



3/ Pohled do komory fotoelektronového spektrometru ADES 400: 1 - analyzátor energie elektronů; 2 - část optiky zařízení pro studium difrakce pomalých elektronů (LEED); 3 - zdroj iontů; 4 - zdroj rentgenového záření; 5 - zdroj ultrafialového záření používaný ke studiu degradace polymerů; 6 - mechanické zařízení (tzv. „pružná ruka“) sloužící k manipulaci se vzorky.

mřížky) na bázi GaAs a AlGaAs, připravené metodou MBE a přenesené z technologické laboratoře do elektronového spektrometru pomocí speciálně sestaveného zařízení pod ultravysokým vakuem. Pro určování povrchové krystalografie se používá difrakce pomalých elektronů (LEED - Low Energy Electron Diffraction); při detailní interpretaci se vychází z naměřených intenzit difraktovaných svazků. Významná jsou i studia povrchů polymerů, zejména polyanilínu a polysilylénu, připravovaného v ÚMCH AV ČR.

Cenné výsledky byly dosaženy i při studiu rozptylu elektronů, zejména v případě měření tzv. hloubkové rozdělovací funkce fotoelektronů, při měření střední neelastické volné dráhy elektronů a při prokázání vlivu neelastických povrchových excitací na měřený proud elektronů. Z významných publikací z poslední doby je možno jmenovat např. práci: [W. S. M. Werner, C. Eisenmenger-Sittner, J. Zemek, P. Jiříček, Phys. Rev. B **67**, 155412 (2003)].

STRUKTURNÍ ANALÝZA

Ctirad Novák, Ladislav Červinka, Antonín Šimůnek a Karel Jurek

Na počátku 90. let mělo Oddělení strukturní analýzy, dříve Oddělení vazeb a struktur, pět pracovních skupin. Laboratoře vedené Václavem Petříčkem a Ladislavem Červinkou se zabývaly strukturní analýzou, třetí, vedená Antonínem Šimůnkem, elektronovými stavy a rtg. emisními a absorpčními spektry. Laboratoře vedené Karlem Jurkem a Zbyňkem Šourkem měly servisní charakter. Po nákupu rtg. zařízení s rotační anodou, které bylo umístěno na Slovance, se skupina rtg. topografie vedená Z. Šourkem stává v roce 1995 součástí nově vzniklé laboratoře ROTAN. Významným doplněním statutární laboratoře pro elektronovou mikroskopii a rtg. mikroanalýzu vedené K. Jurkem, byl v roce 1999 nákup AFM mikroskopu pro měření povrchových struktur v nevakuovém prostředí. V Oddělení strukturní analýzy nyní pracuje celkem deset vědeckých pracovníků, z nichž sedm je ve věku 28-42 let, vedoucí laboratoří jsou ve věku 55-60 let.

LABORATOŘ RTG. STRUKTURNÍ ANALÝZY

Jak vyplývá z charakteru strukturní analýzy, je její rozvoj silně závislý na výpočetní technice, neboť

krystalografové běžně řeší vzájemně provázané problémy. Mezi ně patří optimální využívání výpočetní techniky, vlastní tvorba programů pro strukturní analýzu a těmito programy řešit stále obtížnější struktury, tj. analyzovat rozsáhlé soubory naměřených difrakčních dat. Řešení struktur obvykle spočívá v měření difrakčních dat a jejich počítačovému zpracování. Laboratoř ve FZÚ od svého založení Allanem Línkem souběžně a systematicky rozvíjela oba směry.

a) Vývoj programů pro krystalografii - strukturní analýzu

Laboratoř od svého vzniku počátkem 50. let využívala kromě vlastních již zmíněných jednoúčelových strojů *ELIŠKA* a *SuperELIŠKA* veškerou dostupnou výpočetní techniku (viz kroniku výpočetní techniky v ústavu). Skutečnost, že od počátku byl přístup ke zdrojovým kódům vlastních programů, měla zásadní význam pro další činnost skupiny, protože to umožnilo přizpůsobovat programy vždy novým požadavkům. Jako příklad můžeme uvést přizpůsobení systému pro řešení struktur meroedrických dvojčat. Tyto úpravy, provedené v roce 1979 Václavem Petříčkem ve spolupráci se Ctíradem Novákem a Ivanou Císařovou, umožnily

vyřešit několik unikátních struktur postižených dvojčatěním [V. Petříček, I. Císařová and V. Šubrtová, *Acta Cryst.* C39, 1070 1983)]. Šlo o zcela mimořádný výsledek, zvláště když uvážíme, že podobnou možnost nabídl standardní program SHELX až o přibližně deset let později.

Po roce 1984, kdy se V. Petříček vrátil z ročního pobytu v laboratoři Philipa Coppense, začal vznikat systém programů *JANA*, který umožňoval řešit a upřesňovat i struktury modulovaných a kompozitních krystalů. Systém *JANA* je od té doby soustavně vyvíjen a zdokonalován v souladu s rozvojem disciplíny a přibližně každé dva roky vzniká nová verze s dalšími možnostmi řešení krystalových struktur. Poslední verze - *JANA2000* - obsahuje nástroje, které se v komerčních programových systémech uživatelům nenabízejí. Dovoluje upřesňovat nejen normální a modulované struktury, ale i anharmonické teplotní kmity a deformační hustoty. Jako vstupní data mohou být použity jak integrální intenzity získané difrakcí na monokrystalickém vzorku, tak i data získaná difrakcí na práškových vzorcích. Kromě upřesňovacího programu obsahuje i interpretační programy pro výpočet geometrických faktorů, prezentaci modulačních parametrů a Fourierovu syntézu v 3+d- dimenzionálním prostoru. Systém obsahuje i programy provádějící veškeré korekce integrálních intenzit pro všechny nejpoužívanější difraktometry.

Přestože systém *JANA* používá pro výpočty velmi náročný matematický aparát, je napsán tak, že v nejvyšší možné míře vychází vstříc uživateli. Většina kroků uživatele je testována a tím je počet možných omylů značně snížen. Systém je vybaven vlastním grafickým rozhraním a může být instalován jak na PC tak na UNIX systémech. Uživateli je poskytován bezplatně. Je používán ve všech předních laboratořích po celém světě a má okolo 470 registrovaných uživatelů.

Znalosti strukturální analýzy a to zvláště v oblasti symetrie umožnily aktivně přispět k teorii řešení krystalových struktur meroedrických dvojčat. Byly vyvinuty původní metody pro řešení struktur dvojčat založené na zobecněné metodě těžkého atomu a tomu odpovídající výpočetní metoda upřesňování. Za zcela mimořádný příspěvek lze považovat rozvoj metod strukturální analýzy pro řešení a upřesňování modulovaných a kompozitních struktur. I v tomto směru byly vyvinuty původní metody pro řešení a rozvinuta metoda využití superprostorové symetrie ve vícerozměrných prostorech. Pro popis nespojitých modulací byly zavedeny nové modulační funkce „crenel-like“ a „saw-tooth“.

Všechny tyto příspěvky k teorii řešení a upřesňování jsou zahrnuty do systému *JANA2000* a ukazuje se, že zavedení těchto nespojitých modulačních funkcí hraje zásadní roli v rozvoji metod

upřesňování aperiodických struktur. Hrubým odhadem lze soudit, že nejméně každá druhá z publikovaných modulovaných struktur využívá této jedinečné metody.

b) Aplikace na řešení některých obtížných struktur:

Práce Allana Línka až do jeho smrti v roce 1984 byla stručně popsána v kapitole o vědecké činnosti sekce pevných látek v letech 1952-1989 a také v kronice výpočetní techniky ústavu. Novou a odlišnou oblastí strukturální analýzy byly práce Václava Petříčka, který se koncem sedmdesátých let začal zabývat velmi perspektivním problémem - otázkou látek s aperiodickou strukturou. Řešení těchto struktur vyžaduje jak řádově přesnější prvotní data, tak velmi složité programy pro upřesňování a interpretaci, protože struktury jsou popsány ve čtyř- až šesti-rozměrném prostoru.

Okolo roku 1980 bylo vyřešeno několik krystalových struktur postižených dvojčatěním. Možnosti zahrnutí dvojčatění byly později využívány při řešení řady dalších struktur. V roce 1994 byl V. Petříček požádán světově známým prof. F. Cottonem o vyřešení struktury $(C-CH_3)_6 ReO_3$ - známé jako pianová židle. Šlo o zcela neobvyklou kombinaci dvojčatění a neuspořádanosti. Zkušenosti s dvojčatěním byly využity i při řešení struktury nízkoteplotní modifikace fullerenu C_{70} ve spolupráci se Sander van Smaalenem.

V oblasti aperiodických krystalů byla vyřešena celá řada unikátních struktur. Některé z nich měly zásadní význam i pro rozvoj metod řešení a upřesňování aperiodických struktur. V roce 1984 byla během pobytu Petříčka v laboratoři Philippa Coppense vyřešena modulovaná struktura $(BEDT-TTF)_2I_3$, v roce 1990 bylo publikováno první úplné řešení struktury vysokoteplotního supravodiče $Bi2212$ [V. Petříček, Y. Gao, P. Lee, a P. Coppens, *Phys. Rev. B* 42, 387 (1990)]. Velmi významná byla i práce J. Peterkové, M. Duška a V. Petříčka na řešení modulované struktury $KAsF_4(OH)_2$, kde byla poprvé na světě systematicky použita metoda těžkého atomu pro řešení modulované struktury [J. Peterková, M. Dušek, V. Petříček, *Acta Cryst. B* 54, 809, (1998)]. Dalším mezníkem bylo prvé použití crenel funkcí ve spolupráci s ústavem CNRS v Nantes a vyřešení řady struktur hexagonálních perovskitů [V. Petříček, A. van der Lee, M. Evain, *Acta Cryst. A* 51, 529 (1995)].

V roce 2000 byl zakoupen čtyřkruhový difraktometr Xcalibur od firmy Oxford Diffraction. Na rozdíl od svého předchůdce, difraktometru Hilger & Watts, využívá tento přístroj tzv. Kappa geometrii, která umožňuje měřit intenzity s použitím přídatných zařízení pro chlazení či ohřev vzorku. Laboratoři se tak otevřelo široké pole studia fázových přechodů. Dosud bylo s pomocí tohoto



1/ Čtyřkruhový difraktometr Xcalibur. Vlevo od přístroje je vidět chladičí zařízení Cryojet využívající kapalný dusík jako chladičí medium.

difraktometru měřeno nebo testováno kolem 300 vzorků.

LABORATOŘ NEKRYSALICKÝCH STRUKTUR

Tato laboratoř se v prvních počátcích své činnosti po svém vzniku v roce 1960 (jako laboratoř nehomogenních struktur) zabývala řešením struktury feritových materiálů a to zejména mechanismem strukturálních přechodů z kubické do tetragonální fáze v důsledku působení Jahn-Tellerova efektu. Když byl v ústavu zahájen a rozvinut program výzkumu amorfních polovodičů, připojilo se k tomuto programu v roce 1967 i strukturální studium těchto látek. Prvním významným počinem v tomto směru bylo objasnění vzniku struktury skel na systému CdGe_xAs_2 (1969), což bylo možné jen na základě zjištění do té doby neznámých poloh atomů v tetragonálním CdAs_2 , které se podařilo na základě práškového materiálu a pečlivého měření intenzit práškových rentgenogramů (1970).

Od této doby přispěla laboratoř buď k dalšímu rozšíření znalostí nebo přímo k vyřešení struktury některých skel a amorfních látek. Bylo to např. studium skel na bázi CdAs_2 (1970), studium struktury amorfního systému GeS_x (1973), srovnání amorfních struktur As_2Se_3 a As_2Te_3 (1974), studium kinetiky krystalizace tavenin v systému $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZrO}_2\text{-TiO}_2$ (1976), řešení struktury skel As_2Se_3 dopovaných Hg (1977), studium struktury amorfního systému TlS_x (1978) a struktury amorfního systému TlSe_x (1979), analýza nekrystalických fází uhlíku připraveného z PTFE (1981-1985), srovnání struktury skla a amorfního Sb_2S_3 s chalkogenidy typu As_2X_3 (1982), studium skel GeSb_2S_4 a GeAs_2Te_4 (1982), studium struktury amorfních polykarbonátů neutronovým rozptylem (1985-1987), studium struktury na střední vzdálenost na 2D modelech Fraunhoferovým rozptylem (1985), studium struktury

ry skel v systému $(\text{GeS}_2)_{1-x}(\text{Sb}_2\text{S}_3)_x$ a srovnání struktur skel GeS_2 a Sb_2S_3 (1987-1992), studium struktury na střední vzdálenost v podchlazených elektrolytických roztocích systému $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ s DMSO (1988).

Další rozvoj výzkumné práce se pak týkal zejména linearizace zahnutých řetězců v amorfním polykarbonátu (1991), studia struktury nekrystalického uspořádání flexibilních postranních řetězců v orientovaných polyesterech s tuhými řetězci (1992-1994), studia struktury borátových skel ve složení $(\text{Ag}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3)_{1-x}(\text{AgI})_x$ a $(\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3)$, jakož i studia struktury na střední vzdálenost v těchto sklech (1992-1995). Laboratoř pak řeší např. modelování struktury na střední vzdálenost v kovových sklech $\text{Ti}_{61}\text{Cu}_{16}\text{Ni}_{23}$ (1993), studuje se struktura skel v systému Ge-Bi-S (1995), struktura fosfátových skel o složení $[\text{M}(\text{PO}_3)_2]_n$, kde $\text{M} = \text{Zn}, \text{Cu}, \text{Mn}, \text{Ca}$ a Mg (1995), struktura skel v systému Ge-S-Ag (1997), studuje se struktura skel na bázi tetraborátu stříbra $(\text{Ag}_2\text{O} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3)_{(1-x)}(\text{AgI})_x$ (1997), dochází k pokusu o speciální modelování struktury na střední vzdálenost ve sklech na základě dynamických 2D-modelů (1997), studuje se struktura germanátových skel $(\text{GeO}_2)_{1-x}(\text{PbO})_x$ (2000), struktura skel o složení Ge-Se-Ag (2001) a konečně se řeší struktura silikátových gelů aktivovaných Tb^{3+} , Pr^{3+} a Er^{3+} (2002).

K významným výsledkům laboratoře přispěly i rozsáhlé spolupráce jak na poli domácím, Spojená laboratoř chemie pevných látek AV ČR a Univerzity Pardubice (Dr. L. Tichý, DrSc.), tak zejména na poli mezinárodním: *Fritz-Haber Institut der MPG*, Berlin (Prof. R. Hosemann, W. Vogel); *Max-Planck Institut für Polymerforschung Mainz* (Prof. E. W. Fischer, Prof. M. Ballauff a Prof. T. Pakula); *Universita Trento, Dipartimento di Fisica* (Prof. G. Dalba); *Centro CNR-ITC di Fisica degli Stati Aggregati Trento* (Dr. F. Rocca). Odchodem vedoucího laboratoře Ladislava Červinky do důchodu, ukončila tato laboratoř v roce 2002 svou činnost.

LABORATOŘ RTG. SPEKTER A ELEKTRONOVÝCH STAVŮ

Vzájemná souvislost geometrické struktury a struktury elektronových stavů pevné látky byla studována měřeními a výpočty elektronových stavů a rtg. emisních a absorpčních pásů. První měření K-emisních pásů germania bylo provedeno Jiřím Drahokoupilem na dvoukrystalovém spektrometru vlastní konstrukce [J. Drahokoupil, J. Phys. C: Solid State Phys. **5**, 2259 (1972)], později byly studovány K-emisní i K-absorpční pásy sloučenin obsahujících prvky IV. skupiny periodické tabulky [J. Drahokoupil, A. Šimůnek, J. Phys. C: Solid State Phys. **7**, 610 (1974)]. V 70. letech bylo potvrzeno, že chemic-

kou vazbou vznikají elektronové stavy s větším orbitálním momentem, než mají elektrony v základním stavu volných atomů. Experimentálně pozorované rtg. pásy těchto stavů byly před provedením výpočtů spekter mylně interpretovány jako tzv. cross-transition přechody v rtg. emisních spektrech [viz například příspěvky v Proc. Int. Symp. X-Ray Spectra and Electronic Structure of Matter, München 1973]. Měřením a výpočty polarizovaných rtg. emisních pásů pak započala dlouhodobá spolupráce s univerzitními laboratořemi v Halle a Mnichově [první publikace už v roce 1983: G. Dräger, R. Wippermann, O. Brümmer, A. Šimůnek, Phys. Stat. Sol. (b) **118**, K 113 (1983), resp. W. Müller, G. Wiech, A. Šimůnek, Physics Letters **98A**, **66** (1983)].

Vysvětlení vzniku těchto spektrálních čar a kvantitativní shoda teorie s experimentem významně přispěla k analýze elektronových stavů technicky významných látek studovaných ve spolupráci s německými partnery po dvě desetiletí. Zdokonalování experimentálních a výpočetních technik spolu s analýzou posuvů vnitřních atomových hladin umožnilo navíc získávat informace o lokální struktuře amorfních látek [např. A. Šimůnek, G. Wiech, J. Non-Cryst. Solids **137/138**, 903 (1991)].

Po prvních měřeních a výpočtech rtg. absorpčních pásů v roce 1976 [J. Drahoukoupil, H. Klokočnicková, A. Šimůnek, J. Phys. C: Solid State. Phys. **9**, 2667 (1976)] byly od konce let osmdesátých vedle rtg. emisních spekter systematicky studovány též rtg. absorpční spektra a s nimi související izochromátová spektra brzděného záření (BIS - Bremsstrahlung Isochromat Spectra). Z hlediska BIS experimentu bylo spolupracováno zejména s pracovištěm Polské akademie věd ve Varšavě. Významným výsledkem této spolupráce bylo objasnění původu vzniku jemné struktury BIS [A. Šimůnek, J. Vackář, E. Sobczak, Phys. Rev. B **38**, 8515 (1988)] a s tím související zavedení nové výpočetní techniky pro tuto oblast rtg. spektroskopie [A. Šimůnek, O. Šipr, J. Vackář, Phys. Rev. Lett. **63**, 2076 (1989)].

V případě rtg. absorpce v pevné látce je pozornost soustředěna zejména na strukturu absorpčních spekter v oblasti blízko (tj. 0-50 eV) od absorpční hrany, neboť tato je obzvláště citlivá na složení a lokální strukturu kolem prvku, jehož spektrum sledujeme. Připomeňme, že selektivita rtg. spektra na daný prvek umožňuje studovat lokální okolí jednotlivého prvku v látce. Ondřejem Šiprem byly rozvinuty nové výpočetní metody založené na formalismu mnohonásobného rozptylu v reálném prostoru (*Real-Space Multiple-Scattering*) [O. Šipr, J. Vackář, A. Šimůnek, Phys. Rev. B **44**, 4832 (1991)], které umožňují studovat souvislost spektrálních maxim se strukturálními charakteristikami krysta-

lických i amorfních látek [O. Šipr, A. Šimůnek, S. Bocharov, T. Kirchner, G. Dräger, Phys. Rev. B **60**, 14115 (1999)].

Pro výpočty elektronových stavů v pevné látce byly nejprve využívány pseudopotenciály empirické, od roku 1977 modelové [A. Šimůnek, Solid State Commun. **21**, 1101 (1977)] s realizací potenciálové selfkonzistence (*Selfconsistent Pseudopotential Method*). Tato metoda byla dále rozvíjena Jiřím Vackářem nejprve technikou fázových posuvů pro konstrukci pseudopotenciálů volných atomů [J. Vackář, A. Šimůnek, Solid State Commun. **81**, 837 (1992)], později bylo dosaženo selfkonzistence vnitřních elektronových stavů s valenčními elektrony v rámci pseudopotenciálového formalismu zavedením tzv. „all-electron“ pseudopotenciálů [J. Vackář, M. Hytha, A. Šimůnek, Phys. Rev. B **58**, 12712 (1998)].

Nové pseudopotenciálové a rozptylové techniky byly aplikovány zejména na interpretaci polarizovaných absorpčních spekter v blízké oblasti absorpční hrany. Využívání dvou, metodicky zcela odlišných výpočetních technik a srovnání výsledků s experimentálními daty umožnilo nejen konzistentní interpretaci experimentů ale také testovat omezení a aplikovatelnost teoretických modelů [O. Šipr, A. Šimůnek, J. Phys.: Condens. Matter **13**, 8519 (2001) a J. Vackář, A. Šimůnek, Phys. Rev. B **67**, 125113 (2003)].

V současné době jsou *all-electron* pseudopotenciálovou metodou počítány posuvy vnitřních hladin atomů vázaných uvnitř nebo na povrchu látky (*core-level shifts*) a studovány korelace těchto posuvů s makroskopickými vlastnostmi látky [A. Šimůnek, J. Vackář, Phys. Rev. B **64**, 235115 (2001)].

STATUTÁRNÍ LABORATOŘ RASTROVACÍ ELEKTRONOVÉ MIKROSKOPIE A RENTGENOVÉ MIKROANALÝZY

Laboratoř rastrovací elektronové mikroskopie a rtg. mikroanalýzy vznikla v roce 1983, kdy byl pro FZÚ zakoupen přístroj JXA-733 japonské firmy JEOL. Tento přístroj byl vybrán pro svou univerzálnost, neboť optimálně spojoval vlastnosti dobrého rastrovacího elektronového mikroskopu a zároveň velmi výkonného rtg. mikroanalýzátoru. Předpokládalo se totiž využití mnoha vědeckými odděleními ústavu, přestože hlavním důvodem byl výzkum polovodičových laserových struktur na bázi AlGaAs. Zpočátku byl vybaven pouze třemi krystalovými rtg. spektrometry pracujícími na principu difrakce na krystalech, v roce 1989 byl v rámci výzkumu vysokoteplotních supravodičů doplněn o polovodičový energiově-disperzní spektrometr na bázi Si(Li), který umožnil velmi rychlé kvalitativní a semikvantitativní analýzy. Při té příležitosti byla

celá sestava vybavena tehdy mimořádně výkonným počítačem PDP 11, který umožnil nejen automatické ovládání celého mikroanalýzátoru, ale také počítačové zpracování dat včetně digitálních obrazů. Skupina plynule navázala na skupinu elektronové mikroskopie vedené M. Rozsívalem v oddělení vazeb a struktur. Původní skupina elektronové mikroskopie měla k dispozici dva elektronové mikroskopy (Siemens Elmiskop a Tesla BS550) a elektronový difraktometr (elektronograf) vlastní konstrukce M. Rozsívala. Nová laboratoř byla založena jako centrální statutární laboratoř s celoustrannou působností.

Využití rastrovací elektronové mikroskopie a rtg. mikroanalýzy a vývoj příslušných metod se stalo hlavní pracovní náplní skupiny. Po odchodu dr. Rozsívala do důchodu měla skupina dva vysokoškoláky fyziky, jednoho technika a jednu asistentku. Oblast působnosti se z oboru polovodičů velmi rychle rozšířila na další obory, zejména kovy, později magnetické materiály, vysokoteplotní supravodiče, dielektrika, tenké vrstvy atd., takže byla využívána odd. magnetismu, dielektrik, fyziky kovů, vícevrstvých struktur, polovodičů, fyziky povrchů a rozhraní, vazeb a struktur, magnetik



2/ Měřící hlava AFM. V bílých teflonových válcích v horní části přístroje jsou umístěny piezokrystaly zajišťující X-Y posun sondy. Vzorek je umístěn na držáku na posuvném stolku.

a supravodičů, tenkých vrstev a fyziky optických krystalů. Kromě mikroskopických snímků a rtg. mikroanalýz byla vyvinuta unikátní metoda umožňující pozorování struktury magnetických domén v magnetických materiálech.

Za dvacet let bylo pořízeno na 60 000 mikroskopických snímků a provedeno přes sto tisíc spektrálních rtg. analýz. Laboratoř je využívána nejen vědeckými odděleními FZÚ, ale také dalšími ústavy a vysokými školami (Ústav makromolekulární chemie AV ČR, Ústav fyzikální chemie AV ČR, Matematicko-fyzikální fakulta UK, VŠCHT Praha, ČVUT atd.). V roce 2001 byl již zastaralý počítač PDP 11 nahrazen novým PC se zcela novým, moderním softwarem, umožňujícím nejen rychlejší a lepší zpracování dat, ale také snímání a přenos digitálních obrazů, takže klasická fotografická technika byla zcela opuštěna. Díky této modernizaci jsou výkonnost a parametry mikroskopu stále srovnatelné se světovou úrovní.

Laboratoř AFM je součástí oddělení od roku 1999. Jedná se o servisní pracoviště, které podobně jako laboratoř elektronového mikroskopu slouží převážně technologickým skupinám jako zdroj informace o vlivu technologických parametrů na topografii povrchů, která souvisí i s dalšími vlastnostmi materiálů zkoumanými pomocí jiných metod. Mezi nejvýznamnější materiály zkoumané na AFM (Atomic Force Microscop) patří například kvantové tečky InAs/GaAs pěstované pomocí MOVPE (odd. polovodičů), tenké vrstvy protokrystalického křemíku pěstované za nízkých teplot (odd. tenkých vrstev), povrchy monokrystalů LiNbO_3 zpracovávané v nízkoteplotním vodíkovém plazmatu (odd. kovů) nebo tenké vrstvy ZnO pro solární cely (odd. optických krystalů). Pomocí MFM (Magnetic Force Microscop) zde byly měřeny například magnetické multivrstvy CoPd. Významnou pomocí při řízení technologických procesů (kvalita masek, rychlost a další parametry leptání) je kontrola na AFM také pro skupinu optické litografie (odd. povrchů a rozhraní).

MAGNETIKA A SUPRAVODIČE

Pavel Novák, Zdeněk Jiráček, Jiří Kamarád a kolektiv

VYSOKOTEPLTNÍ SUPRAVODIČE

Objev supravodivého chování v systému La-Ba-Cu-O Bednorzem a Muellerem znamenal zásadní zlom ve výzkumu supravodičů a pevných látek obecně.

V kontrastu s klasickým ideálem látek jednoduché struktury, nejvyšší čistoty a s co nejnižší koncentrací poruch jsou vysokoteplotní supravodiče typickým příkladem narůstající složitosti nově studovaných a aplikovaných materiálů.