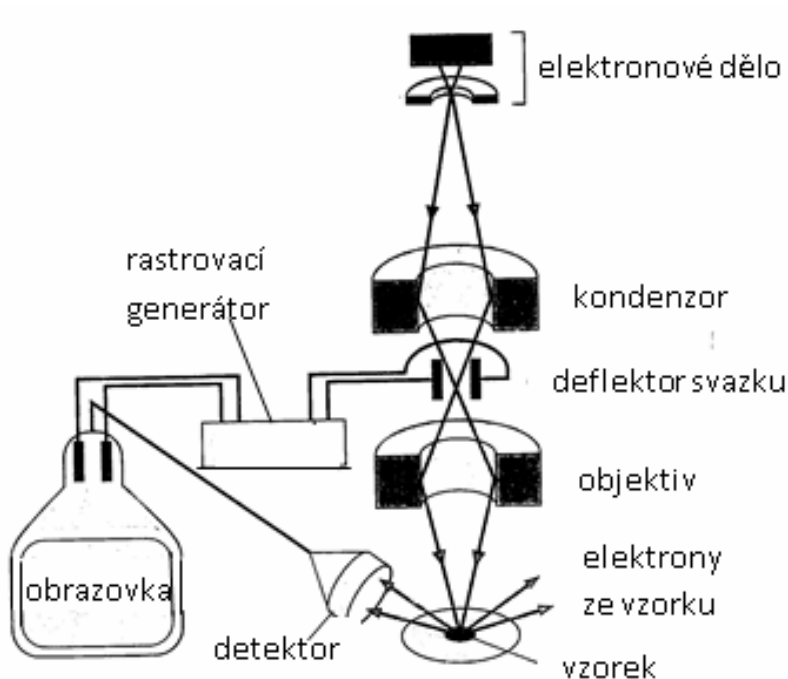
2 Rastrovací elektronový mikroskop a jeho funkce

Základním principem tohoto typu mikroskopu je pohyb úzkého elektronového svazku po vzorku. Ohnisko svazku se pohybuje po řádcích zleva doprava a v každém místě je senzory měřeno množství zpětně odražených a sekundárních elektronů. Elektrony jsou odraženy zpět díky odpudivé elektrostatické síle. Sekundární elektrony jsou elektrony excitované z orbitalu atomového obalu. Kromě senzorů pro sekundární elektrony a detektoru zpětně odražených elektronů obsahuje přístroj také detektor charakteristického rentgenového záření. Díky spektrogramu je pak možno určovat přibližné složení vzorku – a to jak celkově, tak v konkrétní menší oblasti.

Součástí soustavy je rovněž nádoba s kapalným dusíkem, jenž zprostředkuje chlazení energiově disperzního detektoru. Důležitá je rovněž přítomnost pump, neboť je třeba zajistit nízký provozní tlak v komoře.



Obr. 1 SEM na katedře materiálů FJFI



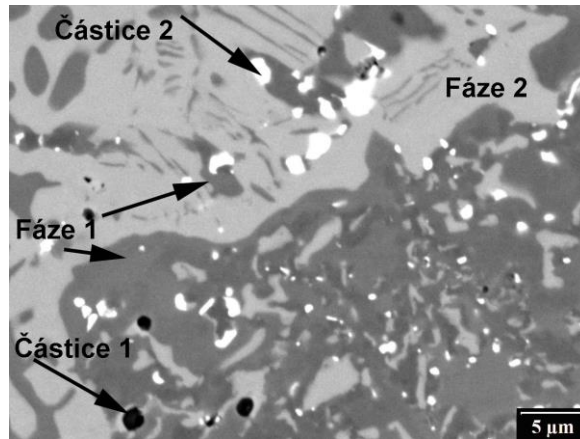
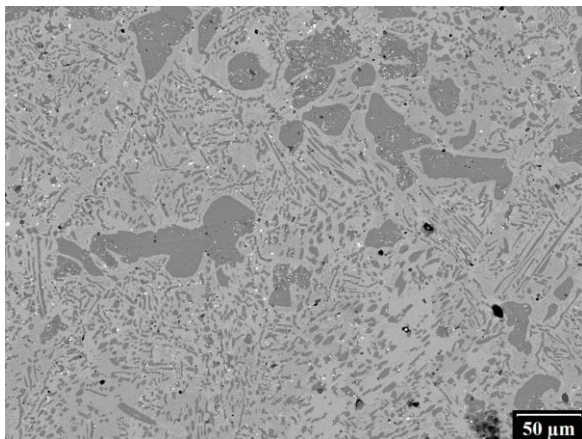
Obr. 2 Schéma SEM (převzato z [1])

3 Vlastní výzkum

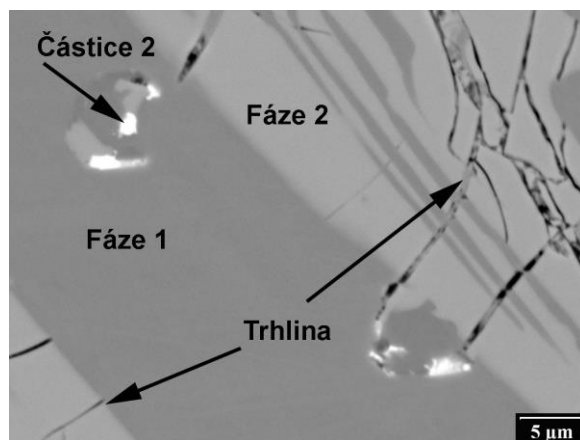
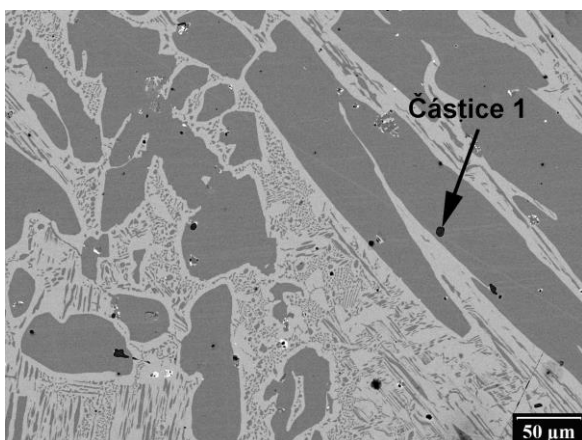
Předmětem našeho výzkumu bylo prozkoumat mikrostrukturu a zastoupení jednotlivých prvků v dodaných vzorcích. Vzorky pocházely ze zvonů Michael a Leopold z katedrály Svatého Ducha v Hradci Králové.

Po vložení prvního vzorku (Obr. 3 a)) a zaostření jsme si okamžitě všimli nehomogenní struktury. Vzorky jsme pozorovali v rozmezí zvětšení 100x až 3000x v módu zpětně odražených elektronů (BEC). Projevily se nápadné částice, jež jsme předtím nepozorovali. Následně jsme provedli energiově disperzní analýzu jednotlivých fází. Fáze 1 obsahovala kolem 80% mědi a 20% cínu, zatímco ve fázi 2 jsme naměřili zastoupení každého z těchto kovů přibližně 50%. V částicích jsme pak identifikovali významné množství síry (částice 1) a olova (částice 2).

Následně jsme provedli zcela obdobnou analýzu i se vzorkem z druhého zvonu (Obr. 3 b)). Ihned jsme pozorovali větší zastoupení fáze 1, a tudíž i celkově větší hmotnostní zlomek mědi. Po zvětšení jsme kromě částic zaregistrovali také výrazné trhliny, které ovšem rozrušovali pouze fázi 2.



a) Mikrostruktura zvonu Michael BEC



b) Mikrostruktura zvonu Leopold BEC

Obr. 3 – snímky vzorků ze zvonů Michael a Leopold. Fáze 1 – 80% Cu, 20% Sn; Fáze 2 – 50% Cu, 50% Sn; Částice 1 – S; Částice 2 – Pb

4 Závěr

Seznámili jsme se prací s rastrovacím elektronovým mikroskopem a vyzkoušeli jsme si práci s tímto přístrojem na konkrétním problému. Podařilo se nám pozorovat rozdíly v mikrostruktuře a prvkovém složení obou vzorků zvonů. Konkrétně se jednalo o různý poměr zastoupení cínu a olova, různé zastoupení stopových prvků a výskytu mikrotrhlin. Skutečnost, že trhliny se šířily jen v jedné ze dvou hlavních fází, ukazuje, na tvárnost fáze s menším obsahem cínu a lepší šíření trhlin ve fázi bohatší na cín.

Přesvědčili jsme se, že elektronová mikroskopie a prvková analýza má široké využití v praxi. Pokud jde konkrétně o náš případ, zjištěné informace mohou naznačovat například, kde byla vytěžena kovová ruda použitá k výrobě mědi nebo cínu.

Poděkování

Tímto bychom rádi poděkovali Ing. Janu Adámkovi za odborné vedení a cenné připomínky během zpracovávání miniprojektu.

Reference

- [1] VFU Brno – *Nebuněčné formy života, elektronové mikroskopy*
http://mmp.vfu.cz/opvk2014/?title=teorie-nebunecne_formy_zivota&lang=cz