

# Mikroskopie v materiálovém výzkumu

Kačmár P. (xpetrx@seznam.cz), G Jeseník, Komenského 281,  
Kočí M. (micha.koci@seznam.cz), G Sušice, F. Procházky 324,  
Vacek V. (vaclav\_vacek@seznam.cz), G Třebíč, Masarykovo nám. 9/116,  
Václavek O. (Vaclavek@list.ru), G Havlíčkův Brod, Štáflova 2063

## Abstrakt:

Tato práce se zabývá prostředky materiálové mikroskopie, seznamuje ostatní návštěvníky fyzikálního týdne a jiné čtenáře s optickou a elektronovou řádkovací mikroskopií kovových materiálů.

## Úvod

Materiálová mikroskopie nachází své uplatnění. Nejprve jsme se seznámili s metodami práce s mikroskopy. Součástí výzkumu metody materiálů je i studování jejich mikrostruktury a to se děje po staletí mikroskopy optickými, po desetiletí pak elektronovými. Na katedře materiálů FJFI ČVUT jsme pracovali s mikroskopem optickým (Neophot-32 výrobce Karl Zeiss Jena NDR vybavený kamerou na snímání obrazu Olympus) i řádkovacím elektronovým (JEOL 5510LV Japonsko vybavený disperzním analyzátozem chemického složení), na obou typech jsem zkoumali vzorky oceli z potrubí na rozvod amoniaku.

## Mikroskopie

Ke zobrazení struktury zkoumaných materiálů využíváme různých prostředků:

- Optický mikroskop

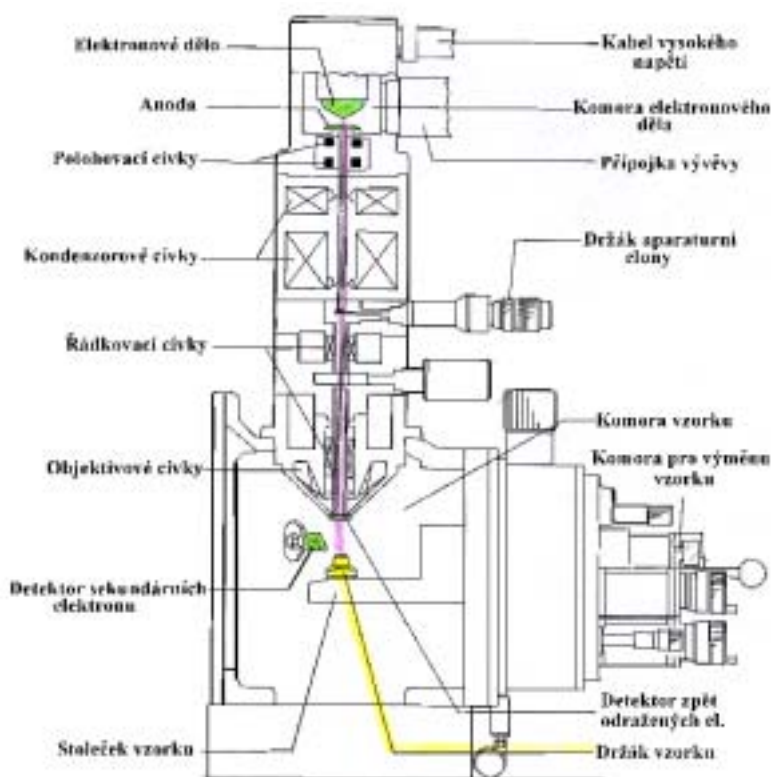
Materiálový výzkum si žádá speciální typy optických mikroskopů. Vzhledem k charakteru zkoumaných látek (kovy) není možné pozorovat klasickou metodou, založenou na průchodu světla vzorkem, nýbrž je nezbytné pozorovat světlo odražené. Světelný paprsek emitovaný halogenovou žárovkou nebo vysokotlakou výbojkou se přes soustavu filtrů a clon dostane až na zkoumaný vzorek. Od něj se odrazí zpět do objektivu, projde soustavou čoček mezičlenu a je zpravidla zachycován digitální kamerou, která jej přenáší do počítače. Osvětlovací svazek prochází buď objektivem a na pozorovanou plochu dopadá kolmo – pozorování ve světlém poli, nebo dopadá šikmo usměrněn zrcadlem kolem objektivu – pozorování v tmavém poli.

Zkoumaný materiál musí být rovný, aby co nejvíce odrazil dopadající světlo. Pro docílení tohoto stavu se používá broušení a leštění a pro zviditelnění struktury je většinou nutné takto připravenou plochu vhodným způsobem naleptat. Důležitým předpokladem pro kvalitní pozorování je zkoumaná plocha bez poškrábání a nečistot. Za ideálních podmínek je maximální použitelné zvětšení těchto mikroskopů cca 2000x.

- Elektronový mikroskop

Pro pozorování při zvětšení nad možnosti optického mikroskopu se používají elektronové řádkovací mikroskopy, které pro zobrazení používají jiného záření – svazku

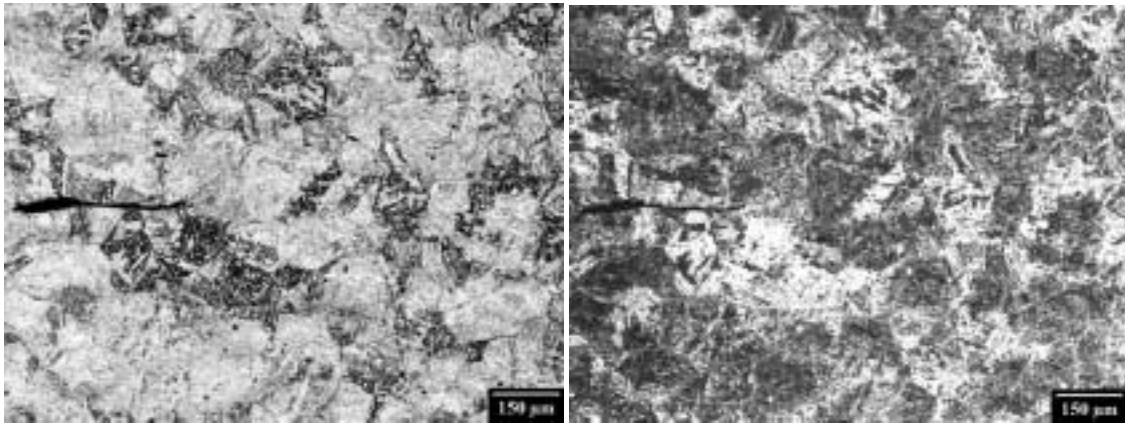
elektronů pohybujícího se periodicky po vzorku. Tak je umožněno zvětšení v řádu desetitisíců. Samotný princip je pak poměrně jednoduchý. Elektron vstupující do pozorované látky způsobuje uvolnění různých druhů záření, které následně využíváme k získání informací nejen o struktuře (elektrony), ale i o složení vzorku (rentgenové záření). Nejčastější je pozorování v sekundárních elektronech a v elektronech zpětně odražených. Protože nabíjení vzorku je nežádoucí, musí mít vodivý povrch, aby se dal přebytečný náboj odvádět. Na mikroskop jsou však kladeny značně vysoké technické nároky. Musí být zajištěno např. vakuum okolo vzorku, odvod přebytečného náboje, chlazení.



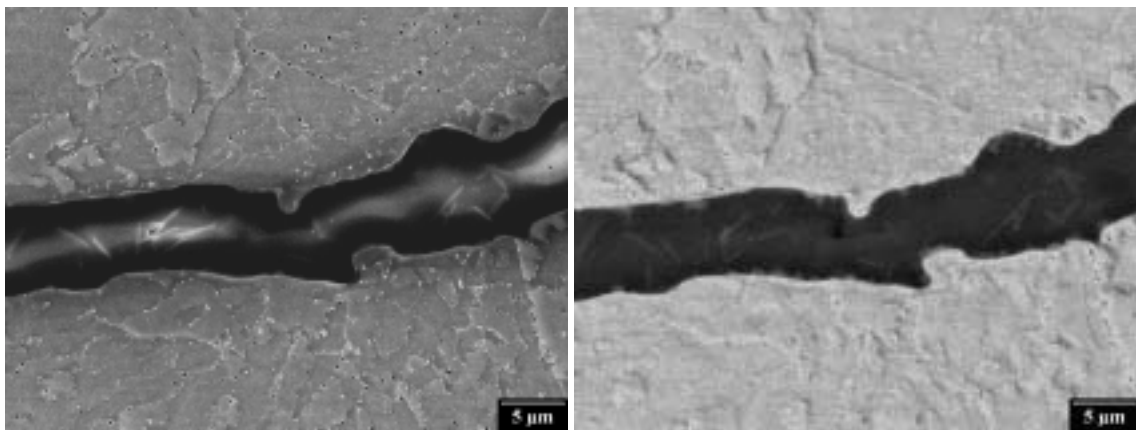
Obr.1 Schéma řádkovacího elektronového mikroskopu

## Popis vzorků a pozorování

Oběma mikroskopy byl pozorován vzorek ušlechtilé oceli z potrubí rozvádějícího amoniak. Vzorek byl původně připraven pro optický mikroskop (zalit do pryskyřice, vybroušen a naleptán) a po pozorování optickým mikroskopem byl vyňat a očištěn k pozorování v elektronovém mikroskopu.

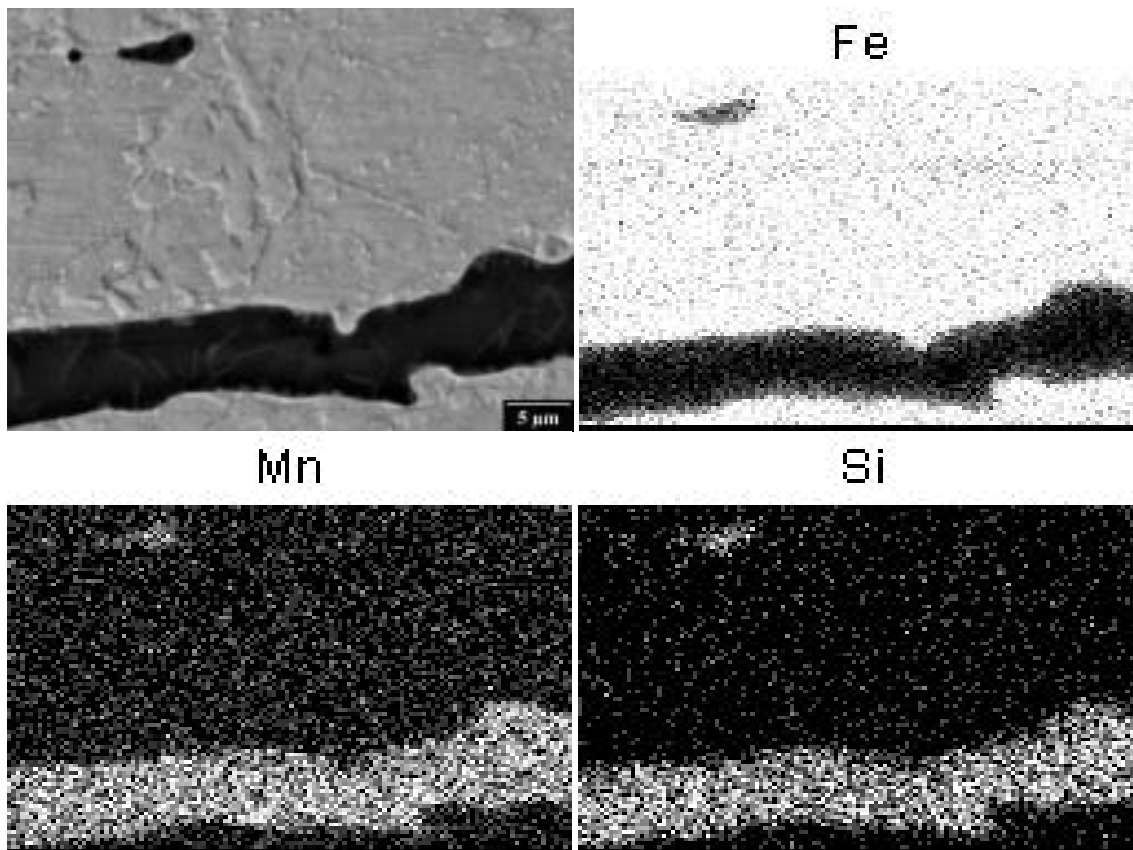


*Obr.2 Snímky oceli optickým mikroskopem pořízené v světlém (vlevo) a tmavém poli*



*Obr.3 Struktura oceli s vměstkem pozorovaná elektronovým mikroskopem v sekundárních elektronech (vlevo) a ve zpětně odražených elektronech typu shadow*

Zjištěná přítomnost vmětku nás inspirovala k provedení orientační chemické analýzy pomocí energiově-disperzního analyzátoru, který využívá emise rentgenového záření při dopadu elektronů. Výsledky jsou na obrázku 4. Z obrázku vyplývá, že ve vmětku není prakticky žádné železo, obsahuje však poměrně dost manganu i křemíku.



*Obr.4 Rozložení prvků po pozorované ploše vměstku.*

## **Shrnutí**

Kombinací obou zde zmíněných pozorovacích metod je možné získat rozsáhlé informace o mikrostruktuře materiálů. Kromě vyhodnocování výbrusů se elektronový řádkovací mikroskop hodí i pro sledování lomových ploch, neboť má oproti optickému mnohem větší hloubku ostroty, což je převedeno v práci kolegů z letecké sekce pracovní skupiny.

## **Poděkování**

Ing. J.Adámkovi

## **Reference:**

- [1] T. Vychodil, P. Troubil, A. Sejkorová, O. Červený: Mikroskopie a lokální elektronová mikroanalýza v materiálovém výzkumu; 2003