

# TESCAN

## Fyzika ve firmě

### Ondřej Štec

K pojednání jsem si vybral firmu TESCAN, která se věnuje výrobě elektronových mikroskopů, konkrétně zejména rastrovacích mikroskopů. Tuto firmu jsem si zvolil, protože mě zaujal obsah i forma jejich prezentace.

Nejprve bych se vyjádřil k formě. Zástupci TESCANu podle mě nejlépe splnili účel své prezentace v rámci tohoto předmětu. Mnohé jiné firmy pouze prezentovaly samy sebe případně své výrobky, ale bez jakéhokoli užitečného přesahu či informací pro mě jakožto studenta.

TESCAN se pochopitelně krátce představil, ale poté následovala vyčerpávající a zároveň poučná a zábavná prezentace jejich činnosti. Na konkrétních případech jasně ukázali, co ve firmě dělají a čemu konkrétně se věnují kteří pracovníci, a tedy i to, co nás nejvíce zajímalo – jaké uplatnění by mohl v jejich firmě najít absolvent fyziky.

Celkově byla prezentace dle mého názoru výborná. I když rozsahem byla z těch delších, rozhodně nebyla nudná. Velmi se mi líbila také ukázka součástek elektronových mikroskopů, které nám přednášející nechal kolovat.

Hlavním těžištěm prezentace byl popis, jak ve dvou případech krok za krokem řešili úpravu rastrovacího elektronového mikroskopu na základě konkrétních přání zákazníka. I toto mě na firmě TESCAN zaujalo. Na rozdíl od jiných velkých firem se nezajímají o sériovější výrobu, ale snaží se přizpůsobovat každý jednotlivý mikroskop přáním zákazníka. Jak nám bylo řečeno, často je takovýto vývoj u jednoho kusu dražší, než jeho konečná prodejní cena, ale z dlouhodobého hlediska jsou to neocenitelné investice do nových technologických řešení, které mohou využít i dále.

Zároveň se mi líbilo, jak TESCAN dbá na svůj punc ryze české firmy. Na světových trzích však jejich jméno něco znamená a přispívají k celkově dobrému jménu české elektronové mikroskopie v zahraničí.

Rastrovací elektronové mikroskopy fungují tak, že zkoumaný vzorek bombardují úzkým svazkem elektronů a zkoumají signály vzniklé interakcí elektronů s povrchem materiálu. Zejména jde o elektrony zpětně odražené, sekundárně emitované elektrony, RTG záření a další signály. Elektronovým paprskem se po vzorku rastruje po řádcích, odtud také pochází název metody.

Jako zdroj elektronů se většinou používají žhavená wolframová vlákna, ze kterých jsou elektrony emitovány termoemisí. Prvotní usměrnění elektronů směrem ke vzorku se provádí pomocí urychlujícího elektrického pole.

Takto vzniklý proud elektronů však je potřeba ještě usměrnit a zaostřit. K tomu se používá soustava elektromagnetických čoček. Jako první bývá řazena jedna či více kondenzorových čoček, poté cívky pro různé korekce, například pro potlačení astigmatismu, rastrovací čočky a objektivová čočka. Elektrony letící mimo požadované dráhy bývají odstíněny různými clonami.

Celá optická soustava je velmi citlivá a musí se proto dbát na odstínění rušivých vlivů jako mechanické otřesy, teplotní roztažnost a elektromagnetické rušení. To se většinou řeší

zapouzdřením mikroskopu do speciálního vnějšího obalu a umístěním celého přístroje do vyhrazené místnosti upravené speciálně pro tyto účely.

Detektorů je v mikroskopu několik, protože dopadající elektrony vyvolávají hned několik efektů. Zpětně odražené elektrony jsou detekovány BSE detektorem. Sekundárně vyražené elektrony jsou detekovány SE detektorem a EDS detektor zachycuje charakteristické rentgenové záření, které určuje chemické složení vzorku.

Protože elektronový signál je slabý a při jeho zesilování dochází k výraznému zašumění signálu, využívají mikroskopy TESCANu trik. Elektrony jsou urychlovány elektrickým polem do syntetického YAG krystalu, který funguje jako scintilátor. Vyražené fotony jsou poté zesilovány fotonásobičem a snímá se světelný signál. Výhodou tohoto postupu je to, že fotonový signál je zesilován bez šumu.

První případ rozebíraný v prezentaci se týkal úpravy rastrovacího mikroskopu pro účely forenzní expertízy. Ve forenzní vědě se elektronové mikroskopy využívány ke zkoumání vzorků vlasů, kůže, textilií, papíru a dalších organických látek, ale taky různých jiných mikroskopických částic.

Konkrétně nám bylo představeno technické řešení zpracování požadavku na analýzu stop po střelném prachu. Při každém výstřelu ze zbraně se během spalování střelného prachu v nábojnici uvolňuje celá škála spalin, které ulpívají na ruku střelce. Typicky jsou to sloučeniny olova, antimonu a barya. Jelikož se velmi těžko odstraňují, dají se nalezené částice použít jako usvědčující důkaz pro střelbu.

Prvním úkolem tedy bylo upravit mikroskop tak, aby detekoval požadované částice. Toto vyžadovalo zejména úpravu řídicího softwaru. Vzorky se do mikroskopu vkládaly v podobě malých samolepících terčů, kterými se z rukou podezřelých odebírají vzorky. Systém poté vzorky proražuje a provede analýzu složení. V místech, kde je složení shodné se složením hledaných částic se poté provede detailnější snímání.

Jestliže se na ruce podezřelého najde dostatečná koncentrace hledaných částic, může to být důkaz, že dotyčný v nedávné době použil střelnou zbraň. Problémem však je, že částice podobné velikosti a složení vznikají i při škrtání zapalovačem. Naštěstí však tyto částice vznikají při nižší teplotě a mají jinou strukturu. Částice vzniklé při výstřelu jsou totiž duté, zatímco částice ze zapalovače plné. Tím se objevil další úkol – zajistit nějakou možnost prozkoumat vnitřek částic.

Tento problém TESCAN vyřešil přidáním FIB (Focused ion beam), který umožňuje po vrstvách částice odprášit, což při průběžném snímání znamená, že získáme jednotlivé řezy částicemi. Jestliže je částice dutá, pochází z výstřelu.

Dalším úkolem bylo zajistit možnost s částicemi manipulovat. Toto vyřešili v TESCANu přidáním piezoelektricky poháněných manipulátorů vestavěných do komory mikroskopu. Tyto mají pochopitelně využití i v jiných aplikacích, zejména v kombinaci s výše zmíněným FIB.

Druhou zmíněnou aplikací byla pomoc při průzkumu trosky sondy Genesis. Tato sonda byla určena k výzkumu Slunce, respektive slunečního větru. Konkrétně bylo jejím úkolem sbírat částice tvořící sluneční vítr. Sonda byla vypuštěna 8. srpna 2001, poté tři roky sbírala požadovaný materiál a 8. září 2004 se měla vrátit k Zemi a shodit pouzdro s nasbíranými materiály. Kvůli chybě v elektronice se však pouzdro neotevřelo, brzdící padáky, dopadlo do pouště, rozbilo se a veškerý obsah byl poničen a silně kontaminován.

Kvůli vysokým nákladům na celý průběh programu však vědci z NASA maximální možné množství trosky vyzvedli, očistili a použitelné sběrné destičky rozeslali k odborným

expertýzám. K těmto právě byly použity i elektronové mikroskopy značky TESCAN. Bylo potřeba je upravit taky, aby řídicí software dokázal detekovat částice, které pochází z pouště, o d těch, které byly nasbírány ze slunečního větru. I přes složitost celého procesu se podařilo dostat dobré výsledky shodné s jinými světovými pracovišti a NASA tak nepřišla o cená data, roky výzkumu a stovky milionů dolarů.

TESCAN vyrábí mikroskopy řady VEGA, MIRA, VELA, LYRA. Všechny řady jsou typické pojmenováním po hvězdách. Nejnovější je mikroskop LYRA 3, který je kromě SEM mikroskopické optiky vybaven také FIB – koncentrovaným iontovým svazkem a GIS – volitelným systémem vstřikování plynů.

Kromě sériové výroby se ovšem TESCAN velmi zajímá i o úpravu jednotlivých mikroskopů podle přání zákazníka a právě toto mě asi na firmě nejvíce zaujalo, protože se tak setkávají s celou řadou zajímavých problémů, které je třeba rozebírat a řešit.

Rozhodně se TESCAN zařadil mezi jednu z firem, ve kterých bych rád pracoval. Líbí se mi jejich pracovní náplň, vystupování i to, že jsou ryze českou firmou. O jejich kvalitě značí i fakt, že jsou respektováni i většími brněnskými firmami vyrábějícími elektronové mikroskopy.