



Žiadateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave

Projekt: Vedomostná fakulta pre hospodársku prax

ITMS kód projektu: 26110230113

Aktivita: 3.2

Zodpovedná za aktivitu: PhDr. Kvetoslava Rešetová, PhD.

PROFILOVÁ PREDNÁŠKA ÚSTAVU MATERIÁLOV

Názov aktivity	Aktivita 3.2 Tvorba nástrojov na transfer poznatkov do výučby.
Názov špecifického cieľa	3. Tvorba nástrojov pre transfer poznatkov vo výučbe.
Cieľ aktivity	Aktivita tvorby nástrojov na transfer poznatkov do výučby uzatvára tok informácií získaných z analýzy, mapovania prostredia vplyvu a nastavuje konkrétne nástroje na transfer týchto poznatkov do výučby. Jej cieľom bude vytvoriť súbor nástrojov na odovzdanie poznatkov získaných z predchádzajúcich aktivít do výučby na fakulte a tým zvýšiť vedomostný základ cieľovej skupiny. Cieľ aktivity sleduje funkcionality prenosu špičkovej odbornosti pre cieľovú skupinu.
Termín realizácie aktivity	10/2013 – 09/2015

Z opisu projektu – výber časti aktivity 3.2 : 1. Nástroj na transfer poznatkov – profilové prednášky výskumu

Obsahovo je vedeckovýskumná činnosť fakulty orientovaná najmä na nasledovné oblasti:

- oblasť materiálového výskumu s orientáciou na výskum, vývoj a technologické spracovanie hlavných druhov technických materiálov,
- výskum a vývoj nových technológií priemyselnej výroby, orientovaných najmä na technologické spracovanie moderných technických materiálov a ekologicky čisté produkcie,
- oblasť identifikácie, automatizácie a riadenia procesov, ako aj informačného zabezpečenia technologických, výrobných a organizačných systémov,
- oblasť výskumu a verifikácie princípov manažérskeho riadenia a jeho organizačné štruktúry,
- oblasť riadenia kvality a certifikácie procesov a výrobkov,
- oblasť bezpečnosti a spoľahlivosti technologických zariadení a systémov s dôrazom na metódy analýzy a syntézy systémov.

Definovaná charakteristika výskumu reflektuje na oblasti výskumu fakulty, podlieha hodnotiteľským procesom na fakulte. **Poznanie výskumného profilu, jeho identifikácia a zaznamenanie novým spôsobom by bolo obsahom profilových prednášok.** Z každej oblasti by bola zabezpečená prednáška špičkového odborníka z fakulty, ktorý by priblížil výskumnú charakteristiku, základný obsah výskumu a vývoja, ucelený pohľad na vedecko-výskumný profil ústavu fakulty (fakulta má 6 ústavov) v slovenskom i anglickom jazyku. Príprave (metóde realizácie) profilových prednášok by podliehalo: spracovanie textu v rozsahu adekvátnych autorských hárkov, preklad textu, licenčné podmienky pre použitie diela s autorom prednášky. Takto vytvorené profilové prednášky by mohli byť významným materiálom pre :

- výučbu na fakulte v jej prierezových predmetoch
- prezentáciu ústavu doma i v zahraničí
- rozšírenie mediálneho priestoru pre reprezentačné účely celého projektu
- inovatívnym spracovaním obsahu výskumu na fakulte.

Definované výstupy z aktivity v opise projektu:

Základ pre výstupy tejto aktivity budú determinované úspešnosťou dosiahnutia realizácie aktivít projektu a to najmä aktivít: zo stakeholderingu – aktivita 1.1, z portálu firiem z aktivity 2.1, z realizácie aktivity 3.1 zo získaných e-. Práve táto prepojenosť jednotlivých aktivít a prietok informácií a väzieb medzi nimi môžu infikovať úspešnosť transferu poznatkov do výučby. Všetko, čo bude možné dosiahnuť v predchádzajúcich aktivitách sa zúročí v tejto záverečnej aktivite, ktorá má byť priestorom pre odovzdanie poznatkov, zvýšenie vedomostného základu a prostredím pre naplnenie hlavného cieľa projektu. Konkrétnymi výstupmi aktivity teda budú:

- **6 profilových prednášok mapujúcich vedecko-výskumný charakter šiestich ústavov fakulty, ktoré budú využiteľné nielen vo výučbe, ale budú mať aj silný prezentačný význam pre celú fakultu**
- zabezpečenie min. 30-tich virtuálnych nahrávok technologických postupov z vonkajšej hospodárskej praxe s využiteľnosťou vo výučbe, t. z. rozšírenie škály informácií pre doktorandov fakulty z aplikačnej roviny
- zabezpečenie min. 30-tich virtuálnych nahrávok technologických postupov a procesov na fakulte s cieľom využitia vo výučbe na fakulte a súčasne pre porovnávanie technologických procesov a získaných teoretických vedomostí z výučby na fakulte s poznatkami získanými v praxi
- 4 odborné prednášky pre doktorandov (ale i širší záujem výskumných pracovníkov fakulty), ktoré formujú vedomostný základ cieľovej skupiny v 4 zásadných okruhoch vedeckej práce.

Realizácia aktivity:

1. V súlade s cieľmi projektu bola uvedená aktivita predstavená riaditeľom ústavov MTF STU: **príloha 1:** Informácia pre ústavy z 12.12.2013 , **príloha 2** : List riaditeľom ústavov MTF zo dňa 21.1.2014

2. Riaditelia ústavov písomne delegovali zástupcu za ústav, ktorý bude zodpovedný za realizáciu profilovej prednášky – listy riaditeľov v archíve projektu u zodpovednej riešiteľky
3. Osobitné stretnutia zodpovednej riešiteľky s určenými pracovníkmi o štruktúre a obsahu profilových prednášok
4. Zber údajov, úprava textov, grafické spracovanie prednášok
5. Zabezpečenie prekladov textov
6. Finálne zostavenie prednášok do zborníka vedeckých prác v elektronickej podobe
7. Zverejnenie profilových prednášok

Garanti spracovania profilových prednášok:

Za Ústav materiálov – Mgr. Marián Palcut, PhD.

Za Ústav výrobných technológií – doc. Ing. Erika Hodúlová, PhD.

Za Ústav priemyselného inžinierstva a manažmentu – doc. Ing. Helena Makýšová, PhD.

Za Ústav bezpečnosti, environmentu a kvality – prof. Ing. Maroš Soldán, PhD.

Za Ústav aplikovanej informatiky, automatizácie a mechatroniky – prof. Ing. Pavol Tanuška, PhD.

Za Ústav výskumu progresívnych technológií – doc. Ing. Maximilián Strémy, PhD.

Úvod

Odborné zameranie výskumnej činnosti na MTF STU v Trnave vychádza z profilu fakulty v pedagogickej oblasti, je v súlade s dlhodobým zámerom rozvoja Slovenskej technickej univerzity v Bratislave a pokrýva celé spektrum vzdelávacieho pôsobenia na MTF STU. Výskumná činnosť tvorivých pracovníkov MTF STU sa realizuje formou:

- projektov základného výskumu, podporovaných grantovou agentúrou VEGA,
- projektov aplikovaného výskumu s podporou grantovej agentúry KEGA,
- projektov, riešených v rámci medzinárodných programov,
- projektov medzinárodnej vedecko-technickej spolupráce,
- projektov základného a aplikovaného výskumu s podporou grantovej agentúry APVV,
- zmluvného výskumu a vývoja (obchodné zmluvy).

1. Veda a výskum na MTF

Priority výskumu a vízia MTF STU

Cieľom Materiálovotechnologickej fakulty STU v Bratislave so sídlom v Trnave je, v kontexte s víziou STU, byť **výskumne orientovanou a medzinárodne uznávanou fakultou** v rámci fakúlt podobného zamerania vo svetovom meradle t.j. fakúlt, ktoré rozvíjajú moderné trendy vo výskume a priemyselnej výrobe, s dôrazom na progresívne materiály, sofistikované výrobné technológie a priemyselné inžinierstvo, automatizáciu a informatizáciu výrobných a technologických procesov ako aj kvalitu, bezpečnosť, environmentálne a manažérske aspekty priemyselnej produkcie.

Poslanie MTF STU

V súlade s definovaným poslaním Slovenskej technickej univerzity chce Materiálovotechnologická fakulta STU ako univerzitná fakulta aktívne prispievať k jeho naplneniu - **s prioritou na materiálové vedy a výrobné technológie** - v akreditovaných oblastiach výučby, vedy a výskumu v rámci stanovených kompetencií:

- ponúkať a realizovať univerzitný systém vzdelávania vo všetkých stupňoch v akreditovaných študijných programoch,
- šíriť, prehĺbovať a rozvíjať poznanie nástrojmi vedy a výskumu,
- zabezpečiť prenos výsledkov vedy a výskumu do procesu vzdelávania,
- zabezpečiť transfer výsledkov vedy a výskumu do podnikateľskej praxe,
- chrániť výsledky svojho výskumu,
- začleniť sa do univerzitného systému celoživotného vzdelávania,
- podieľať sa na dlhodobom udržateľnom rozvoji spoločnosti všetkými svojimi aktivitami, ale hlavne rozvíjaním harmonickej osobnosti študenta v kontexte ideálov humanizmu a demokracie.

Generálne a strategické ciele pre výskum

1. Publikovať výsledky výskumu a tvorivej činnosti v medzinárodnom prostredí, najmä v renomovaných medzinárodných vedeckých časopisoch.
2. Posilniť postavenie MTF STU v projektoch medzinárodnej spolupráce.
3. Budovať výskumnú infraštruktúru (prístrojovú) vrátane kvalifikovanej obsluhy.
4. Posilniť spoluprácu s praxou od súkromných priemyselných podnikov až po verejné inštitúcie a authority.
5. Zamerať výsledky výskumu a slobodného bádania aj na výstupy vo forme patentov.
6. Posilniť orientáciu na iné ako dotačné zdroje zo štátneho rozpočtu, najmä na zdroje zo zahraničia, z grantových agentúr na projekty, z podnikateľskej činnosti

Zameranie výskumnej činnosti je orientované na:

Výskumná činnosť tvorivých pracovníkov MTF STU sa realizuje formou:

- projektov základného a aplikovaného výskumu a rozvoja,
- projektov riešených v rámci medzinárodných programov,
- projektov medzinárodnej vedecko-technickej spolupráce,
- zmluvného výskumu a vývoja (obchodné zmluvy).

Obsahovo je vedeckovýskumná činnosť fakulty orientovaná najmä na nasledovné oblasti:

- oblasť materiálového výskumu s orientáciou na výskum, vývoj a technologické spracovanie hlavných druhov technických materiálov,
- výskum a vývoj nových technológií priemyselnej výroby, orientovaných najmä na technologické spracovanie moderných technických materiálov a ekologicky čisté produkcie,
- oblasť identifikácie, automatizácie a riadenia procesov, ako aj informačného zabezpečenia technologických, výrobných a organizačných systémov,
- oblasť výskumu a verifikácie princípov manažérského riadenia a jeho organizačné štruktúry,
- oblasť riadenia kvality a certifikácie procesov a výrobkov,
- oblasť bezpečnosti a spoľahlivosti technologických zariadení a systémov s dôrazom na metódy analýzy a syntézy systémov.

2. Profilová prednáška Ústavu materiálov

2.1 Charakteristika ústavu

Ústav materiálov MTF STU bol založený dňa 1. januára 2007 spojením troch pôvodných katedier do väčšieho celku, čím sa vytvorili kvalitatívne lepšie možnosti pre vedecko-výskumnú činnosť a medzinárodnú spoluprácu.

Ústav zabezpečuje výučbu materiálovo a fyzikálne orientovaných predmetov na MTF. Na bakalárskom stupni štúdia garantuje študijný program Materiálové inžinierstvo, na inžinierskom a doktorandskom stupni garantuje študijné programy Materiálové inžinierstvo, Spracovanie a aplikácia nekovov, ako aj Surface Engineering of Advanced Materials. Ústav pripravuje materiálových odborníkov s kvalifikáciou bakalára, inžiniera a doktora, ktorí sa dobre uplatňujú vo výrobných spoločnostiach aj výskumných ústavoch.

V pedagogickej, výskumnej aj expertíznej činnosti sa ústav zameriava na komplexnú materiálovú analýzu kovov, zliatin, plastov, skiel aj keramiky. Výskumná a expertízna činnosť ústavu je zameraná na kryštalizáciu kovov a zliatin, nástrojové materiály a zliatiny na báze niklu, práškovú metalurgiu, bio-kompatibilné materiály, nehrdzavejúce ocele, ocele pre energetický priemysel, zvariteľnosť ocelí, magnetické materiály, tepelné spracovanie a povrchové úpravy materiálov, komplexné kovové zliatiny, inžinierstvo hraníc zŕn, ako aj keramické a plastické materiály.

Ústav momentálne disponuje siedmimi laboratóriami, v ktorých sú dostupné viaceré moderné experimentálne zariadenia (napr. vysokorozlišovací transmisný elektrónový mikroskop Philips CM300, rtg. difraktometer Philips PW 1710, Diferenciálny skenovací Kalorimeter Perkin Elmer). Vo výskumnej aj pedagogickej oblasti úzko spolupracuje s domácimi aj zahraničnými subjektmi. Je súčasťou širokej siete spolupracujúcich zahraničných pracovísk z akademickej ako aj komerčnej sféry, ktoré vytvárajú možnosti pre výmenu študentov a pracovníkov ústavu, čo prispieva k ich dynamickejšiemu odbornému rastu. Úspešne kooperuje s medzinárodne významnými výrobnými spoločnosťami (Böhler-Edelstahl, Bekaert a pod.), univerzitami (POSTECH, TU Viedeň, Ljubljanska univerzita a pod.) a výskumnými ústavmi (IFW Drážďany, FZD Rosendorf, IJS Ljubljana a pod.). Medzi najvýznamnejšie akademické spolupracujúce organizácie ústavu patria Leibniz Institute for Solid State and Materials Research Dresden (Nemecko), Institute Jožef Stefan, Ljubljana (Slovinsko), Vienna University of Technology (Rakúsko), Research Center Dresden-Rosendorf (Nemecko), Ústav fyziky materiálov AV ČR, Brno (Česká republika), Faculty of Mechanical Engineering, University of Ljubljana (Slovinsko), a viaceré slovenské univerzity a ústavy SAV. Zo zahraničných výrobných partnerov sú najznámejší partneri Bekaert SA, Böhler - Edelstahl a Branson div. Emerson.

V oblasti spolupráce s priemyselnou praxou má ústav dlhodobé kontakty s regionálnymi podnikmi ako INA SKALICA, spol. s r.o. Skalica; VUJE, a.s. Jaslovské Bohunice; ZF Sachs Slovakia, a.s., Trnava; Zlievareň, a.s., Trnava; HKS Forge s.r.o. Trnava; MANZ, a.s. Nové Mesto nad Váhom; SONY Slovakia, Nitra; Samsung Electronics Slovakia, Galanta, Voderady; Faurecia Trnava; PSA Peugeot Citroen, Trnava; Noble International, spol. s r.o. Senica; TRW Steering System Slovakia spol. s r.o., Nové Mesto nad Váhom; Hella Lighting Slovakia, Kočovce; Kinex-KLF, a.s., Kysucké Nové Mesto; PSL, a.s. Považská Bystrica; EMO, a.s. Mochovce; Johns Manville, a.s. Trnava; Sauer Danfoss, a.s., Považská Bystrica; ŽOS a.s., Trnava; PFS, a.s., Brezová pod Bradlom; Kompozitum Topoľčany; Fremach, Trnava; Slovalco, a.s. Žiar nad Hronom; IMS Kupa, a.s. Nováky.

2.2 Centrum excelentnosti Ústavu materiálov

Ústav materiálov je riešiteľom významných medzinárodných a domácich projektov. Mimoriadny význam pre vedecko-výskumnú činnosť na ústave má

Centrum pre vývoj a aplikáciu progresívnych diagnostických metód v procesoch spracovania kovových a nekovových materiálov

Hlavné zameranie projektu bolo vybudovanie centra excelentnosti so zameraním na vývoj a aplikáciu progresívnych diagnostických metód v procesoch spracovania kovových a nekovových materiálov v rámci opatrenia 2.1 operačného programu výskum a vývoj „Zvyšovanie kvality výskumných pracovísk a podpora excelentného výskumu s dôrazom na oblasti so strategickým významom pre ďalší rozvoj hospodárstva a spoločnosti“. V tomto význame bol hlavný zámer získaného projektu vybudovať výskumnú infraštruktúru v súlade s Inovačnou politikou druhej generácie t.j. na regionálnej úrovni a v súlade s prioritou č. 1 Inovačnej stratégie SR: „Vysoko kvalitná infraštruktúra a efektívny systém pre rozvoj inovácií“.

Cieľom projektu bolo vybudovanie moderného dynamického centra excelentných analytických metód využívajúcich súčasne najmodernejšie poznatky z interakcie elektrónového a laserového zväzku s hmotou a špičkových detekčných systémov s vysokou citlivosťou, moderných mechanických postupov a sledovania elektrických a neelektrických veličín zameraných na hodnotenie špecifických vlastností hlavne progresívnych kovových a nekovových materiálov pripravených najmodernejšími technologickými postupmi. Obsahovo bol projekt zacielený na podporu koncentrácie najlepších (excelentných) pracovníkov fakulty do monotematického centra založenom na aplikácii najmodernejších experimentálnych postupov charakterizujúcich špecifické vlastnosti materiálov s prihliadnutím na študijný program Materiály a vedný odbor Fyzikálna metalurgia. Aktivity boli zamerané aj na prítiahnutie stredoškolskej mládeže k štúdiu technických materiálov orientovaných odborov (už v súčasnosti existuje regionálny projekt garantovaný MTF a financovaný mestom Trnava na podporu týchto aktivít), sprístupňovanie modernej prístrojovej techniky vytvoreného centra všetkým záujemcom z radov odbornej verejnosti, organizovaniu seminárov a letných škôl a propagácii materiálového výskumu a jeho úspešných predstaviteľov v mediálnom prostredí.

Základné vybavenie centra modernou prístrojovou technikou:

- Riadkovací vysokorozlišovací mikroskop s termálnou FEG katódou doplnený o súbor kooperujúcich detekčných systémov EDS, WDS a EBSD s príslušnými zariadeniami na prípravu vzoriek pomocou iónového mletia.
- Laserový konfokálny mikroskop s dvomi nezávislými laserovými zväzkami pre vlnové dĺžky 400 a 600 nm.
- Univerzálny skúšobný stroj pre hodnotenie mechanických vlastností kovových a nekovových materiálov
- Testovacie zariadenie na sledovanie dynamiky procesov porušovania
- Aparatúra pre merania striedavej konduktivity nekovových materiálov pri zvýšených teplotách
- Spektrálny analyzátor umožňujúci meranie impedačných a modulárnych spektier nekovových materiálov a kompozitov
- Rotačný viskozimeter
- Vulkanograf

Anotácia projektu centra excelentnosti

1	
Názov projektu	Centrum pre vývoj a aplikáciu progresívnych diagnostických metód v procesoch spracovania kovových a nekovových materiálov
Name of project	Centre of development and application of progressive diagnostic methods for processing metal and non-metallic materials
ITMS projektu / ITMS of project	26220120014
Doba riešenia / Duration of project	05/2009-04/2011
Pracovisko riešenia / Workplace	Ústav materiálov Institute of Materials
Operačný program / Operational programme	OPVaV - 2008/2.1/01-SORO
Anotácia	
Projekt je zameraný na vybudovanie moderného dynamického centra excelentných analytických metód, ktoré využívajú súčasne najmodernejšie poznatky interakcie elektrónového a laserového zväzku s hmotou, špičkové detekčné systémy s vysokou citlivosťou, moderné mechanické postupy a sledovania elektrických a neelektrických veličín. Zameriava sa na hodnotenie špecifických vlastností progresívnych kovových a nekovových materiálov, ktoré sa pripravujú najmodernejšími technologickými postupmi. Ciele projektu sledujú vybudovanie moderného diagnostického centra hodnotenia vlastností kovových a nekovových materiálov, vypracovanie nových postupov metodiky zameriavajúce sa na využitie moderných analytických prístrojov, na zisťovanie štruktúrnych, mechanických a elektrických vlastností materiálov v procese ich výroby.	
Annotation	
The project is aimed at building a modern dynamic Centre of excellent analytical methods utilising the current advanced knowledge on the interaction of electron and laser beam with substance, top detection systems of high sensitivity, modern mechanical procedures and monitoring the electric and on-electric quantities. It is focused on evaluating the specific properties of progressive metallic and non-metallic materials prepared by the advanced technological procedures. The project goals comprise the building of a modern diagnostic centre for evaluating/assessing the properties of metallic and non-metallic materials, elaborating new procedures and methods for utilising advanced analytical devices, and identifying structural, mechanical and electric properties of materials in the manufacturing process.	

2	
Názov projektu	Centrum excelentnosti pre vývoj a aplikáciu diagnostických metód pri spracovaní kovových a nekovových materiálov - APRODIMET
Name of project	Center for Development and Application of Advanced Diagnostic Methods in Processing of Metallic and Non-metallic Materials
ITMS projektu / ITMS of project	26220120048
Doba riešenia / Duration of project	01/2010-12/2011
Pracovisko riešenia / Workplace	Ústav materiálov Institute of Materials
Operačný program / Operational programme	OPVaV - 2009/2.1/02-SORO
Anotácia	
Hlavné zameranie projektu sleduje rozšírenie prístrojového vybavenia moderného dynamického centra excelentných a analytických metód využívajúcich súčasne najmodernejšie poznatky z interakcie rtg. žiarenia s hmotou, moderných postupov merania a hodnotenia mechanických, termofyzikálnych a korózných vlastností progresívnych kovových a nekovových materiálov a špičkových termodynamických detekčných systémov s vysokou citlivosťou, moderných postupov spracovania povrchových vrstiev a hodnotenia efektu interakcie rôznych fyzikálno-chemických účinkov na ich životnosť a exploatačné vlastnosti. Realizáciou projektu sa vytvorilo päť ucelených laboratórnych celkov: Laboratórium tepelných tokov, Laboratórium termofyzikálnych meraní, Laboratórium korózných skúšok, Laboratórium štruktúrnych analýz a Laboratórium povlakovania a tepelného spracovania.	
Annotation	
Project is focused on enhancing the equipment of a modern dynamic centre of excellent and analytical methods. It will utilise the latest knowledge of X-ray interaction with materials, along with advanced procedures of measuring and assessing mechanical, thermo-physical and corrosive properties of progressive metal and non-metallic materials, top thermodynamic detection systems of extra sensitivity and advanced procedures of processing the surface layers. The centre will provide the assessment of various physical-chemical effects on the life and exploitation properties of metal and non-metallic materials. The project implementation gave rise to five complex laboratory units: Laboratory of heat flows, Laboratory of thermo-physical measurements, Laboratory of corrosion tests, Laboratory of structural analyses and Laboratory of coating and heat treatment.	

2.3 Oblasti výskumu Ústavu materiálov

2.3.1 Oblasť korózie (autor Mgr. Marián Palcut, PhD.)

Pod pojmom korózia (angl. corrosion) rozumieme súbor elektrochemických dejov, ktoré prebiehajú na povrchu materiálu pôsobením vonkajších podmienok ako sú zvýšená teplota, atmosférický tlak, pôsobenie rôznych chemických činidiel v roztoku a podobne. Tieto procesy môžu viesť k postupnému hmotnostnému úbytku materiálu a následne k jeho degradácii.

Na Ústave materiálov MTF STU sa venujeme štúdiu korózie zliatin. Momentálne nám beží projekt grantovej agentúry Vega, ktorý je zameraný na štúdium korózie zliatin zinku, hliníka a cínu. Študované materiály možno aplikovať ako ľahké konštrukčné materiály pre automobilový a letecký priemysel, ochranné povlaky ocelí alebo bezolovnaté spájky pre mikroelektroniku.

Z bežnej praxe vieme, že jednotlivé kovy podliehajú korózii v rôznej miere. Dôvodom sú rôzne elektrické potenciály, ktoré sa ušľachťujú pri ponorení týchto kovov do roztoku. Z praktického hľadiska sú preto kovy zoradené podľa hodnôt ich tzv. štandardných elektródových potenciálov do radu napätia kovov. Kovy, ktoré sú v tomto rade na horných priečkach, majú kladné hodnoty potenciálu. Tieto kovy sa nazývajú ušľachťilé a sú pomerne odolné proti korózii. Patrí sem napríklad striebro, zlato alebo platina. Naopak kovy, ktoré sú v tomto rade na spodných priečkach, sú menej ušľachťilé a majú väčšiu tendenciu korodovať. Sem patria aj študované materiály na báze zinku, hliníka a cínu.

Ak vodivo spojíme dva rôzne kovy ponorené do vodného roztoku, zistíme, že medzi nimi prechádza elektrický prúd. Medzi dvoma vodivo spojenými kovovými materiálmi sa ustáli napätie, ktoré je dôsledkom rôznych elektrických potenciálov jednotlivých kovov. Spojenie dvoch kovov ponorených do roztoku sa nazýva galvanický článok. Princíp galvanického článku sa využíva pri štúdiu korózie. Pri štúdiu korózie sa vytvorí galvanický článok zložený zo študovaného materiálu a tzv. referenčnej elektródy. Táto elektróda má za daných experimentálnych podmienok presne známy elektrický potenciál. Pri štúdiu korózie sa skúmaný materiál polarizuje. Pri tomto procese sa cielene mení elektrický potenciál meraného kovu a sleduje sa aký elektrický prúd prechádza obvodom. Na reguláciu elektrického potenciálu a meranie prúdu prechádzajúceho elektrickým obvodom využívame zariadenie, ktoré sa nazýva potenciostat.

Výsledkom štúdia elektrochemickej korózie kovov sú polarizačné krivky. Z priebehu týchto kriviek je možné usúdiť či daný kov koroduje rovnomerne, nerovnomerne alebo či je schopný korózii za určitých podmienok odolávať.

Napriek tomu, že niektoré kovy, ako napríklad hliník alebo horčík, sú neušľachťilé materiály, môžu za určitých podmienok odolávať korózii. Dôvodom je ich pasivačná schopnosť. Pri pasivácii sa na povrchu kovu vytvára tenká vrstvička oxidov, hydroxidov alebo iných produktov korózie, ktorá chráni kov pred ďalšou oxidáciou. Na polarizačnej krivke sa táto vlastnosť prejaví náhlym poklesom prúdu.

Galvanické články sa môžu vytvárať aj v rámci jedného materiálu, ak tento materiál obsahuje štruktúrne heterogenity alebo rôzne fázy. Zaujímavá je napríklad korózia zliatin hliník-kobalt. Tieto zliatiny obsahujú viaceré fázy s rôznou mierou ušľachťilosti. Pri štúdiu korózie týchto zliatin sme mali možnosť zistiť, že fázy s nízkym obsahom kobaltu prednostne korodujú vo vodnom roztoku chloridu sodného. Korózna aktivita fáz je pravdepodobne ovplyvnená ich chemickým zložením. Kobalt je ušľachťilejší kov ako hliník, keďže má vyšší elektródový potenciál. Fázy bohaté na kobalt sú preto odolnejšie proti korózii. Koexistencia fáz s rôznym chemickým zložením podporuje vznik galvanických mikročlánkov, ktoré sú v mnohých prípadoch hybnou silou korózie.

Štúdium korózie materiálov je veľmi dôležité najmä z praktického hľadiska a pomáha nám chrániť materiály pred ich postupným opotrebovaním. Pri štúdiu korózie sa využívajú poznatky z viacerých vedných odborov, najmä fyziky, chémie a materiálového inžinierstva. Na pracovisku sa v súčasnosti kladie veľký dôraz na kombináciu experimentu a modelovania. Potrebná prístrojová infraštruktúra bola na Ústave materiálov MTF STU zabezpečená v prevažnej miere zo štrukturálnych fondov EÚ v rámci Centra excelentnosti pre vývoj a aplikáciu progresívnych diagnostických metód v procesoch spracovania kovových a nekovových materiálov. Na Ústave je k dispozícii aj výpočtový software ThermoCalc, pracujúci na princípe Calphad, a množstvo databáz umožňujúcich predikovanie fázového zloženia skúmaných zliatin. Predpokladáme, že vzájomná synergia experimentu a termodynamického modelovania zliatin nám umožní rozširovať existujúce databázy a spresňovať budúce predikcie. Svojím spôsobom je takéto pracovisko na Slovensku unikátne.

2.3.2 Oblasť termickej analýzy (autor Ing. Marián Drienovský, PhD.)

Simultánný Termický Analyzátor Netzsch STA 409CD je určený na simultánnu analýzu tepelných efektov a hmotnostných zmien v materiáli počas nastaveného teplotného režimu, s možnosťou analýzy uvoľňovaných plyných produktov. Používané metódy sú označované ako diferenčná termická analýza - DTA, diferenčná skenovacia kalorimetria - DSC, termogravimetria - TG a derivačná termogravimetria - DTG, a analýza uvoľňovaného plynu s využitím hmotnostnej spektrometrie - EGA-MS. Merania môžu byť realizované v atmosfére vzduchu alebo v inertnom plyne, napr. Ar, He.

Tento prístroj je schopný zaznamenať fázové premeny v materiály, ako napr. teplotu tavenia, teplotu transformovania mriežky, alebo magnetického prechodu (Curieho teplota). Zároveň môže byť sledovaná hmotnosť vzorky ako funkcia teploty (napr. kvôli oxidácií, absorpcií, redukcií, rozkladu, sublimácií alebo vyparovaniu vzorky). Navyše pomocou hmotnostného spektrometra dokáže analyzovať chemické zloženie uvoľňovaných molekúl plynu zo vzorky, resp. produkty jej dekompozície a týmto spôsobom vieme identifikovať materiál.

Technické údaje simultánneho analyzátoru NETZSCH STA 409CD:

Teplotný rozsah meraní: od izbovej teploty až po 1600 °C

Rýchlosť ohrevu alebo chladnutia: 0,1 až 30 °C/min

Atmosféra: oxidačná (syntetický vzduch 80/20), alebo inertná (argón, hélium, dusík)

Prietok plynu: 0 až 150 ml/min

Hmotnosť vzorky: max. 15 g

Teplotné rozlíšenie DTA a DSC: 0,1°C

Citlivosť váh pri termogravimetrií: 2 µg

Rozsah merania hmotnostného spektrometra: 1 až 512 atómových hmotnostných jednotiek

Citlivosť hmotnostného spektrometra: 1 ppm

Medzi aplikácie STA v praxi a v materiálovom výskume patrí najmä:

- meranie tepelnej kapacity materiálov
- stanovenie teplôt a entalpií fázových premien
- analýza kinetiky fázových premien
- určovanie magnetických prechodov
- sledovanie procesov súvisiacich s oxidáciou, redukciou, absorpciou, adsorpciou, sublimáciou a vyparovaním
- analýza tepelnej stability a rozkladu materiálov
- identifikácia produktov dekompozície pomocou hmotnostného spektrometra
- stanovenie čistoty látok

2.3.3 Oblasť riadkovej elektrónovej mikroskopie (autor Ing. Marcela Pekarčíková, PhD.)

V dnešnej dobe predstavuje riadkový elektrónový mikroskop neodmysliteľnú súčasť materiállovej analýzy. Na rozdiel od mikroskopov využívajúcich na pozorovanie mikroštruktúry viditeľné svetlo, v elektrónových mikroskopoch sa používajú elektróny s vysokou energiou. Tým sa zabezpečí podstatne lepšia rozlišovacia schopnosť riadkovacieho elektrónového mikroskopu, ktorá je 2000 až 1000000 krát väčšia ako má ľudské oko. V našom laboratóriu štruktúrnych analýz máme k dispozícii vysokorozlišovací riadkový mikroskop JEOL JSM7600F s rozlíšením niekoľko nanometrov pri urýchlňovacom napätí 15kV. Lúč elektrónov usmerňovaný a zaostrý sústavou elektromagnetických šošoviek vo vákuu skenuje povrch vzorky podobne, ako to kedysi robil lúč v televíznych obrazovkách. Pri dopade primárneho elektrónového lúča na povrch skúmanej matérie

dochádza k vzájomnej interakcii, kde sa primárne elektróny môžu odraziť, preto ich nazývame späťne odrazené elektróny, alebo sa môžu zo vzorky pri interakcii uvoľniť nové tzv. sekundárne elektróny. Prostredníctvom štyroch detektorov sa sekundárne a späťne odrazené elektróny zozbierajú, konvertujú na elektrické impulzy a spracúvajú softvérom na trojrozmerné znázornenie povrchu vzorky. Riadkovací elektrónový mikroskop je vybavený spektrometrami pre energiovo- a vlnovo- disperznú analýzu a difrakciu späťne odrazených elektrónov, prostredníctvom ktorých možno získať informácie o chemickom zložení a kryštálovej orientácii jednotlivých zŕn vo vzorke.

Veľkou výhodou tohto mikroskopu je, že nevyžaduje žiadnu náročnú prípravu vzoriek a možno ním pozorovať aj nevodivé či špeciálne materiály ako napríklad keramické supravodiče na báze zmesi oxidov kovov vzácnych zemín, bária a medi, ktoré sú supravodivé čiže bez elektrického odporu pri extrémne nízkych teplotách, ale pri izbovej teplote sa správajú ako izolanty.

Na ústave materiálov MTF STU v Trnave sa zaoberáme v projekte VEGA supravodivými materiálmi REBCO, ktoré sú jedny z najrozšírenejších materiálov vykazujúcich supravodivé vlastnosti pri relatívne vysokých teplotách okolo mínus 180°C. Výskum zameraný na podrobnú analýzu štruktúry iba 1 mikrometer tenkých vrstiev supravodičov na kovovom substráte umožňuje pochopenie vzťahu medzi podmienkami prípravy vrstvy a jej výslednými vlastnosťami. Pri nanášaní vrstvy na kovovú podložku a ďalšom spracovaní vznikajú totiž to v tenkých supravodivých vrstvách poruchy v ich štruktúre. Tieto poruchy významne ovplyvňujú elektromagnetické vlastnosti supravodičov v negatívnom zmysle, nakoľko sa nimi porušuje silne požadovaná orientácia zŕn - tzv. biaxiálna textúra. Informácie o poruchách vo vrstvách REBCO, získané štruktúrnou analýzou, je možné využiť pre zníženie chybovosti procesu výroby supravodivých vrstiev. Tieto poznatky sú tiež potrebné pri návrhu supravodivých zariadení, pretože môžu významne ovplyvniť ich prevádzkové charakteristiky.

2.3.4 Oblasť transmisnej elektrónovej mikroskopie (TEM) (autor doc. Ing. Mária Dománková, PhD.)

TEM je často charakterizovaný, ako príklad typického vynálezu 20. storočia. K jeho zostrojeniu nestačila jedna geniálna myšlienka, ale cesta k nemu viedla cez postupné skladanie objavov mnohých vedcov v spojení s technologickým pokrokom:

- prvým bol objav elektrónu, ktorý popísal v roku 1897 J.J. Thompson,
- v 1925 publikoval Luis de Broglie, že elektrón nie je len rýchlo sa pohybujúca častica, ale aj elektromagnetické vlnenie,
- toto potvrdili nezávisle v roku 1927 Davisson s Germerem a Thompson s Reidem elektrónovou difrakciou, ktorá dokázala vlnovú povahu elektrónov,
- dôležitú úlohu na ceste k elektrónovému mikroskopu mali práce H. Buscha, publikované v roku 1926, ktoré sa zaoberali analógiou vychyľovania elektrónov pomocou magnetického poľa cievky a svetla sklenenou šošovkou,
- konkrétna predstava o možnosti konštrukcie transmisného elektrónového mikroskopu vznikla na Vysokej škole technickej v Berlíne - Knollem a Ruskom.

Prvý TEM bol skonštruovaný v roku 1932. V súčasnosti patrí TEM k významným experimentálnym metódam pre detailné štúdium technických materiálov. Toto experimentálne zariadenie má veľké množstvo výhod, ktorého ho predurčujú k tomu, aby bol nenahraditeľnou súčasťou experimentálnych metód pre vývoj nových technických materiálov.

Hodnota rozlišovacej schopnosti, ktorá sa pohybuje rádovo 10^{-10} m, veľký rozsah zväčšení až 1 500 000x, umožňuje štúdium materiálov, až na atomárnej úrovni. Ďalšou veľkou výhodou je možná aplikácia elektrónovej difrakcie, pomocou ktorej je možno identifikovať fázy, ktoré skúmaná vzorka obsahuje.

Jedinou veľkou nevýhodou je náročná príprava vzoriek, ktoré musia byť veľmi tenké. Ich hrúbka by nemala byť väčšia ako 200 nm. Vo všeobecnosti poznáme dva základné druhy vzoriek, ktoré sa používajú v TEM:

1. repliky – sú tenké amorfné vrstvičky (najčastejšie uhlíkové), ktoré dokonalo kopírujú metalografický pripravený povrch. Ich hrúbka sa pohybuje od 5 do 50 nm. Repliky rozširujú oblasť klasickej metalografie do väčších zväčšení a lepších rozlíšení. Môžu poskytnúť informácie o precipitácií sekundárnych fáz, morfológii zŕn a pod.
2. tenké fólie – predstavujú reálne stenčený technický materiál na hrúbku menšiu ako je 200 nm. Nakoľko sa jedná o reálne stenčený materiál, môžu sa pozorovať všetky štruktúrne rysy (napr. precipitáty, dislokácie, vakencie, vrstevné poruchy, sledovanie orientačných vzťahov a pod.), ktoré vzorka obsahuje. Samozrejme pozorované objekty limituje rozlišovacia schopnosť mikroskopu.

Na našom ústave máme dva TEM. Analytický TEM JEOL 200 CX s urýchľovacím napätím 200 000 V a rozlišovacou schopnosťou 10 nm. Vysokorozlišovací TEM Philips 300 CM s urýchľovacím napätím 300 000 V a s rozlišovacou schopnosťou 10^{-10} m. Obidva tieto mikroskopy sa využívajú pri experimentálnych prácach súvisiacimi s výskumnými úlohami, ktoré sa riešia na MTF STU, ako napríklad:

1. štúdium subštruktúry zvarových spojov duplexných ocelí,
2. štúdium disperzne spevnených feritických ocelí s využitím oxidových nanočastíc,
3. štúdium precipitačných dejov v rôznych zliatinách (napr. vysokopevné ocele, duplexné koróziivzdorné ocele, austenitické koróziivzdorné ocele, titanové zliatiny, niklové superzliatiny a pod.)

2.3.5 Oblasť mechanických skúšok

Technické materiály sa spravidla používajú na výrobu strojov, prístrojov, nástrojov, zariadení a konštrukcií. Vlastnosť materiálu je definovaná ako jeho správanie sa za určitých podmienok. Pri mechanických skúškach sledujeme ako sa materiál správa pri pôsobení vonkajšieho mechanického zaťaženia.

Statická skúška ťahom je základná mechanická skúška, ktorá je v súčasnosti najrozšírenejšou skúšobnou metódou na hodnotenie a porovnávanie mechanických vlastností konštrukčných materiálov. Stroj na statickú skúšku ťahom sa nazýva trhačka. Princíp skúšky spočíva v mechanickom ťahovom zaťažovaní skúšobnej tyče. Zaťažujúca sila pomaly a pozvoľne narastá až kým nepríde k pretrhnutiu skúšobnej tyče. Počas skúšky prístroj zaznamenáva predĺženie v závislosti od zaťažujúcej sily. Zo zaznamenaného pracovného diagramu možno získať štyri základné mechanické vlastnosti: medzu pevnosti v ťahu, medzu skľuzu, ťažnosť a kontrakciu. Software navyše v reálnom čase prepočítava napätie ako silu pôsobiacu na prierez skúšobnej tyče. Získame tak diagram závislosti napätia od deformácie.

Pri ohýbaní telesa nastáva kombinácia ťahového a tlakového namáhania. Pri statickej skúške ohybom sledujeme priebeh skúšaného telesa v závislosti od zaťažujúcej sily. Skúška je prednostne určená pre krehké materiály ako liatina, keramika či drevo. Hľadáme maximálnu silu pri ktorej dochádza k porušeniu skúšobného telesa. Výsledné hodnoty závisia nielen od vlastností materiálu ale aj od spôsobu uloženia skúšobného telesa. Pri uložení nastojato odolá teleso rovnakých rozmerov vyššej zaťažujúcej sile.

Na hodnotenie materiálov proti krehkému lomu sa používa skúška rázom v ohybe. Vykonáva sa na zariadení nazývanom Charpyho (šarpyho) kladivo. Jedná sa o skúšku dynamickú, kde na kyvadlovom kladive zisťujeme prácu potrebnú na prerazenie skúšobnej tyče s vrubom. Pri inštrumentovanej skúške zaznamenávame z tenzometra, umiestneného na hrote kladiva, veľkosť priehybu v závislosti od sily. Tento záznam vypovedá o spôsobe šírenia trhliny. Služí hlavne na porovnanie rôznych materiálov medzi sebou.

Práca potrebná na prerazenie skúšobnej tyče sa testuje aj pri veľmi nízkych teplotách. Aproximáciou nameraných údajov tak zostrojíme Vidalovu krivku prechodovej teploty. Inflexný bod Vidalovej krivky udáva prechodovú teplotu. Je to teplota pri ktorej sa rapídne mení húževnatý lom na krehký. Pri nízkych teplotách má teda materiál väčšiu tendenciu ku krehkému porušeniu.

Na doplnenie hodnôt mechanických vlastností sa používajú skúšky tvrdosti. Tvrdosť možno definovať ako odpor materiálu proti vnikaniu cudzieho telesa do povrchu skúšaného materiálu. Pri skúške tvrdosti do povrchu materiálu vtlačáme indenter definovanou silou. Čím je materiál tvrdší, tým menej indenter vnikne do povrchu skúšaného materiálu. Mierou tvrdosti je potom veľkosť vtlačku po indentore. Čím je materiál tvrdší, tým menší vtlačok sa vytvorí. Ide o nedeštruktívnu metódu, pri ktorej nedochádza k porušeniu materiálu. Možno tak skúšať aj hotové súčiastky.

Kalenie je proces tepelného spracovania, ktorého účelom je zvýšenie tvrdosti materiálu. Proces začína ohrevom materiálu a výdržou na teplote austenitizácie. Následne sa materiál z pece vyberie a ponorením do oleja sa rýchlo schladí. Získame tak nerovnovážnu martenzitickú štruktúru, ktorá má za následok zvýšenie tvrdosti. Bezprostredne po kalení musí nasledovať popúšťanie, čo je ohrev na nižšiu teplotu za účelom odstránenia napätí po kalení.