

## Elektronový mikroskop / firma Tescan

9. 11. 2011 se uskutečnila přednáška pana ing. Zdražila, jenž na naší fakultě zastupoval firmu TESCAN, a.s. se sídlem v Brně. Společnost TESCAN, a.s. je ryze česká firma patřící mezi světové dodavatele přístrojové techniky a vědeckých zařízení. Značka TESCAN si vybudovala svou pozici především díky vývoji a produkci rastrovacích elektronových mikroskopů a jejich aplikací pro nejrůznější účely. Mezi hlavní předmět činnosti firmy patří výzkum, vývoj a výroba laboratornípřístrojové techniky, zejména se zaměřením na:

- rastrovací elektronové mikroskopy (SEM)
- sestavy a přídatná zařízení pro SEM
- digitální zpracování obrazu z optických zařízení
- vývoj a výroba vakuových komor na zakázku
- detekční systémy
- vývoj hardware a software pro měřicí zařízení

Město Brno je mimo jiné tradičním výzkumným centrem v oblasti elektronové mikroskopie a přístrojové techniky vůbec. TESCAN věnuje veškeré úsilí průběžnému vývoji svých produktů k zajištění maximální technologické výhody pro své zákazníky.

Pan ing. Zdražil nás na přednášce seznámil s průběhem řešení několika problémů, kterými se jeho firma zabývá v průběhu výroby a dodání nových elektronových mikroskopů konkrétním zákazníkům. Hlavní část přednášky byla věnována postupem při úpravě jejich standardního zařízení pro potřeby policie, aby mohla lépe identifikovat pachatele, který použil střelnou zbraň pro zabití své oběti. Dozvěděli jsme se, že není jednoduché studovat okolí kolem střelné rány, že software, který ovládá elektronový mikroskop je velice složitý a kompletně jej zná jen jeden člověk, který jej naprogramoval a zároveň působí jako přítel na telefonu pro současné, minulé i budoucí zákazníky. Zhlédnuli jsme několik částí elektronového mikroskopu, které nechal přednášející velice ochotně kolovat a také jsme se dozvěděli cenu těchto součástek. Pan ing. Zdražil se snažil již od počátku své prezentace zapůsobit na přítomné publikum svojí silnou charismatickou osobností a neváhal se používat různých vtipů. Celý příběh vývoje a úpravy zařízení pro policii byl tedy, zřejmě podle reakcí přihlížejících, velice zábavný a po čas přednášky se tedy vůbec nenudili. Pan ing. Zdražil používal během přednášky nejen velice bohatý slovník, ale i rekvizity, které měli představovat vražednou zbraň apod. V určitých chvílích neváhal využít osoby z obecnostva, aby celou situaci ještě více zdramatizoval, popřípadě zbagatelizoval.

Celé toto divadlo na mne ale zapůsobilo velice rozporuplným dojmem. Dle mého názoru jsme shlédnuli vynikající show, kterou jistě pan ředitel uchvátí studenty na středních školách, popřípadě nové klienty, kteří si nepotrpí na formality. Bohužel jsem po celou dobu postrádal informace, které by mi pomohli v následujícím studiu k rozumné specializaci v problematice, kterou firma TESCAN požaduje od svých zaměstnanců. Tato otázka byla sice zodpovězena na konci přednášky, ale odpověď, že si firma nové zaměstnance vyprofiluje se mi nedostačuje. Od této přednášky (týká se to ale i naprosté většiny ostatních) bych očekával, že nás zástupce firmy s managementu, popřípadě z ekonomického oddělení v 20-30 minutách seznámí s firmou, s jejím základním chodem, historií a plány do budoucnosti. Poté bych velice ocenil, kdyby přednáška nabrala směr ke studentům fyziky a celé přednášky by se ujal pracovník vývojového oddělení, popřípadě technik, který by nás seznámil s náplní jeho práce, jakým stylem musí, či nemusí přemýšlet, popřípadě co by potřeboval pro zlepšení této části týmu. Z tohoto hlediska hodnotím přednášku pro studenta fyziky pevných látek jako ne příliš zajímavou, leč zábavnou. Kladné hodnocení bych zřejmě udělil, kdybych byl studentem oboru fyzika a management.

V další části této práce bych se chtěl věnovat stručnému a víceméně kvalitativnímu popisu základů elektronové mikroskopie.

Elektronová mikroskopie byla vyvinuta Maďarským fyzikem Leo Szilárdem. První prototyp elektronového mikroskopu byl postaven v roce 1931 Německým fyzikem Maxem Knollem.

Elektronový mikroskop je typ mikroskopu, který používá paprsek elektronů k prozkoumání malého objektu. Zvětšovací schopnost elektronového mikroskopu je mnohem větší, než zvětšovací schopnost běžného optického mikroskopu. Rozlišovací schopnost běžného mikroskopu je omezena zejména vlnovou délkou viditelného světla, proto s ním lze dosáhnou zvětšení maximálně 2000:1. Elektronový mikroskop dokáže zvětšit pozorovaný objekt až 10000000:1.

Při konstrukci běžného mikroskopu se používá soustava čoček. Elektronový mikroskop používá elektrostatické čočky a elektromagnetické čočky.

V tuto chvíli je vyvinu mnoho různých typů elektronových mikroskopů.

Mezi tyto typy patří zejména:

- Transmisní elektronový mikroskop (TEM)
- Skenovací (rastrovací) elektronový mikroskop (SEM)
- Reflexní elektronový mikroskop (REM)

Funkčnost jednotlivých systému je značně odlišná. Původní elektronový mikroskop, vyvinutý v roce 1931 je model TEM. Model TEM umožňuje pozorování vnitřní struktury tenkých vzorků. Tyto vzorky jsou studovány pomocí elektronů, které prošly daným vzorkem. Zdrojem elektronů je většinou tungstenová katoda. Paprsek elektronů je urychlen k anodě napětím, které je řádově ve stovkách keV. Dále jsou elektrony fokusovány pomocí systému elektrostatických a elektromagnetických čoček na vzorek. Po průchodu vzorkem je jejich dráha ovlivněna vnitřní strukturou vzorku. Elektronový paprsek, jenž prošel vzorkem je zvětšen pomocí systému elektrostatických a elektromagnetický čoček. Informace z paprsku elektronů se získává pomocí fluorescenčních kanálků a nebo scintilačních materiálů. Tuto informaci je následně nutné pomocí vhodných modelů převést na výsledný snímek vzorku.

Důležitý mód TEM je měření elektronové difrakce, protože s ní lze měřit vzorky, které nemusejí nutně být ve formě jednoduchého krystalu, popřípadě polykrystalického prášku. Tento předpoklad je nutný pro difrakci pomocí rentgenového záření. Nevýhodou této metody je, že můžeme studovat jen extrémně tenké vzorky (řádově desítky nm).

SEM pracuje jinak, jak TEM. Kompletní informace o zkoumaném vzorku není ukryta jen v samotném elektronovém paprsku. Na vzorek se nechá dopadat zaostřený elektronový paprsek. Elektrony, které dopadly na vzorek, jsou jím ovlivněny a na povrchu vzorku dochází k řadě jevů, např. vyzáření tepla, emise nízkoenergetických sekundárních elektronů, emise rentgenového záření, ... Výsledná informace o vzorku je získána pomocí skenu těchto jevů v co největším prostorovém úhlu kolem vzorku. Výsledné rozlišení vzorku pomocí metody SEM je asi o řád nižší než rozlišení pomocí metody TEM. Výhodou metody SEM je, že skenujeme povrchové jevy na vzorku po interakci s elektronovým paprskem, a proto můžeme studovat několikanásobně větší objekty, než pomocí metody TEM.

REM je založen na rozptylu elektronů na vzorku, které jsou následně detekovány detekčním zařízením.

Další typy elektronových mikroskopů jsou např. skenovací (rastrovací) elektronový mikroskop, nízkonapěťový elektronový mikroskop.

Výhody elektronových mikroskopů jsou zejména jejich několikanásobně větší zvětšovací schopnosti oproti optickým a následné provozní náklady. Mezi nevýhody patří vysoká pořizovací cena, náchylnost na stabilitu napájecích zdrojů, vibrace okolí nebo na magnetické pole v okolí takovýchto systému.

Zdroje:

<http://www.tescan.com/>

<http://www.unl.edu/CMRAcfem/em.htm>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Electron\\_microscope](http://en.wikipedia.org/wiki/Electron_microscope)

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronov%C3%BD\\_mikroskop](http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronov%C3%BD_mikroskop)