

Mikroskopy v materiálovém výzkumu

Jan Jetenský
Gymnázium Český Brod, Vítězná 616, Český Brod
JanJetensky@seznam.cz

Abstrakt:

Mikroskopy (optické i elektronové) hrají v materiálovém výzkumu významnou roli, protože umožňují nahlédnout do struktury materiálu. Studium struktury je nezbytné pro vývoj nových materiálů nebo při odhalování poruch strojů či konstrukcí. Tato práce se zabývá tím, co lze s pomocí optického a elektronového mikroskopu pozorovat ve struktuře z trubičky ze Zr a Nb, která byla vystavena extrémním podmínkám.

1 Úvod

Pokud bychom zašli do minulosti, tak zjistíme, že první mikroskop (česky též drobnohled) sestavil roku 1590 Nizozemec Zacharias Jansen. Na jeho práci navázalo mnoho slavných jmen, například Galileo Galilei. Sériová výroba mikroskopů byla zahájena roku 1847 ve firmě Carl Zeiss.

Elektronový mikroskop se objevil roku 1931 v Německu a jeho autorem byl Ernst Ruska. Již roku 1933 dosáhly tyto mikroskopy stejných výkonů jako optické a brzy je předhlonili. A jejich náskok trvá dodnes. Zatímco optická zařízení dosahují maximálního zvětšení 2000x (poté narážíme na hranice fyzikálních zákonů), elektronové mikroskopy zvládají běžně zvětšení až 1 000 000x. Mikroskop neslouží pouze k pozorování, ale lze s ním pořizovat snímky toho, co vidíme. U elektronových mikroskopů je navíc možnost připojit různé detektory a tím zjistit mnohé další věci o látce, kterou zkoumáme.

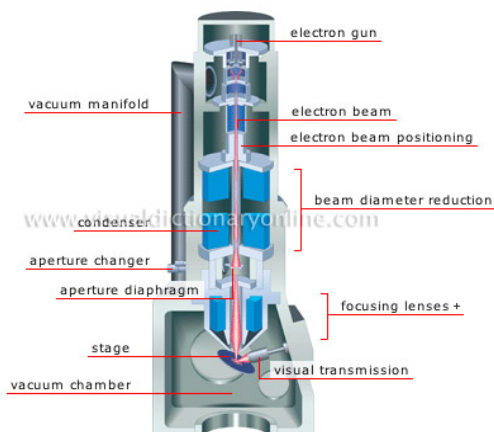
1.1 Mikroskopy

Optický



U tohoto druhu mikroskopu jsou základem čočky, které tvoří objektiv a okulár. Světlo prochází soustavou čoček a my můžeme pozorovat skutečný, zvětšený a převrácený obraz.

Elektronový mikroskop



Jedná se též o optický přístroj, ale fotony jsou zde nahrazeny elektrony a místo skleněných čoček zde najdeme čočky elektromagnetické. Rozlišujeme dva základní druhy těchto mikroskopů. Transmisní elektronový mikroskop (TEM) zobrazuje vnitřní strukturu vzorku pomocí prošlých elektronů a rastrovací elektronový mikroskop (SEM) zobrazuje povrch vzorku pomocí odražených či sekundárních elektronů. Zkoumaný vzorek se nachází ve vakuové komoře a seshora jsou na něj z elektronového děla vystřelovány elektrony. Ty mají za úkol projít, odrazit se ... podle typu mikroskopu. V dolní části se též nachází soustava detektorů elektronů. Pomocí signálů z těchto

detektorů se vytváří obraz

pozorovaného předmětu.

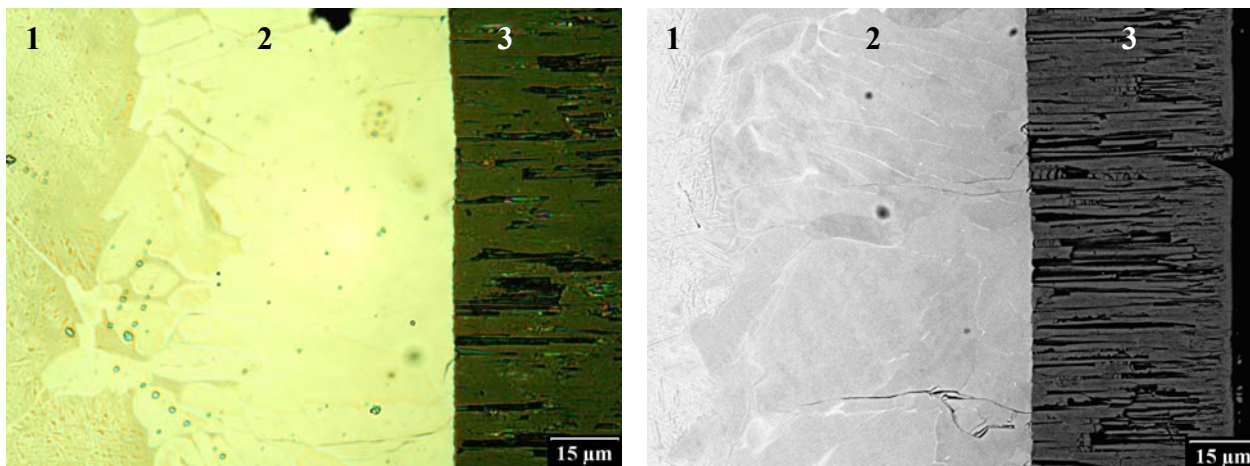
Porovnání optického a elektronového mikroskopu

Vlastnost	Optický mikroskop	Elektronový mikroskop
Zvětšení	Max. 2000x	1 000 000x
Hloubka ostrosti	Poměrně malá	Velmi dobrá
Barva	Barevné	Černobílé
Atmosféra	Bez omezení	Nutnost vakua
Analýza	Optické vlastnosti	Složení, struktura...

2 Vlastní experiment

Experimentální vzorek

K experimentu jsme použili část zirkoniové trubky (99% zirkonia s 1% příměsí niobu), která se využívá jako obal palivového článku v jaderných elektrárnách. Trubka byla vystavena po dobu 6 minut teplotě 1150°C a následně prudce zchlazena, což vedlo k vytvoření struktury, kterou jsme následně zkoumali. Před pozorováním byl připraven tzv. metalografický výbrus, tj. trubka byla zalisována do pryskyřice a v ní broušena a mechanicky leštěna pomocí roztoku, v kterém byly obsaženy krystalky diamantů. Vzorek jsme analyzovali optickým a elektronovým mikroskopem a z pozorování jsme pořídili snímky, viz obr. a), b), c).



Obr. a) optický mikroskop (nom. zvětš.1000x) Obr. b) elektronový mikroskop BES

Na snímcích můžeme pozorovat několik oblastí, které se od sebe liší. Směrem zleva pozorujeme: 1) původní β fázi 2) oblast α fáze, která je silně nasycena kyslíkem 3) tmavá oblast je tvořena oxidem zirkoničitým, který se na trubce vytvořil během expozice v páře při vysoké teplotě.

Při zvětšení 3000x lze velmi dobře pozorovat bílé „jehličky“ v původní β fázi vzniklé v důsledku prudkého ochlazení materiálu.



Obr.c) bílé jehličky ve struktuře původní fáze β . (nom. zvětš.3000x)

Během práce se též projeví určité výhody a nevýhody jednotlivých mikroskopů. Jedním z nich je to, že optické mikroskopy nám zobrazují zkoumaný materiál barevně, zatímco z elektronového mikroskopu získáme pouze černobílý obraz. Elektronový mikroskop však dosahuje mnohem větší hloubky ostroty a lze pomocí něj udělat spektrální analýzu zkoumaného materiálu.

3 Shrnutí

S použitím optického a elektronového mikroskopu se nám podařilo seznámit se s strukturou zirkoniové tyčinky, která vznikla působením velkého zahřátí a následného prudkého ochlazení. Mohli jsme detailně pozorovat povrch a pozorovat děje, které v materiálu nastaly. To je velmi důležité, pokud například potřebujeme zjistit zda určitý materiál vydrží např. vysokou teplotu, nebo jestli se změní, což by mohlo mít za následek destrukci zařízení, které je z tohoto materiálu. Mikroskopy však nacházejí uplatnění i v dalších lidských oborech a i tam přispívají k mnoha objevům, které posouvají (a budou posouvat) lidské vědění.

Poděkování

- Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT za celý projekt a poskytnuté vybavení
- Ing. Janu Adámkovi za vedení miniprojektu a pomoc při jeho realizaci

Reference:

1)Příspěvatelé Wikipedie, Mikroskop [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2010, Datum poslední revize 11. 05. 2010, 20:37 UTC, [získáno 15. 06. 2010]
<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Mikroskop&oldid=5330761>

2)Electron microscope. (2010, June 2). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 10:34, June 15, 2010,from:
http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Electron_microscope&oldid=365666434

3)PříspěvateléWikipedie, Elektronový mikroskop [online], Wikipedie:Otevřená encyklopedie, c2010, Datum poslední revize 15. 05. 2010, 16:01 UTC, [získáno15. 06. 2010]
http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Elektronov%C3%BD_mikroskop&oldid=5346197

4) Google.cz [získáno 15.6.2010],
<http://visual.merriam-webster.com/science/physics-optics/magnifying-glass-microscopes/cross-section-an-electron-microscope.php>