

# **Ústav fyziky materiálů AV ČR, v. v. i.**

IČ: 68081723

Sídlo: Žižkova 22, 616 62 Brno

## **Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2012**

Dozorčí radou pracoviště projednána dne 4. června 2013

Radou pracoviště schválena dne 10. června 2013

V Brně dne 20. května 2013

## **A) Informace o složení orgánů veřejné výzkumné instituce a o jejich činnosti či o jejich změnách**

### **1. Výchozí složení orgánů pracoviště**

**Rada pracoviště** zvolena dne 8. 1. 2007 ve složení:

předseda: doc. RNDr. Petr Lukáš, CSc., dr. h. c.

místopředseda: RNDr. Milan Svoboda, CSc., ÚFM

členové:

prof. RNDr. Antonín Dlouhý, CSc., ÚFM

prof. RNDr. Ludvík Kunz, CSc., dr. h. c., ÚFM

Ing. Oldřich Schneeweiss, DrSc., ÚFM

RNDr. Jiří Svoboda, DSc., ÚFM

prof. RNDr. Mojmír Šob, DrSc, MU

prof. Ing. Jiří Švejcar, CSc. VUT v Brně

prof. RNDr. Bohumil Vlach, CSc., VUT v Brně

tajemník: Mgr. Ivo Stloukal, Dr., ÚFM

**Dozorčí rada** jmenována dne 1. 5. 2007 ve složení:

předseda: Ing. Pavel Vlasák, DrSc., Akademická rada AV ČR

dne 20.10.2009 Akademická rada AV ČR odvolala předsedu dozorčí rady prof. Ing. Pavla Vlasáka, DrSc. z funkce předsedy dozorčí rady ÚFM a současně jmenovala člena Akademické rady AV ČR Ing. Vladimíra Nekvasila, DrSc. novým předsedou s účinností od 27.10. 2010

místopředseda: prof. RNDr. Zdeněk Knésl, CSc., ÚFM

členové:

prof. Ing. Jaromír Příhoda, CSc., vědecká rada AV ČR

prof. RNDr. Eduard Schmidt, CSc., MU

prof. RNDr. Ing. Jan Vrbka, DrSc. dr. h. c., VUT v Brně

tajemník: doc. Ing. Pavel Hutař, PhD., ÚFM

## **2. Změny ve složení orgánů:**

### **Rada pracoviště**

byla zvolena dne 5. 1. 2012 ve složení:

Předseda: Ing. Oldřich Schneeweiss, DrSc., ÚFM

místopředseda: prof. Mgr. Tomáš Kruml, CSc., ÚFM

členové:

prof. RNDr. Antonín Dlouhý, CSc., ÚFM

prof. RNDr. Ludvík Kunz, CSc., dr. h. c., ÚFM

RNDr. Jiří Svoboda, DSc., ÚFM

Doc. RNDr. Ilja Turek, DrSc., ÚFM

prof. RNDr. Michal Kotoul, DrSc., VUT v Brně

prof. RNDr. Mojmír Šob, DrSc., MU

prof. Ing. Jiří Švejcar, CSc., VUT v Brně

tajemník: ing. Jan Klusák, PhD., ÚFM

### **Dozorčí rada:**

Od 1. 5. 2012 byla AR AV jmenována DR ÚFM AV ČR v.v. i. na pětileté funkční období ve složení

předseda: Ing. Vladimír Nekvasil, DrSc., Akademická rada AV ČR (mandát pokračuje od r. 2010)

místopředseda: doc. Ing. Pavel Hutař, PhD., ÚFM

členové:

prof. Ing. Karel Hrbáček, DrSc., První brněnská strojírna Velká Bíteš, a.s.

prof. RNDr. Eduard Schmidt, CSc., MU

prof. RNDr. Ing. Jan Vrbka, DrSc. dr. h. c., VUT v Brně

tajemník: ing. Roman Gröger, PhD., ÚFM

### **Ředitel:**

Ke dni 31. 5. 2012 skončilo funkční období ředitele doc. RNDr. Petra Lukáše, CSc., dr. h. c.

Od 1. června 2012 na základě návrhu Rady pracoviště ÚFM AV ČR, v. v. i. byl do funkce ředitele na pětileté funkční období předsedou AV ČR jmenován prof. RNDr. Ludvík Kunz, CSc. dr. h. c.

### **3. Informace o činnosti orgánů:**

#### **Ředitel:**

Ředitelé Ústavu fyziky materiálů AV ČR, v. v. i., (P. Lukáš od 1. 1. 2012 do 31. 5. 2012 a L. Kunz od 1. 6. 2012 do 31. 12. 2012) vykonávali úkoly v souladu se zákonem č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích a se Stanovami Akademie věd České republiky.

V prvním pololetí se na operativním řízení pracoviště podílel poradní orgán, složený ze zástupce ředitele (prof. Ing. V. Sklenička, DrSc.), z vedoucích vědeckých oddělení (prof. RNDr. L. Kunz, CSc., doc. Ing. L. Náhlík, PhD. a RNDr. M. Svoboda, CSc.) a z vedoucího technicko-hospodářského oddělení (ing. M. Nečesal). Porada vedení se scházela pravidelně jedenkrát týdně.

Od 1. 6. 2012 ředitel L. Kunz jmenoval zástupcem ředitele RNDr. M. Svobodu, CSc., vedoucím Oddělení mechanických vlastností prof. Mgr. T. Krumla, CSc., vedoucím oddělení struktury ing. O. Schneeweisse, DrSc. a vedoucí Ekonomicko-provozního oddělení ing. B. Sobaňskou. Ředitel současně učinil personální změny v poradním orgánu ředitele, do kterého jmenoval zástupce ředitele (RNDr. M. Svoboda, CSc.), vedoucí vědeckých oddělení (prof. Mgr. T. Kruml, CSc., doc. Ing. L. Náhlík, PhD. a ing. O. Schneeweiss, DrSc.) a vedoucí EPO (ing. B. Sobaňská). Porada vedení navázala na činnost předcházejícího orgánu. Scházela se pravidelně jedenkrát týdně. Celkem se za rok 2012 uskutečnilo 51 porad. Z porad byly pořizovány zápisy. Vedoucí oddělení přenášeli informace k vedoucím výzkumným skupinám a zpět. Tento z dřívějšíka převzatý a zavedený způsob operativního řízení pracoviště se nadále velmi osvědčuje. Umožňuje rychlé předávání informací v obou směrech. Novým vedením pracoviště je považován za velmi účinný způsob řízení.

K pravidelným činnostem ředitele patřila zejména kontrola řádného vedení účetnictví, předkládání návrhů projektů poskytovatelům po projednání Radou pracoviště, předkládání návrhů rozpočtu a vnitřních předpisů Radě pracoviště, příprava materiálů pro jednání Rady pracoviště i vyžádaných materiálů pro jednání Dozorčí rady.

Zvláštní pozornost věnoval výběrovým řízením na vědecké přístroje pořizované z projektu CEITEC.

#### **Rada pracoviště:**

Rada Ústavu fyziky materiálů AV ČR, v. v. i., se v průběhu roku 2012 sešla celkem osmkrát, a to 12.1., 20.2., 22.3., 30.4., 28.5., 18.6., 10.9. a 5.11. Ze všech těchto jednání byly pořizovány zápisy, které jsou dostupné na webových stránkách ÚFM.

Výběr významných záležitostí projednaných radou pracoviště:

1. Jednání 12.1. 2012

1.1. Volba předsedy a místopředsedy Rady a jejího tajemníka

- 1.2. Projednání inzerátu na veřejné výběrové řízení na obsazení místa ředitele ÚFM AV ČR, v. v. i.
2. Jednání 20. 2. 2012
  - 2.1. Projednání změn v jednacím řádu Rady
  - 2.2. Projednání výsledku hlasování per rozlam o složení výběrové komise na funkci ředitele ÚFM AV ČR v. v. i.
  - 2.3. Projednání postupu a časového plánu dalších kroků při návrhu kandidáta na funkci ředitele
3. Jednání 22. 3. 2012
  - 3.1. Projednání rozpočtu ústavu na rok 2012
  - 3.2. Informace o přihláškách na místo ředitele
4. Jednání 30. 4. 2012
  - 4.1. Seznámení se a projednání závěrů výběrové komise na místo ředitele
  - 4.2. Představení kandidátů
  - 4.3. Vystoupení kandidátů
  - 4.4. Volba kandidáta pro návrh na funkci ředitele
5. Jednání 28. 5. 2012
  - 5.1. Projednání výroční zprávy o činnosti a hospodaření ústavu a auditora o výsledku roční uzávěrky za r. 2011
  - 5.2. Příprava grantového semináře
6. Jednání 18. 6. 2012
  - 6.1. Hodnocení a schválení všech návrhů projektů presentovaných na grantovém semináři.
  - 6.2. Projednání a schválení změn organizačního schématu pracoviště
  - 6.3. Projednání návrhu na změnu auditora pro audit hospodaření ÚFM.
7. Jednání 10. 9. 2012
  - 7.1. Kontrola plnění dlouhodobých úkolů Rady, poslání Rady
  - 7.2. Diskuse o vědecké komunikaci v ústavu, organizace vědeckých seminářů
  - 7.3. Projednání a schválení návrhů projektu MV a MŠMT
8. Jednání 5. 11. 2012
  - 8.1. Projednání stavu investičních akcí a oprav za r. 2012
  - 8.2. Projednání a diskuse přípravy investičních akcí a oprav na r. 2013
  - 8.3. Schválení postupu při organizaci pravidelných vědeckých seminářů svolávaných vedením a Radou

### **Dozorčí rada:**

Dozorčí rada (dále jen „DR“) Ústavu fyziky materiálů AV ČR, v. v. i. (dále jen „ÚFM AV ČR“) plnila v roce 2012 své úkoly v souladu se zákonem č. 341/2005 Sb., o veřejných vědeckých institucích a řídila se při svém jednání Stanovami Akademie věd České republiky a svým jednacím řádem. Před jednáním byly rozeslány členům

DR příslušné materiály a z každého jednání byl pořízen zápis. DR se sešla v roce 2012 v souladu se Stanovami na dvou prezenčních zasedáních a čtyřikrát jednala per rollam. Všechny prezenční jednání DR se účastnili ředitel ÚFM AV ČR a vedoucí technického oddělení (od 19. 12. 2012 ekonomicko-provozního oddělení).

Ve dnech 13.3. - 20.3.2012 DR projednala podle zákona o veřejných výzkumných institucích č. 34, § 19, bod (1), písmeno g), návrh rozpočtu ÚFM AV ČR na rok 2012. Na základě jednání per rollam vyjádřila DR souhlas s předloženým návrhem rozpočtu. DR byla dále seznámena podle zákona o veřejných výzkumných institucích č. 34, § 19, bod (1), písmeno b, h), se změnami, ke kterým došlo v souvislosti s redukcemi projektu CEITEC na zařízeních, které budou v rámci projektu pořizovány na pracovišti ÚFM AV ČR.

Na zasedání 23. 5. 2012 se DR sešla v novém složení a na základě čl.1/7 Jednacího řádu DR jmenovala nového tajemníka. Ředitel ÚFM AV ČR, doc. RNDr. Petr Lukáš, CSc., dr. h. c., seznámil členy DR s výsledky hospodaření ÚFM AV ČR za rok 2011, s výsledky hodnocení výzkumné činnosti pracoviště za léta 2005-2009 a informoval členy Dozorčí rady o některých zásadních personálních a strukturních opatřeních, která vyplynula z hodnocení výzkumné činnosti pracoviště. DR projednala podle zákona o veřejných výzkumných institucích č. 34, § 19, bod (1), písmeno i), Výroční zprávu o činnosti a hospodaření ÚFM AV ČR za rok 2011. Po diskuzi všichni přítomní členové DR ÚFM AV ČR vyjádřili s návrhem zprávy souhlas a doporučili podrobnější vysvětlení bodu 6 v kapitole "Další ekonomické ukazatele za rok 2011". DR projednala a schválila podle zákona o veřejných výzkumných institucích č. 34, § 19, bod (1), písmeno l), návrh Výroční zprávy o činnosti DR ÚFM AV ČR za rok 2011. Dále se DR zabývala činností ředitele ÚFM AV ČR, doc. RNDr. Petra Lukáše, CSc., dr. h. c., a zhodnocením jeho manažerských schopností ve vztahu ke zřizovateli a k pracovišti ve smyslu směrnice Akademické rady č. 6. z roku 2007 a jejího Dodatku č.1 z roku 2009. Dozorčí rada považuje aktivity ÚFM AV ČR v roce 2011 za náročné na manažerskou činnost a vysoce kladně hodnotí činnost ředitele (stupněm 3 – vynikající).

Ve dnech 13. 8. - 15. 8. 2012 Na základě jednání per rollam DR určila dle zákona č. 93/2009 Sb. o auditorech a o změně některých zákonů firmu RS audit, jako auditora k provedení povinného auditu ÚFM AV ČR pro účetní období 2012 a 2013.

Ve dnech 8. 10. - 11. 10. 2012 DR projednala podle zákona o veřejných výzkumných institucích č. 341, §19, bod (1), písmeno b), žádost ředitele o udělení předběžného písemného souhlasu na zakoupení elektronového mikroskopu FEG SEM/FIB s možností přípravy tenkých fólií pro TEM v hodnotě cca 13. mil. Kč s DPH. Na základě jednání per rollam vydala DR ÚFM AV ČR předchozí písemný souhlas k pořízení elektronového mikroskopu.

Na zasedání dne 19. 11. 2012 ředitel ústavu seznámil Dozorčí radu s předběžnými výsledky hospodaření ÚFM AV ČR za rok 2012. Konstatoval zejména výraznou úsporu rozpočtových prostředků, která byla způsobena změnou způsobu vyplácení mezd a odměn pracovníkům účastnícím se řešení grantových projektů. Ředitel seznámil DR s rostoucí úspěšností ústavu v grantových projektech TA ČR a v získávání hospodářských smluv. Ředitel ústavu seznámil Dozorčí radu s průběhem řešení projektu CEITEC v roce 2012, zejména s bezproblémovým plněním indikátorů projektu. Dále informoval o záměru vedení ústavu použít uspořené finanční prostředky na nákup rastrovacího elektronového mikroskopu v ceně cca 8 mil. Kč. V této souvislosti se členové DR dohodli, že tuto záležitost a udělení předchozího

písemného souhlasu s nabytím majetku projednají per rollam po obdržení přesné specifikace zařízení.

Ve dnech 4. 12. - 13. 12. 2012 DR projednala podle zákona o veřejných výzkumných institucích č. 341, §19, bod (1), písmeno b), žádost ředitele o udělení předběžného písemného souhlasu k pořízení elektronového rastrovacího mikroskopu s vysokým rozlišením (HRREM) s možností pracovat s iontovým svazkem v hodnotě cca 8 mil. Kč s DPH. Zařízení bude pořízeno z investičních prostředků, které má ÚFM AV ČR. v. v. i. k dispozici. Na základě jednání per rollam DR ÚFM AV ČR vydala předchozí písemný souhlas k pořízení uvedeného elektronového mikroskopu.

DR konstatovala, že vedení ÚFM AV ČR respektovalo při svém hospodaření jak Stanovy AV ČR, tak i obecně závazné předpisy.

## **B) Informace o změnách zřizovací listiny:**

K žádným změnám nedošlo.

## **C) Hodnocení hlavní činnosti:**

Posláním Ústavu fyziky materiálů AV ČR, v. v. i., je objasňovat vztah mezi chováním a vlastnostmi materiálů a jejich strukturními charakteristikami. Prioritní je výzkum pokročilých kovových materiálů a kompozitů na bázi kovů ve vztahu k jejich mikrostruktuře a způsobu přípravy. Těžiště aktivity ústavu spočívá v základním výzkumu a v podpoře využití nových poznatků v aplikační sféře.

Aktivita ústavu v roce 2012 byla v souladu s Dlouhodobým koncepčním rozvojem výzkumné organizace.

V roce 2012 bylo pracovníky ústavu publikováno celkem 75 původních prací v impaktovaných časopisech indexovaných v databázi Thomson Reuters Web of Science. V následující kapitole 1. jsou uvedeny tři vybrané významné výsledky, jejichž rozhodující část byla získána a publikována v průběhu roku 2012.

### **1. Hlavní dosažené výsledky**

#### **1.1. *Nové poznatky o vlastnostech materiálů vhodných pro vysokoteplotní bezolovnaté pájky***

Vědečtí pracovníci Ústavu v roce 2012 úspěšně pokračovali ve výzkumu a vývoji nových materiálů. Tým dr. Aleše Kroupy, CSc., který v minulých letech vedl mezinárodní celoevropský projekt COST zaměřený na studium vlastností materiálů, které by mohly v elektronickém průmyslu nahradit současné pájecí slitiny používané při procesních teplotách mezi 250-350°C, dosáhl velmi kvalitních výsledků v oblasti náhrady pájek, které obsahují zdraví škodlivé olovo. Projekt byl řešen za účasti více než 60 vědeckých týmů z 20 zemí z Evropy a dále z Ruska, Ukrajiny a Argentiny. Přinesl cenné nové poznatky a informace o perspektivních materiálech, které mohou nahradit současné, z ekologického hlediska nevyhovující, pájky. Výsledky projektu

byly v roce 2012 publikovány ve formě třídílné publikace Handbook of High-Temperature Lead – Free Solders.

Vědecký tým dr. Kroupy vyvinul v rámci projektu spolu s kolegy z National Physical Laboratory v Teddingtonu, University of Leeds a Masarykovy University termodynamickou databázi umožňující výpočty fázových diagramů perspektivních slitin. Fázové diagramy mohou sloužit jako určité „mapy“, které na základě znalostí složení materiálu předpokládaných pracovních teplot umožňují předpovědět jeho důležité pracovní vlastnosti. V současnosti obsahuje databáze 18 prvků, důležitých pro vysokoteplotní bezolovnaté pájení.

Důležité fázové diagramy jsou prezentovány v 1. díle publikace, jehož jsou vědci z ÚFM AVČR spoluautory. Dr. A. Kroupa byl rovněž hlavním editorem 3. dílu zmíněné publikace, kde jsou ve formě přehledových článků shrnuty další výsledky získané při široké mezinárodní spolupráci v rámci tohoto projektu. V rámci projektu byla studována řada materiálů, které mají potenciál pro využití při vysokoteplotním pájení, např. Al-Zn-X, Sb-Sn-X, Zn-Sn-X, Au-Ge-X.

Dinsdale, A.T. - Kroupa, A. - Watson, A. - Vřešťál, J. - Zemanová, A. - Brož, P.: COST Action MP0602 – Handbook of High-Temperature Lead-Free Solders – vol.1, Atlas of Phase Diagrams, vol.1, COST Office, Brno, 2012, 218 s., ISBN: 978-80-905363-1-9.

Watson, A. (ed.): COST Action MP0602 – Handbook of High-Temperature Lead-Free Solders: vol. 2, Materials properties. COST Office, Brno, 2012, 145 s., ISBN: 978-80-905363-2-6.

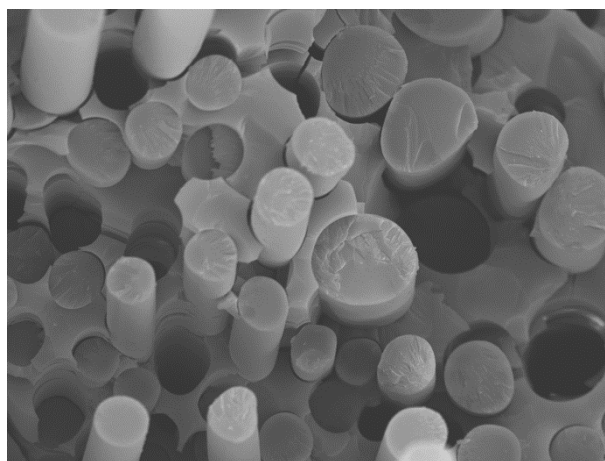
Kroupa, A. (ed.): COST Action MP0602 – Handbook of High-Temperature Lead-Free Solders – vol. 3, Group Project Reports, COST Office, Brno, 2012, 302 s., ISBN: 978-80-905363-3-3.

## ***1.2. Houževnaté vláknové kompozity na bázi keramik vyrobené z ekonomicky přijatelných vstupů určené pro vysoké teploty, analýza poškození na rozhraních pomocí nejnovějších technik.***

Materiály vhodné pro použití za vysokých teplot jsou většinou na bázi keramik. Zásadní obtíží aplikace těchto materiálů je jejich křehkost. Již několik desetiletí je věnováno značné úsilí jejich zhouževnatění. Jako nejúčinnější se ukazuje použití výztuže v podobě dlouhých keramických vláken. Tento zdánlivý paradox, tj. vyztužení křehkého materiálu stejně křehkým materiálem, využívá synergismu několika účinků zhouževnatění, a proto vláknové kompozity dosahují nejvyšší odolnosti proti porušení. Příprava keramických vláknových kompozitů určených pro dlouhodobé použití za teplot vyšších než 1000°C patří k velmi nákladným, a to zejména z důvodu vysoké ceny vstupů a nákladné výroby. Vývoj dlouho vláknových kompozitů za použití ekonomicky výhodnějších vstupních materiálů a výrobních procesů při zachování dostatečné mechanické odolnosti byl hlavním cílem dlouhodobé spolupráce mezi ÚFM, ÚSMH a ÚMCH AV ČR. Na základě zjištěné mechanické odezvy jednotlivých složek kompozitu a následně i kompozitu samotného byla optimalizována jeho příprava tak, aby se mohly vynechat nákladné procesy, jakým je například úprava povrchu vlákna. Jedinečné vysokoteplotní vlastnosti jsou poskytnuty maticí tvořenou SiOC skly připravenými pyrolýzou z polymerních prekurzorů na bázi polysiloxanových pryskyřic. Výhodou je nejen



vysokoteplotní stabilita takové matrice, testovaná do teplot 1550°C, ale i možnost přizpůsobení jejich fyzikálních vlastností modifikováním složení pryskyřice. Cíleným řízením vlastností matrice, získaných na základě instrumentované indentační zkoušky a dalších metod, bylo dosaženo optimalizace funkce celého kompozitu, kde základním zhouževnaťujícím mechanismem je vytahování vláken, tzv. pull-out, který je dobře viditelný na Obr. 1. Díky takto provedenému naladění vlastností rozhraní vlákna a matrice se podařilo dosáhnout vysokých hodnot naměřené lomové houževnatosti, přesahujících 20 MPa.m<sup>1/2</sup>. Tyto hodnoty houževnatosti jsou srovnatelné se špičkovými materiály vyrobenými nákladnějšími postupy.



Obr. 1 Lomová plocha kompozitu ukazující vytahování vláken z matrice, tzv. pull-out.

Halasová, M. - Chlup, Z. - Strachota, A. - Černý, M. - Dlouhý, I.: Mechanical response of novel SiOC glasses to high temperature exposition, *Journal of the European Ceramic Society*. Roč. 32 (2012), s. 4489-4495.

Černý, M. - Strachota, A. - Chlup, Z. - Sucharda, Z. - Žaloudková, M. - Petr Glogar, P. – Kuběna, I.: Strength, Elasticity and Failure of Composites with Pyrolyzed Matrices Based on Polymethylsiloxane Resins with Optimized Ratio of D and T Components. *Journal of Composite Materials*, (2012), in press, DOI: 10.1177/0021998312445591

### **1.3. Vlastnosti vybraných komplexních hydridů perspektivních pro ukládání vodíku**

Práce týmu vedeného dr. J. Čermákem v r. 2012 navazovala na systematické studie v předchozích letech, věnované problematice efektivního ukládání vodíku jako energetického média v nelegovaném systému Mg-Ni(-H). Stálou motivací zůstává fakt, že hydrid Mg(-X)H<sub>2</sub> obsažený v mletých kompozicích nabízí možnost uskladnit až 7 hm. % vodíku. To je – při nízké specifické hmotnosti těchto materiálů – vyšší účinnost skladování energie, než uchovávání vodíku jako paliva pro energetiku ve zkapalněné podobě. Tato překvapivá skutečnost však zůstávala jen teoretickou možností s ohledem na sklon Mg k oxidaci a nízké rychlosti uvolňování vodíku. Tyto nepříznivé vlastnosti se dají částečně vylepšit příměsemi. Náš přínos v této oblasti spočíval v nalezení nového chemického složení slitiny Mg-Ni-X, optimálního ve smyslu vyvážení její specifické hmotnosti a kinetických charakteristik uvolňování vodíku.

Těžiště prací týmu v r. 2012 spočívalo ve studiu komplexních hydridů. Zaměřili se na příměsi substitučních prvků z 13. a 14. grupy. Volbou vhodného složení bylo dosaženo omezení degradace média plynnými nečistotami v průběhu přípravy i během provozu. To výrazně snížilo nároky na čistotu surovin a tím i na cenu prakticky využitelného materiálu. Výsledky byly publikovány v předních světových periodikách. Byl studován i vliv příměsi vybraných intersticiálů. Cílem bylo snížit termodynamickou stabilitu komplexního hydridu a tím usnadnit uvolňování uskladněné energie v případě potřeby. Bylo skutečně dosaženo řádového zvýšení desorpční rychlosti vodíku, která je jedním z významných užitných parametrů rozhodujících pro praktická využití.

Byl také objasněn mechanismus stárnutí skladovacího média na bázi Mg-Ni, což má koncepční význam pro eventuální další vylepšování způsobu ukládání energie.

Čermák, J. - Král, L.: Ageing of Mg-Ni-H hydrogen storage alloys. *Int. J. Hydrogen Energy*, Roč. 37 (2012), s. 14257-14264.

Čermák, J.- Král, L.: Alloying of Mg/Mg<sub>2</sub>Ni eutectic by chosen non-hydride forming elements: Relation between segregation of the third element and hydride storage capacity. *J. Power Sources*. Roč. 197 (2012), s.116-120.

Čermák, J. - Král, L.: Beneficial effect of carbon on hydrogen desorption kinetics from Mg–Ni–In alloy. *J. Alloys Compd.* Roč. 546 (2013), s. 119-137. (v tisku).

Čermák, J. - Král, L.: Improvement of hydrogen storage characteristics of Mg/Mg<sub>2</sub>Ni by alloying: Beneficial effect of In. *J. Power Sources*. Roč. 214 (2012), s. 208-215.

## **2. Spolupráce s vysokými školami**

Spolupráce s vysokými školami byla v roce 2012 nedílnou součástí aktivit ústavu. Probíhala na několika úrovních. Pracovníci Ústavu se jednak přímo podíleli na výuce, jednak se jednalo o spolupráci při získávání doktorandů pro řešení projektů a tvůrčí spolupráci na projektech základního a aplikovaného výzkumu včetně společného úsilí při budování centra excelence CEITEC a konečně i o členství v radách a orgánech VŠ. Klíčovými partnery jsou zejména Vysoké učení technické v Brně (3 fakulty), Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Vysoká škola báňská, TU Ostrava (zejm. fakulta metalurgie a materiálového inženýrství), Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy UK a Univerzita Palackého v Olomouci.

### **2.1. Významné výsledky získané ve spolupráci s vysokými školami**

#### **2.1.1. Spolupráce s Vysokým učením technickým v Brně, Fakulta strojního inženýrství**

Pracovníci Ústavu řešili společný standardní grantový projekt GA ČR P107/11/2065 zaměřený na ochranné difúzní povrchové vrstvy pro vysokoteplotní aplikaci u litých niklových superslitin. V této souvislosti byly vedeny společné experimentální práce a jejich výsledky byly publikovány v 5 vědeckých pracích uveřejněných v časopisech a ve sbornících z konferencí. Difúzní povrchové vrstvy jsou aplikovány na kritické části

vysokoteplotních zařízení, zejména plynových turbín, ke zlepšení životnosti komponent pracujících v oxidačním a korozním prostředí za spolupůsobení únavy a creepu. V rámci společných prací byly nanесeny difúzní vrstvy Al, Al-Si a Al-Cr technikou CVD popř. technikou „slurry“ na povrch litých niklových superslitin Inconel 713LC a Inconel 738LC a byly studovány vlastnosti a chování vrstev, substrátu a celého kompozitu zejména při cyklickém namáhání v režimu řízené deformace za teploty 800 °C. Byly získány křivky cyklického zpevnění/změkčení, cyklické deformační křivky a křivky životnosti ve tvaru Mansonových-Coffinových a Basquinových závislostí. Byla dokumentována struktura difúzní vrstvy, její fázové a chemické složení a byl stanoven podrobný profil tvrdosti vrstvy v závislosti na vzdálenosti od povrchu. Byl identifikován vliv procesu nanášení vrstvy na strukturní charakteristiky substrátu. Na základě pozorování povrchu vzorků, podélných řezů měrné délky vzorků a lomových ploch byla popsána iniciace únavových trhlin a vývoj rozložení délek trhlin v průběhu cyklování. Mikroskopická pozorování odhalila mechanismy únavového poškození jak v povrchově upraveném materiálu, tak v materiálu bez vrstvy a přispěla k vysvětlení způsobu šíření trhliny magistralní.

Obrtlík, K. - Pospíšilová, S. - Juliš, M. - Podrábský, T.- Polák, J.: Fatigue behavior of coated and uncoated cast Inconel 713LC at 800 °C. *Int. J. Fatigue* 41 (2012) 101-106.

Juliš, M. - Obrtlík, K. –Pospíšilová, S. - Podrábský, T.- Polák, J.: Influence of Al-Si diffusion coating on low cycle fatigue properties of cast superalloy Inconel 738LC at 800 °C. *Key Eng. Mater.* 488-489 (2012) 307-310.

Obrtlík, K. - Pospíšilová, S. - Juliš, M. - Podrábský, T. - Kruml, T.: Influence of Al-Cr diffusion coating on low cycle fatigue behavior of cast nickel-base superalloy at 800 °C. In: *Fracture Mechanics for Durability, Reliability and Safety (ECF19)*. Kazan, Kazan Scientific Centre of the RAS 2012, CD, Paper No. 330.

Další oblastí spolupráce s Fakultou strojního inženýrství VUT byl výzkum v oblasti lomové mechaniky. Jednalo se o spolupráci s doc. T. Profantem z Ústavu mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky v Brně v rámci řešení grantu GA ČR P108/10/2049 Iniciace a šíření trhliny ze singulárních koncentrátorů napětí souvisejících s rozhraním. Tato součinnost byla velmi přínosná pro obě zúčastněné strany. V rámci řešení projektu byly v roce 2012 publikovány 2 články v impaktovaných časopisech a další články v recenzovaných periodikách. J. Klusák participoval jako školitel specialista na studiu dvou doktorandů FSI VUT v Brně. Disertační práce studenta J. Korbela byla úspěšně obhájena na počátku roku 2012.

Klusák, J. - Profant, T. - Kotoul, M.: Conditions for crack initiation in an orthotropic bi-material notch, *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 2012, Vol. 19, Issue 4, pp 302-307.

Korbel, J. - Zant, N. - Klusák, J. - Knésl, Z.: Fracture analysis of epoxy-aluminum spacers exposed to pressure loads, *Computational Materials Science* 64 (2012), 244-247.

### 2.1.2. Spolupráce s Vysokým učením technickým v Brně, Fakultou stavební

V rámci spolupráce s Fakultou stavební VUT v Brně (prof. Z. Keršner, dr. V. Veselý) byly řešeny dva grantové projekty. V rámci projektu GAČR P104/11/0833 byly realizovány časově velmi náročné únavové experimenty na zkušebních tělesech cementových kompozitů z betonu tříd C30/37 A C45/55 a provedeno jejich vyhodnocení a interpretace. Dále byl modelován průběh protlačovací zkoušky s bi-materiálovým rozhraním ocel/beton a numerickým vystižením průběhu zkoušky se zjištěním dominantních vlivů vybraných parametrů.

Ve spolupráci s FAST VUT byl dále v rámci projektu P105/11/1551 rozpracován popis lomové procesní zóny tvořící se před čelem trhliny v kvazikřehkých materiálech za použití víceparametrové lineární lomové mechaniky. Při výpočtu byl studován vliv vybraných okrajových podmínek: způsob zatížení, velikost a tvar tělesa.

Šimonová, H.- Keršner, Z. - Seitl, S., Pryl, D. - Pukl, R.: Korekce únavových parametrů betonu s využitím aproximací lomově-mechanických parametrů v čase. Beton TKS, 1/2012, pp. 57-

Veselý, V., Sobek, J., Šestáková, L., Seitl, S.: Accurate description of near-crack-tip fields for the estimation of inelastic zone extent in quasi-brittle materials. Key Engineering Materials, Vols. 525–526 (2013), pp. 529–532.

### 2.1.3. Spolupráce s Přírodovědeckou fakultou MU a Fakultou strojního inženýrství VUT

Pracovníci výzkumné skupiny Elektrických a magnetických vlastností a studenti Přírodovědecké fakulty MU a Fakulty strojního inženýrství VUT v roce 2012 řešili grantový projekt GA ČR reg. č. P108/12/0311 Pevnost, křehkost a magnetismus čistých a segregovaných hranic zrn v kovových materiálech, který je veden na ÚFM. Řešení projektu se účastnili jak studenti magisterského studia a doktorského studia z Přírodovědecké fakulty a také student doktorského studia na Fakultě strojního inženýrství VUT v Brně. Studenti díky aktivní participaci na tomto projektu a spolupráci s renomovanými vědeckými pracovníky tak měli možnost se podílet na špičkové vědecké práci. ÚFM tímto způsobem přispěl k výchově mladé vědecké generace. Pracovníci a studenti Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity se také účastnili řešení mezinárodního projektu COST LD11024 Teoretické a experimentální studium fázových diagramů nanomateriálů, který je rovněž veden na ÚFM. Naopak někteří pracovníci ÚFM se podílejí na řešení projektů vedených na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity (v současné době jsou to dva projekty COST). Na základě této spolupráce vzniká řada společných prací publikovaných v předních vědeckých časopisech.

Pavlů, J. – Šob, M.: Ab initio study of C14 Laves phases in Fe-based systems. J. Min. Metall. Sect. B-Metall. **48** (3) B (2012) 395-401.

Vřešťál, J. - Štrof, J., - Pavlů J. : Extension of SGTE data for pure elements to zero Kelvin temperature A case study. CALPHAD **37** (2012), 37-48.

Kroupa, A. - Dinsdale, A. - Watson, A. - Vřešťál, J. - Zemanová, A. - Brož, P.: The thermodynamic database COST MP0602 for materials for high-temperature lead-free soldering. *J. Min. Metall. Sect. B-Metall.* **48** (3) B (2012) 339-346.

Sopoušek, J. - Vřešťál, J. - Zemanová, A. - Buršík, J.: Phase diagram prediction and particle characterisation of Sn-Ag nano alloy for low melting point lead-free solders. *J. Min. Metall. Sect. B-Metall.* **48** (3) B (2012) 419-425.

#### 2.1.4. Spolupráce s Univerzitou Karlovou v Praze a Technickou univerzitou Liberec

Dlouholetá spolupráce s UK Praha byla v r. 2012 zaměřena na studium vysokoteplotních mechanických vlastností perspektivních kovových materiálů, v současnosti zejména intermetalik na bázi Fe-Al. Byla provedena rozsáhlá studie creepu slitin Fe-30 at. % Al s různými přídávky zirkonia (0.4 až 5.2 at. %). Bylo prokázáno, že hodnoty napěťového exponentu rychlosti creepu mohou být vysvětleny pohybem dislokací kontrolovaným šplhem a přítomností částic sekundárních fází. Vyšší hodnoty napěťového exponentu byly pozorovány pouze při teplotě 900 °C a obsazích zirkonia do 2 at. %. Toto pozorování bylo vysvětleno schopností částic se při této teplotě deformovat.

V současné době je spolupráce podporována Grantovou agenturou ČR v rámci projektu „Optimalizace vysokoteplotních mechanických vlastností aluminidů železa typu Fe<sub>3</sub>Al s karbidotvornými prvky“, registrační číslo grantového projektu P108/12/1452, spoluřešitel doc. RNDr. Josef Pešička. Dalším spolupříjemcem projektu je Technická univerzita Liberec, spoluřešitel RNDr. Věra Vodičková.

Kratochvíl, P. - Dobeš, F. - Pešička, J. - Málek, P. - Buršík, J. - Vodičková, V.- Hanus, P.: Microstructure and high temperature mechanical properties of Zr-alloyed Fe<sub>3</sub>Al-type aluminides: The effect of carbon. *Materials Science and Engineering A* **548** (2012) 175– 182

#### 2.1.5. Spolupráce s Ústavem chemie a Ústavem fyzikální elektroniky Masarykovy univerzity

Skupina Dr. A. Kroupy dlouhodobě spolupracuje s pracovníky z Ústavu chemie Masarykovy univerzity v Brně (prof. J. Vřešťál, prof. M. Šob, doc. P. Brož, doc. J. Sopoušek, dr. J. Pavlů) na problematice vývoje a chování bezolovnatých pájek, zejména z hlediska modelování fázových diagramů, termodynamických vlastností, studia mikrostruktury a fázového složení vybraných ternárních a kvaternárních soustav Al-Zn-X a Cu-Ni-X-Y (X, Y=Sn, Bi, Zn, Ti) a na problematice mikrostruktury nanoprášek pro bezolovnaté pájky (Ag, Sn-Ag, Cu-Ni) a modelování fázových diagramů nanomateriálů. Tato spolupráce se uskutečňuje prostřednictvím řady společných projektů v rámci mezinárodní akce COST, Kontakt a dále v rámci úzce spolupracujících národních projektů. Výsledkem této spolupráce je nejen řada společných publikací, ale rovněž monografie *Handbook of High-Temperature Lead-free Solders: Atlas of Phase Diagrams*, (viz nejvýznamnější výsledky za rok 2012) a termodynamické databáze pro výpočet fázových diagramů a termodynamických vlastností bezolovnatých pájek, které vznikly v rámci spolupráce obou pracovišť s dalšími zahraničními pracovišti. Skupina v r. 2012 dále spolupracovala s kolektivem z Ústavu fyzikální elektroniky Přírodovědecké fakulty MU na studiu mikrostruktury a vlastností nanokompozitních tenkých vrstev připravených magnetronovým napařováním. Rozšířením a pokračováním této tematiky bude

grantový návrh projektu do GAČR "Změny mikrostruktury vyvolané nanoindentací a dynamickým nárazovým namáháním v mnohovrstvých a nanokompozitních povlacích", který je připravován ve spolupráci PŘF MU, ÚFM a ÚPT AVČR k podání v r. 2013.

## 2.2. Spolupráce v oblasti pedagogické

Z hlediska přímého podílu na výuce se v uplynulém roce jednalo zejména o externí výuku zabezpečovanou pracovníky ústavu, výuku realizovanou přímo v laboratořích ústavu a vedení diplomových a disertačních prací realizovaných v ústavu nebo i ve školách. Podíl na výuce měli vědečtí pracovníci jak na VUT, tak na MU. Např. prof. Šob na MU zajišťoval semestrální přednášku Kvantová chemie pevných látek a výpočty elektronové struktury a podílel se na přednášce Statistická termodynamika. V odpovídajících oborech získal ústav příslušné akreditace k těmto činnostem v rámci fakulty strojního inženýrství VUT v Brně, přírodovědecké fakulty MU Brno a Středoevropského technologického institutu CEITEC. V některých případech výchovné úsilí na VŠ umožnilo habilitaci pracovníků ústavu.

Ústav získal akreditace oborů doktorských studijních programů, ve kterých kromě dvou již zmíněných fakult jsou nově otevřeny dva obory (v českém a v anglickém jazyce) v rámci Středoevropského technologického institutu. Při získávání doktorandů pro spoluúčast na řešení výzkumných projektů v příštích letech byla klíčová práce se studenty magisterského studia a další aktivity, z nichž jako nejvýznamnější příklad lze uvést doktorský projekt GAČR „Víceúrovňový design pokrokových materiálů“ řešený ve spolupráci s FSI VUT, PŘF MU a VŠB Ostrava v uplynulých 8 letech.

Při řešení projektů zejména základního výzkumu byly využívány přirozené kontakty pracovníků ústavu a zmíněných VŠ a zčásti k těmto projektům vede i snaha využít experimentální zařízení na ÚFM nedostupné.

Studentské závěrečné práce stejně jako doktorské práce vycházely z vědecko-výzkumných témat ústavu, tj. únava materiálu se zaměřením na aplikaci v dopravě, zkoumání a modelování mechanických vlastností tenkých vrstev se zaměřením na aplikaci v elektrotechnickém průmyslu, lomovou mechaniku složených těles s aplikací v oblasti progresivních keramických kompozitů či lomovou mechaniku obecných singulárních koncentrátorů napětí, která najde uplatnění např. při hodnocení pevnosti svarových spojů či hodnocení životnosti konstrukcí s vruby.

V roce 2012, analogicky jako v letech předchozích, se vědečtí pracovníci ústavu podíleli na práci komisí pro obhajoby závěrečných prací, komisí státních zkoušek a na práci oborových rad doktorských studií. Vědečtí pracovníci ústavu působili ve vědeckých radách škol (VŠB TU Ostrava) a fakult (ChF VUT v Brně, Přírodovědecká fakulta MU v Brně, Strojnická fakulta Žilinské univerzity v Žilině).

Vědečtí pracovníci ústavu byli v r. 2012 pedagogicky činní i na zahraničních univerzitách. Dr. Buršík a dr. Kroupa realizovali v rámci mezinárodního projektu přednášky a cvičení na Ústavu materiálového výzkumu SAV v Košicích na témata Elektronová mikroskopie a Počítačové modelování fázových diagramů.

### 2.3. Spolupráce na projektech Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Úspěšně probíhala spolupráce s vysokými školami v oblasti lidských zdrojů, jmenovitě v rámci společných projektů z Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost (poskytovatelem podpory je Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR). Projekt CZ.1.07/2.3.00/20.0197 „Víceoborový výzkumný tým v oblasti designu materiálů a jeho zapojení do mezinárodní kooperace“ byl realizován ve spolupráci s VUT. Cílem bylo vytvoření čtyř týmů a udržitelného systému zvyšování výkonnosti akademických a vědecko-výzkumných pracovníků. V rámci projektu byl důraz kladen na zvyšování jazykových, všeobecných i odborných znalostí, podpory tvorby týmů a následná propagace výsledků tvůrčí práce, na získávání zkušeností na základě podpory mobility jednotlivých pracovníků včetně mobility intersektorální.

Projekt CZ.1.07/2.4.00/17.0006 „Budování a rozvoj vědecko-výzkumné spolupráce s výzkumnými a průmyslovými partnery“ umožnil stáže vědeckých pracovníků a studentů ve významných zahraničních výzkumných a vzdělávacích institucích. Celkovým výstupem projektu, na kterém ÚFM AV ČR spolupracuje s Vysokým učením technickým v Brně a Masarykovou univerzitou, je vytvoření nových vazeb nebo prohloubení stávajících vazeb na zahraniční subjekty, se kterými zúčastněné organizace spolupracují na společných výzkumných projektech i na zkvalitňování vysokoškolské výuky.

Dalším významným projektem řešeným v r. 2012 zaměřeným zejména na personální rozvoj, je projekt CZ.1.07/2.3.00/20.0214 „Rozvoj lidských zdrojů ve výzkumu fyzikálních a materiálových vlastností modelových, nově vyvíjených a inženýrsky aplikovaných materiálů“ z Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost řízeného MŠMT. Projekt s dotací 28 mil. Kč má za cíl vytvořit dynamický tým vysoce kvalifikovaných výzkumných pracovníků zabývajících se teoretickým popisem a počítačovými simulacemi fyzikálních procesů v materiálech na všech jejich úrovních, se speciálním zaměřením na mikroskopickou a mezoskopickou úroveň. Tento tým čítající 9 výzkumných pracovníků a 12 studentů doktorského studia a magisterského studia byl během roku 2012 vytvořen a započal svoji VaV činnost. Projekt bude realizován v období 07/2012 – 06/2015.

Dalším projektem z výše jmenovaného operačního programu s dotací 9,5 mil. Kč je projekt CZ.1.07/2.3.00/30.0063 „Nadání postdoktorandi pro vědeckou excelenci v oblasti fyziky materiálů“, který doplňuje projekt výstavby centra excelence CEITEC v personální oblasti. Cílem projektu je posílení tří mladých dynamických týmů o talentované postdoktorandy, kteří podpoří vědecký výkon těchto skupin v chystaných nebo již startujících projektech. Speciálním cílem je vytvoření týmu schopného navrhnout a následně řešit grant European Research Council (ERC). Poznamenejme, že tento záměr byl již z části splněn a pro podání v r. 2013 byl připraven ERC grant v kategorii Consolidator, na kterém budou, v případě úspěšného schválení, postdoktorandi spolupracovat. Celkově je do tohoto projektu zapojeno 7 odborných pracovníků. Projekt bude realizován v období 07/2012 – 06/2015.

## 2.4. CEITEC-středoevropský technologický institut.

Po celý rok 2012 byl realizován projekt CZ.1.05/1.1.00/02.0068 CEITEC-středoevropský technologický institut. Tento projekt spadá do Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR (MŠMT). Hlavním cílem projektu je vybudování Evropského centra excelence s vizí „Vytvářet centrum excelentní vědy, jehož výsledky budou přispívat ke zlepšování kvality života a zdraví člověka.“

Projekt CEITEC byl ve své kategorii nejlépe hodnoceným projektem. Celková dotace projektu je 5,25 miliardy Kč a ÚFM AV ČR má třetí největší podíl z institucí zúčastněných na realizaci. ÚFM AV ČR se tak aktivně podílel na vytváření nadregionálního centra vědecké excelence, jehož výsledky budou srovnatelné se špičkovými centry obdobného zaměření a přispějí tak k posílení pozice Brna jako jednoho z uznávaných evropských vědeckých center. Budované centrum má ambice být plně srovnatelné s předními světovými institucemi svého druhu a využívat přitom unikátních možností plynoucích ze synergií mezi živými a neživými vědami. CEITEC chce být také značkou pro inovativní výzkum v oblasti kvality života a lidského zdraví.

Pro naplnění cílů centra spadajících do kompetencí ÚFM AV ČR bylo vytvořeno vědecké oddělení (organizační jednotka) CEITEC ÚFM, které se skládá ze dvou výzkumných skupin, dohromady o 16ti výzkumných pracovnících, a týmu projektové podpory. V roce 2012 se započalo s výstavbou či modernizací laboratoří, do kterých budou instalována nová experimentální zařízení pořízená z dotace. V uplynulém roce úspěšně proběhla výběrová řízení na 4 z 5ti pořizovaných unikátních experimentálních zařízení. Byla modernizována a upravena laboratoř nízkocyklové a vysokocyklové únavy, připraven projekt výstavby laboratoře transmisního elektronového mikroskopu a projekt nové creepové laboratoře. Realizace projektu ve všech jeho oblastech probíhala dle plánu. Řádně byly plněny milníky týkající se personálního obsazení, pořízení nových experimentálních zařízení i průběžně plněny všechny tzv. monitorovací indikátory mající za úkol mapovat naplňování odborné stránky realizace projektu, ať již v oblasti kvality a kvantity vědecko-výzkumných výstupů, počtu realizovaných projektů a projektů spolupráce s průmyslem či v kvantitě a kvalitě lidských zdrojů zapojených do realizace projektu. Jedním ze zásadních požadavků na projekt je jeho udržitelnost po roce 2015. Udržitelnost projektu je brána vážně na zřetel při pořizování nového experimentálního zařízení i při personálním obsazování projektu. Projekt je na ÚFM AV ČR realizován tak, aby budované centrum vědecké excelence zapadalo do plánů a koncepce rozvoje ústavu a stalo se po jeho dobudování integrální součástí ústavu.

## 3. Doktorské studijní programy a výchova vědeckých pracovníků

Ústav má 5 akreditací doktorských studijních programů, jmenovitě  
Fyzikální a materiálové inženýrství, VUT v Brně  
Aplikované vědy v inženýrství, VUT v Brně  
Fyzika, MU Brno  
Pokročilé materiály a nanovědy, VUT a MU



V roce 2011 2012 ÚFM školil 20 doktorandů, z toho 2 ze zahraničí. V průběhu roku obhájilo své doktorské práce celkem 6 doktorandů.

#### **4. Spolupráce pracoviště s jinými domácími institucemi**

##### **4.1. Spolupráce s UJP Praha**

V rámci výzkumu vlivu technologie svařování tlustostěnných trubek orbitální hlavou na jejich dlouhodobou životnost v podmínkách provozu moderních energetických bloků byly provedeny krátkodobé creepové zkoušky homogenních svarů oceli P 92, provedených novou technologií MODŘANY Power, a.s., při teplotách 600 a 650°C. Creepové vzorky byly odebrány z různých míst zkoumaného svaru (kořen, střed, koruna). Bylo zjištěno, že nejvyšší creepovou odolnost (dobu do lomu) vykazuje svar v oblasti koruny. Lomové prodloužení se v jednotlivých lokalitách svaru výrazně neliší, což svědčí o přijatelné homogenitě svarů a praktické použitelnosti zvolené technologii svařování.

##### **4.2. Spolupráce s 1. brněnskou strojírnou Velká Bíteš**

V roce 2012 byla spolupráce zaměřena na výzkum únavového chování litých supesrlistin pro vysokoteplotní aplikace. Spolupráce byla podpořena dvěma projekty MPO. Byly získány jednak nové poznatky, které byly publikovány v odborných časopisech, a jednak byly získány údaje o materiálech, které jsou cenné pro průmyslového partnera.

##### **4.3. Spolupráce s GE Aviation**

Pro GE Aviation byla řešena řada problémů spojených s únavovou životností konstrukčních materiálů. Experimentálně byly získány materiálové charakteristiky důležité pro výrobce, byly provedeny strukturní analýzy a interpretace vlivu struktury na únavovou životnost.

##### **4.4. Spolupráce s VoestAlpine Linz GmbH, VoestAlpine Traisen GmbH**

Spolupráce byla zaměřena na stanovení creepových charakteristik martenzitických ocelí P 91 a P 92, použitých k zhotovení rozměrných odlitků (skříně turbín, tělesa ventilů) komponent energetických zařízení. Získaná data na základě tahových zkoušek v stacionárním i nestacionárním režimu creepového zatěžování umožnila posoudit kvalitu slévárenské technologie zadavatelů.

#### **5. Mezinárodní spolupráce**

Vědečtí pracovníci Ústavu v r. 2012 pokračovali v mezinárodních spolupracích jak na smluvní, tak na neformální bázi. Nejvýznamnějším typem spolupráce byla účast na řešení následujících 6ti projektů.

##### **5.1.**

Glass and Ceramic Composites for High Technology Applications

Acronym: GlaCERCO  
Typ projektu: Networks for initial training  
Č. projektu: 264526, FP7-People-2010-ITN  
Koordinátor: Politecnico di Torino, Itálie

5.2.  
Enhanced reliability and lifetime of ceramic components through multiscale modelling of degradation and damage

Acronym: RoLiCer  
Typ projektu: Collaborative project  
Č. projektu: 263476, FP7-NMP-2010-SMALL-4  
Koordinátor: Fraunhofer IWM, Muenchen, SRN

5.3.  
High temperature deformation mechanisms of ferritic ODS steels. Influence of the microstructure

Č. projektu: WP10-MAT-ODSFS-01-01/CEA/I  
Typ: EURATOM  
Koordinátor: CEA Saclay, Francie

5.4.  
Study of the micro-mechanisms of cleavage fracture of 14%Cr ODS ferritic steels

Acronym: Euroatom/EFDA  
Typ projektu: EFDA/Collaborative project  
Č. projektu: WP12-MAT-01-ODSFS-01-01/IPP.CR.BS  
Koordinátor: EFDA consortium

5.5.  
Marie-Curie International Reintegration Grant

Acronym: MesoPhysDef  
Typ projektu: Marie Curie  
Č. projektu: 247705  
Koordinátor: ÚFM AV ČR

5.6.  
Material-Component Performance-driven Solutions for Long-Term Efficiency Increase in Ultra Supercritical Power Plants

Acronym: MACPLUS  
Typ projektu: 7RP  
Č. projektu: 7RPENERGY.2009.6.1.1.  
Koordinátor: Centro Sviluppo Materiali S.p.A., Italy

Bližší informace o některých z výše uvedených projektů a další údaje o mezinárodních aktivitách pracovníků ústavu v roce 2012 jsou stručně popsány níže:

a) Projekt Glass and Ceramic Composites for High Technology Applications – Initial Training Network (GlaCerCo)

Projekt Glass and Ceramic Composites for High Technology Applications – Initial Training Network je projektem programu „Initial Training Networks” (FP7-PEOPLE-

2010-ITN, číslo projektu 264526) zaměřeného primárně na výchovu doktorandů prostřednictvím realizace výzkumu. V síti tvořené akademickými pracovišti (Politecnico di Torino – koordinátor), University of Erlangen-Nürnberg, Centre National De La Recherche Scientifique, Remis, Università degli Studi di Padova a komerčními institucemi výzkumu a vývoje Materials Engineering Research Laboratory, Nanoforce Technology Limited a průmyslovými partnery je realizován společný výzkumný program orientovaný na kompozity se skelnou a keramickou maticí. V tomto programu jsou jednotlivé dílčí cíle realizovány doktorandy. ÚFM se podílí významnou měrou na několika pracovních balíčcích. Součástí projektu je i asistovaná výchova doktorandů na dalších pracovištích konsorcia, takže je možné využívat výzkumné kapacity spolupracujících pracovišť v ÚFM nedostupné (spark plasma sintering), resp. se spolupodílet na vývoji zcela nových typů materiálů (kompozity s disperzí vícevrstvých nanotrubiček nebo nanodestiček BN). Výzkumný program je finančně zcela pokryt z prostředků projektu, a to včetně stipendií pracovníků najatých na řešení.

b) Projekt Enhanced reliability and lifetime of ceramic components through multi-scale modelling of degradation and damage (RoLiCer)

Tento projekt je standardním projektem spolupráce 7. rámcového programu EU. (collaborative project, FP7-NMP-2010-SMALL-4, č. projektu 263476). Konsorcium vedené Fraunhofer IWM Freiburg, je dále tvořeno zástupci akademických pracovišť – MSC Leoben, KIT - Institute of Engineering Mechanics a komerčních institucí – např. Böhler Edelstahl GmbH & Co KG, The SKF Group nebo FCT Ingenieurkeramik GmbH. Cílem projektu je zvýšení spolehlivosti a životnosti keramických součástí pomocí zařízení na protahování drátu z vysokotavitelných kovů, a to za použití víceúrovňového modelování degradace a poškození. Podstata řešení spočívá v analýze poškození v místech kontaktu mezi kovem a keramikou jednak v hybridním ložisku a rovněž v kalibru tvářecího nástroje. ÚFM se podílí na analýzách lomového chování a modelování trajektorie trhlin v místě kontaktu.

c) Projekt Advanced Solder Materials for High Temperature Application

Skupina Struktury fází a termodynamiky měla velmi rozsáhlou mezinárodní spolupráci zejména v oblasti výpočtu fázových diagramů, modelování fázových rovnovah a termodynamických vlastností komplexních soustav. Dr. A. Kroupa byl předsedou Řídícího výboru mezinárodního projektu COST MP0602 (Advanced Solder Materials for High Temperature Application), oficiálně ukončeného v roce 2012 s vynikajícím hodnocením ze strany řídicího výboru COST. Na tomto projektu se podílelo přibližně 60 výzkumných a univerzitních pracovišť z 20 zemí Evropy, z Ruska, Ukrajiny a Argentiny. Bližší vědecká spolupráce probíhala zejména v rámci prací na termodynamických popisech soustav vztahujících se k bezolovnatým pájkám a na vývoji konsistentních termodynamických databází. Intenzivní spolupráce s řadou společných publikací probíhá se skupinou prof. H. Ipsera a K.W. Richtera z Universität Wien, s dr. C. Schmettererem z Forschungszentrum Jülich a s týmem prof. G. Borzone s University of Genoa. Další aktivní spolupráce probíhá se skupinami prof. D. Zivkovic z University of Belgrade, Technical fakulty Bor, prof. J. Janovce z Materiálovotechnologické fakulty Slovenské technické university v Trnavě.

d) Mezinárodní spolupráce v oblasti víceúrovňového popisu chování defektů v krystalických látkách

Skupina Elektrických a magnetických vlastností (Dr. Gröger) udržuje aktivní spolupráci s několika předními zahraničními pracovišti zabývajícími se víceúrovňovým popisem chování defektů v krystalických látkách. Atomární popis chování šroubových dislokací v monokrystalech BCC wolframu se řeší zejména ve spolupráci se skupinou Prof. Václava Vítka na University of Pennsylvania, USA. Formulace mezoskopického popisu vytváření korelovaných dislokačních struktur je koordinována s Dr. Turabem Lookmanem v Los Alamos National Laboratory, USA. Do současné doby bylo publikováno 15 impaktovaných publikací zabývajících se touto tematikou.

Atomární studie dislokačních jader a termodynamický popis plastické deformace BCC kovů realizovaný v těchto člancích je v současné době považován za „state-of-the-art“, jehož výsledky odpovídají velmi dobře experimentálním studiím na stlačovaných mikrosloupečcích BCC wolframu (spolupráce se skupinou Prof. Heleny van Swygenhoven, Paul Scherrer Institute a EPFL, Švýcarsko). Tento model byl nedávno využit k formulaci diskrétního dislokačního modelu šroubových dislokací v BCC kovech (spolupráce se skupinou Prof. Petera Gumbsche, Karlsruhe Institute of Technology a Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials, Německo). V posledních třech letech udržuje Dr. Gröger velmi aktivní spolupráci se skupinou Prof. Petera D. Nellista na University of Oxford, se kterým vyvíjí metody korekce HREM pozorování dislokačních jader a subangströmových posunutí atomů v okolí bodových defektů. Jejich poslední snahy směřují k pochopení mechanismu, kterým vznikají vláknové dislokace v III-V polovodičích, což by mohlo vést k podstatnému zvýšení účinnosti svítivých diod (LED) a UV zařízení na dezinfekci vody. Tato problematika je předmětem ERC grantu, který Dr. Gröger připravil k podání v roce 2013.

e) Spolupráce s Politecnico di Milano

V roce 2012 byla navázána spolupráce s Politecnico di Milano v oblasti numerického modelování mechanických vlastností, která má podobu stáží za účelem výměny znalostí a zkušeností. V budoucnu by se tato spolupráce měla projevit také ve formě společných publikačních výstupů.

f) Spolupráce s University College Ghent

Pokračovala spolupráce s belgickou University College Ghent, s týmem, který vede profesor Wouter De Corte. Tento tým se zabývá studiem vlastností ortotropních železobetonových plátů, přičemž jedním z úkolů je studium soudržnosti spojení mezi ocelí a betonem kompozitních ocelovo-betonových těles. V rámci dosavadní spolupráce s Univerzity College Ghent byly provedeny pilotní experimentální zkoušky push-out vzorků s tímto spojením. Vyhodnocení testů bylo doplněno numerickými studii zaměřenými na vyšetření iniciace defektu v blízkosti bi-materiálového rozhraní za použití metod zobecněné lomové mechaniky.

g) Spolupráce s University of Oviedo

V rámci dlouholeté zahraniční spolupráce s University of Oviedo (prof. Canteli) byl úspěšně dokončen projekt M10041090, v jehož publikačním výstupem bylo 6 společných prací. Na základě statistické komptability byl odvozen pokročilý pravděpodobnostní model přechodu mezi napěťovými a deformačními křivkami únavové životnosti. Nově se v roce 2012 podařilo získat společný projekt č. M100411204 na využití termografických metod a pokročilých statistických postupů pro efektivní odhad únavových parametrů.

h) Spolupráce s Montanuniversitat Leoben a Polymer Competence Center Leoben GmbH

Pokračovala dlouholetá spolupráce s Montanuniversitat Leoben a Polymer Competence Center Leoben GmbH v oblasti odhadu životnosti polymerních trubek na základě numerického modelování. Na základě CRB testů a numerických simulací šíření creepové trhliny byla získána data o životnosti tlakových trubek bez extrémně časově náročných tlakových testů.

i) Spolupráce s NPL Teddington

Intenzivní spolupráce byla realizována mezi pracovníky skupiny Elektrické a magnetické vlastnosti, kolektivem z Ústavu chemie MU a NPL Teddington, UK (dr. A.T. Dinsdal) a University Leeds, UK (dr. A. Watsonem). Výsledkem této spolupráce je termodynamická databáze pro výpočty fázových diagramů bezolovnatých pájek MP0602 a monografie fázových diagramů (viz nejvýznamnější výsledky za rok 2012). V rámci této spolupráce byla rovněž napsána kapitola do monografie Lead-free Solders: Materials Reliability for Electronics – ed.: Subramanian K. N., Wiley & Sons, 2012, pp 48-72.

## 6. Výběrová řízení na přístroje

V roce 2012 byla úspěšně ukončeno 5 výběrových řízení na přístroje. V jednom případě bylo zařízení v r. 2012 dodáno a uvedeno do provozu, v ostatních případech bylo řízení ukončeno, podepsány smlouvy, přičemž dodání a uvedení do provozu je plánováno na první pololetí 2013.

Název přístroje	Stav VŘ	Cena dle smlouvy (vč. DPH)
Rastrovací elektronový mikroskop	Ukončeno, zařízení dodáno a uvedeno do provozu	7.999.200,- Kč
Axiálně torzní stroj	Ukončeno, podepsaná smlouva	14.660.220,- Kč
Creepové stroje	Ukončeno, podepsaná smlouva	15.996.000,- Kč
Systém pro měření elektrických, magnetických a transportních vlastností v rozsahu teplot 2-300K při vnějším magnetickém poli do 9T.	Ukončeno, podepsaná smlouva	14.373.336,- Kč
Analytický transmisní mikroskop.	Ukončeno, podepsaná smlouva	23.556.000,- Kč

## 7. Významné mezinárodní akce pořádané ÚFM AV ČR

7.1. GlaCERCo workshop. 35 účastníků, z toho 32 ze zahraničí.

7.2. GlaCERCo school. 38 účastníků, z toho 36 ze zahraničí.

7.3. The Working Group 1 Meeting WG1 9COST MP0903. 55 účastníků, z toho 47 ze zahraničí.

7.4. 16<sup>th</sup> International Colloquium on Mechanical Fatigue. 62 účastníků, z toho 30 ze zahraničí.

### D) Hodnocení další a jiné činnosti:

ÚFM AV ČR, v. v. i. nemá žádnou další a jinou činnost.

### E) Informace o opatřeních k odstranění nedostatků v hospodaření a zpráva, jak byla splněna opatření k odstranění nedostatků uložená v předchozím roce:

V roce 2012 nebyly zjištěny žádné nedostatky v hospodaření ústavu. Nebyla uložena žádná opatření k odstranění nedostatků z předchozího roku.

**F) Finanční ukazatele jsou klíčové informace o hospodaření instituce, jež ovlivňují její rozvoj, vypovídají o postavení vůči zřizovateli, poskytovatelům grantových programů a partnerům Ústavu:**

**Hlavní ekonomické ukazatele (v mil. Kč) za rok 2012:**

UKAZATEL		2011	2012
<b>Náklady celkem</b>		<b>119,85</b>	<b>129,64</b>
Rozpis nákladů	Spotřebované nákupy	9,29	9,33
	Služby	12,02	13,21
	Osobní náklady *	72,09	77,19
	Daně a poplatky	0,01	0,01
	Ostatní náklady	7,79	11,43
	Odpisy	18,56	18,33
	Poskytnuté příspěvky	0,09	0,14
<b>Výnosy celkem</b>		<b>120,88</b>	<b>139,52</b>
Rozpis výnosů	Tržby za vlastní výkony	7,61	8,99
	Ostatní výnosy	21,43	27,3
	Provozní dotace	91,84	103,23
	Převod do investic		<b>- 8,0</b>
<b>Výnosy celkem</b>			<b>131,53</b>
	Výsledek hospodaření před zdaněním	1,04	1,88
	<b>Daň z příjmů</b>	<b>0</b>	<b>0,27</b>
	<b>Výsledek hospodaření po zdanění</b>	<b>1,04</b>	<b>1,61</b>

**Pozn. 1:** Výše uvedené ukazatele zahrnují i částku připadající na odpisy, která je rozpočtově neutrální.

**Pozn. 2:** Položka „Převod do investic“ uvádí částku 8 mil. Kč, která byla převedena do investičního fondu. Důvodem byl nákup DHM, mikroskop Lyra.

\* Položka „Osobní náklady“ je včetně 34 % (SP, ZP) + „Zákonné sociální náklady“, tj. 2 % do SF a poskytnuté příspěvky ze sociálního fondu.

**Další ekonomické ukazatele za rok 2012:**

1. Věcná břemena: nejsou
2. Celková hodnota majetku k 31. 12. 2012: 116.653.475,- Kč  
(hodnota majetku je uvedena v zůstatkové ceně)
3. Pohledávky k 31. 12. 2012: 2.311.122,- Kč

- |   |                  |
|---|------------------|
| 4. Závazky k 31. 12. 2012:                        | 36.137.412,- Kč  |
| 5. Podíl státního rozpočtu na financování Ústavu: | 103.568.350,- Kč |

**Pozn.:** pod závazky jsou evidovány i poskytnuté zálohy grantů, které nepracují v režimu fiskálního roku a forma jejich financování je zálohování nákladů; z částky 36,1 mil. Kč tvoří financování těchto grantů 22,9 mil. Kč.

### **Poskytovatelé dotací ÚFM AVČR, v. v. i. v roce 2012:**

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. AV ČR (částka byla poskytnuta na provoz Ústavu, z této položky bylo převedeno do investic 8 mil. Kč):   | 56.299.000,- Kč |
| 2. GAAV a podpora pracovišť AV ČR (3 granty řešitelé; 1 grant spoluřešitel):<br>(včetně převodu z FÚUP)  | 1.123.932,- Kč  |
| 3. GAČR (21 grantů řešitelé; 6 grantů spoluřešitelé)<br>(včetně převodu z FÚUP)  | 23.214.738,- Kč |
| 4. Ostatní poskytovatelé (10 grantů řešitelé; 11 grantů spoluřešitelé):<br>MŠMT (OPVK; COST; CEITEC a další), MPO; ÚFP; TAČR:<br>(včetně převodu z FÚUP) | 18.232.336,- Kč |
| 5. Finanční prostředky vázané na granty EU (3 granty řešitelé):<br>(částka byla poskytnuta zálohově na více období)                                      | 4.698.344,- Kč  |

**Pozn.:** rozdíl mezi součtem položek dotací a uvedenou částkou v tabulce „Hlavní ekonomické ukazatele za rok 2012“ je dán FÚUP z grantových prostředků.

### **Finanční prostředky z neveřejných zdrojů:**

- |   |                |
|---|----------------|
| 1. Finanční prostředky získané z hospodářských smluv a pořádání konferencí: | 8.996.466,- Kč |
| 2. Další prostředky (úroky):  | 236.239,- Kč   |
| 3. Zúčtování FÚUP z roku 2011 z dotace AVČR (prostředky na provoz):         | 1.567.700,- Kč |

### **Celkové údaje o mzdových nákladech za rok 2012:**

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1. Průměrná hrubá mzda                    | 36.130,- Kč     |
| 2. Mzdové náklady v hrubých mzdách celkem | 55.610.436,- Kč |



z toho OON + odměny za funkci v radě VVI	987.431,- Kč
3. Mzdy z institucionálních prostředků	30.919.919,- Kč
4. Mzdy z grantových prostředků	22.485.828,- Kč
5. Mzdy z hospodářských smluv	2.204.689,- Kč

**Přehled počtu zaměstnanců dle kategorie a čerpání mzdových prostředků v tis. Kč:**

Kategorie	Počet zaměstnanců (nepřepočteno)	Mzdové prostředky
Vědecký pracovník	48	31920,37
Odborný prac. -VaV VŠ	26	6475,21
Odborný prac. – VŠ, SŠ	28	6647,46
THP, dělnická profese a provozní pracovník	44	10567,4
<b>CELKEM</b>	<b>146</b>	<b>55610,44</b>

**Základní personální údaje za rok 2012:**

Členění zaměstnanců dle věku a pohlaví k 31. 12. 2012:

VĚK	ŽENY	MUŽI	CELKEM
Do 20 let	0	0	0
21 - 30 let	13	18	31
31 - 40 let	12	22	34
41 - 50 let	6	9	15
51 - 60 let	17	19	36
61 let a více	10	26	36
<b>CELKEM</b>	<b>58</b>	<b>94</b>	<b>152</b>

Členění zaměstnanců dle vzdělání a pohlaví k 31. 12. 2012:

VZDĚLÁNÍ	ŽENY	MUŽI	CELKEM
Základní	3	0	3
Vyučen	7	9	16
Střední odborné	2	1	3
Úplné střední odborné	18	12	30
Vyšší odborné	1	0	1
Vysokoškolské	28	71	99
<b>CELKEM</b>	<b>59</b>	<b>93</b>	<b>152</b>

ÚSTAV FYZIKY MATERIÁLŮ  
AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY  
veřejná výzkumná instituce  
Žitkova 22, 616 62 Brno  
1



razítko

podpis ředitele pracoviště

**Přílohou výroční zprávy je účetní uzávěrka a zpráva o jejím auditu**