



Ústav fyziky materiálů

Akademie věd České republiky, v.v.i

Věda a výzkum na Ústavu fyziky materiálů

Fyzika ve firmě, 23. května 2012

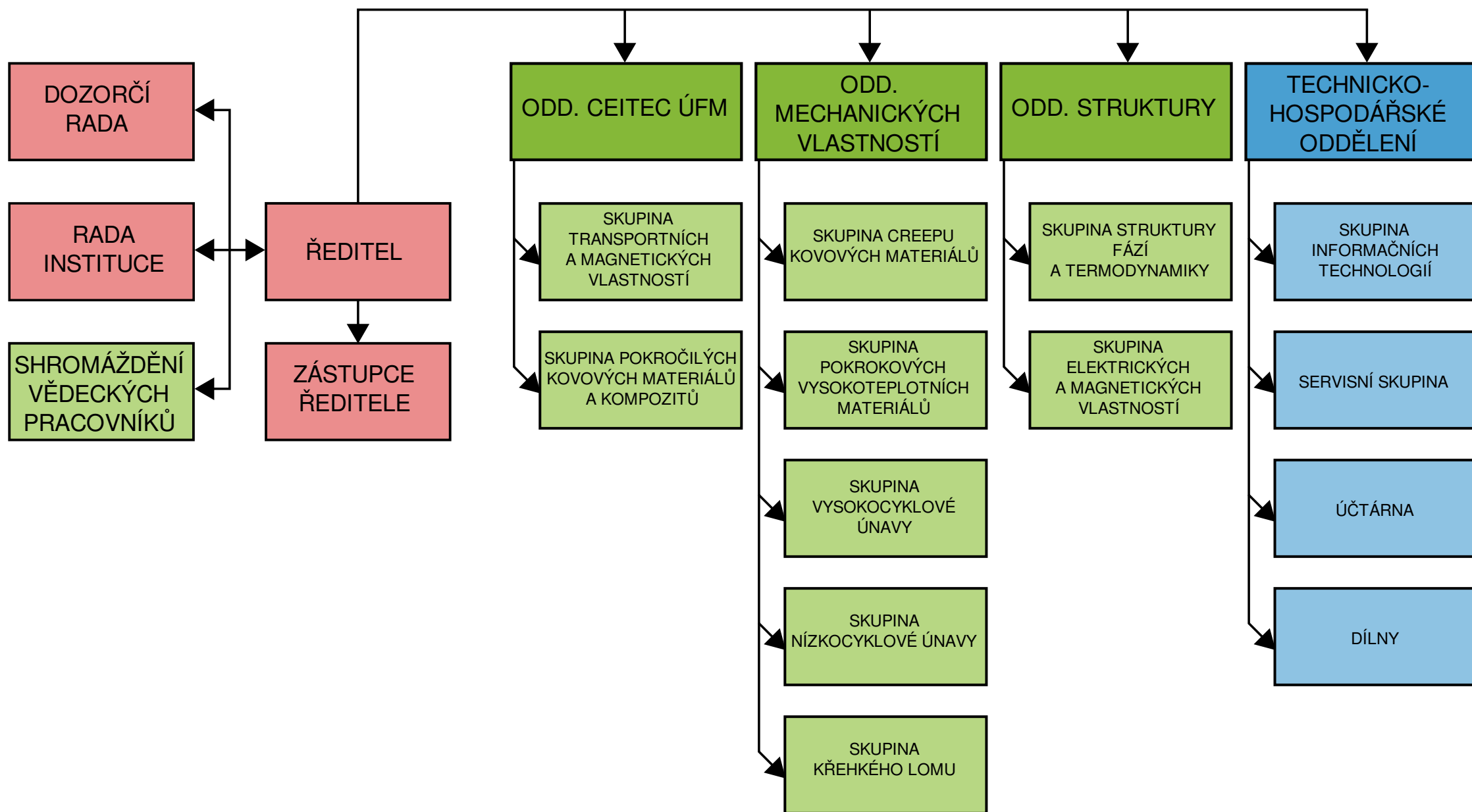
Jiří Svoboda
Tomáš Záležák

Co je v.v.i.?

Veřejná výzkumná instituce dle zákona č. 341/2005 sb.:

- provádí výzkum, zajišťuje infrastrukturu výzkumu,
- je zřizována státem (vláda, kraj, **AV ČR**),
- je placena z veřejných prostředků,
- výsledky výzkumné činnosti jsou veřejně dostupné,
- má předepsanou organizační strukturu (viz dále).

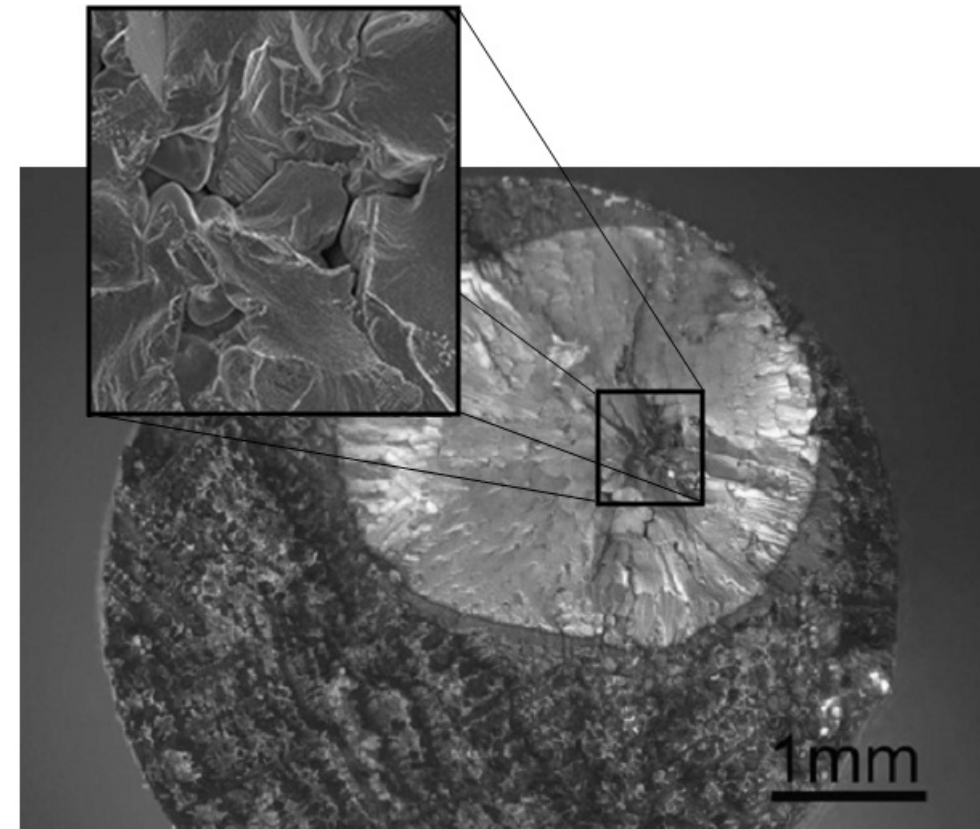
Struktura ÚFM



Skupina vysokocyklové únavy

Skupina je zaměřena zejména na

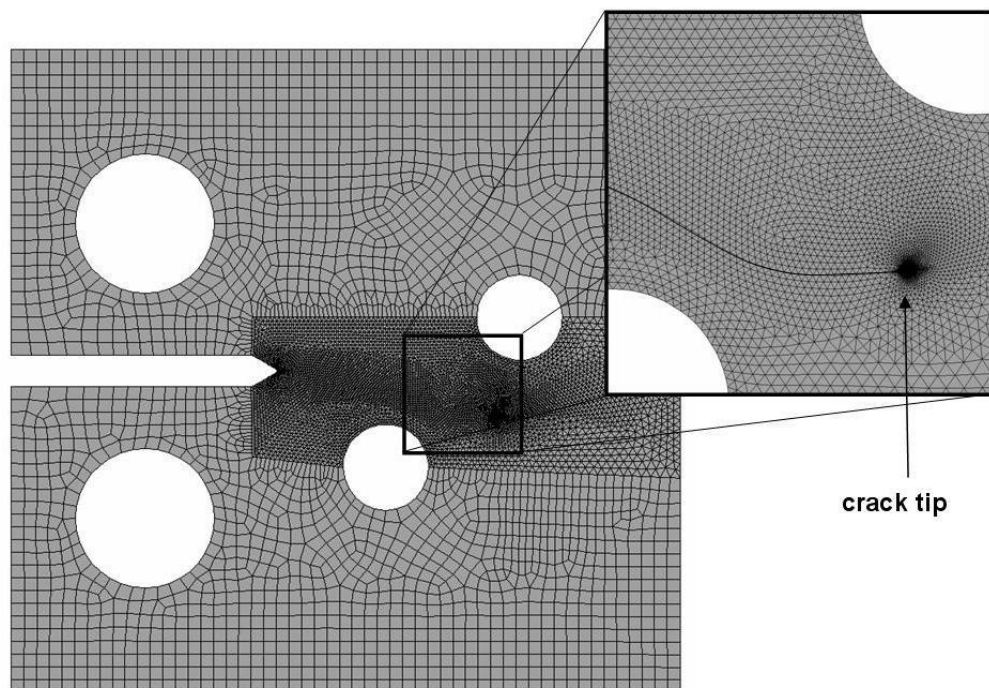
- únavové a únavově-creepové chování krystalických a polykrystalických superlitin,
- únavové vlastnosti ultra-jemnozrnných materiálů,
- vliv středního napětí na cyklickou napěťově-deformační odezvu a únavovou životnost součástí,
- vliv vrubů a trhlin na únavovou a únavově-creepovou životnost součástí.



Skupina vysokocyklové únavy

Skupina je zaměřena zejména na

- určování parametrů biaxiality ve vrcholu trhliny za pomoci metody konečných prvků,
- aplikace dvouparametrové lomové mechaniky při analýze chování trhlin a vrubů,
- lomovou mechaniku kompozitních materiálů.



Skupina vysokocyklové únavy

Technika a vybavení laboratoří:

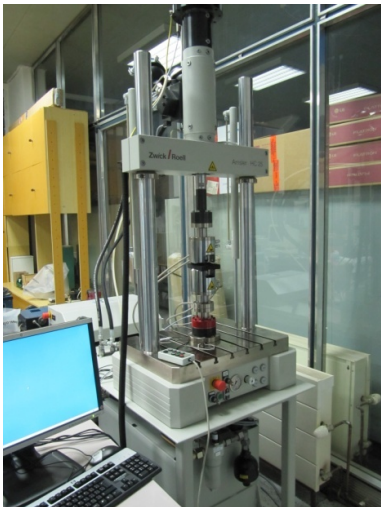
- servohydraulické systémy Zwick/Roell Amsler MC25, tlak-tah,
- rezonanční systém Amsler 10 HFP 1478, 100 kN, tlak-tah,
- rezonanční systém Amsler 2 HFP, 20 kN, tlak-tah, pro teploty do 600°C,
- rezonanční systém Fractronic 7801, 100 kN, tlak-tah pro teploty do 800°C,
- rezonanční systém Cracktronic 8024, 70N/m, ohyb,
- rezonanční systém Schenck PVQ, 60 kN, tlak-tah,
- servohydraulický systém Shimadzu 10 kN,
- pracovní stanice pro výpočty metodou konečných prvků.



Skupina vysokocyklové únavy

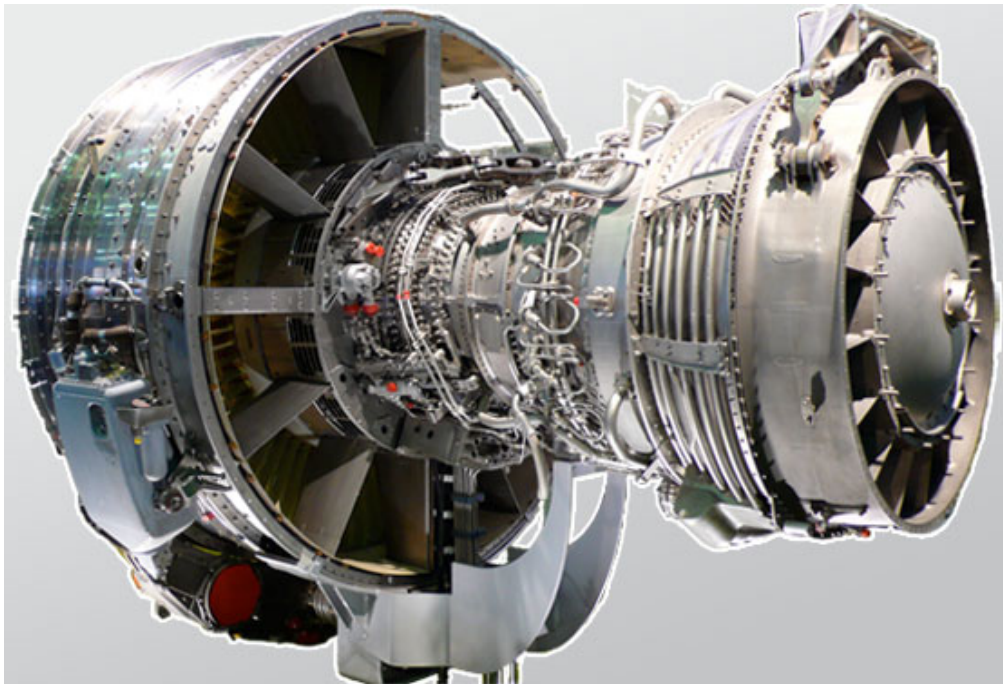
Prováděné zkoušky:

- vysokocyklová únava (10^4 - 10^7 cyklů) - experimentální odhad závislosti počtu cyklů do lomu na amplitudě napětí, odhad rychlosti šíření únavové trhliny,
- pozorování lomových povrchů, kvantitativní vyhodnocení defektů, efekt koncentrace napětí na únavovou dobu života,
- numerické simulace šíření trhlin v konstrukčních materiálech,
- popis lomového chování vrstevnatých a kompozitních materiálů.



Skupina vysokocyklové únavy – spolupráce s průmyslem

Predictive Methods for Combined Cycle Fatigue in Gas Turbine Blades



Projekt PREMECCY je součástí 6. rámcového programu EU. Konsorcium projektu sestává z 15 partnerů ze 7 zemí EU. Koordinátorem projektu je Rolls-Royce UK.

Skupina vysokocyklové únavy – spolupráce s průmyslem

A Novel Concept for Lifetime and Safety Assessment of PE Pressure Pipes for Arbitrary Installation Conditions

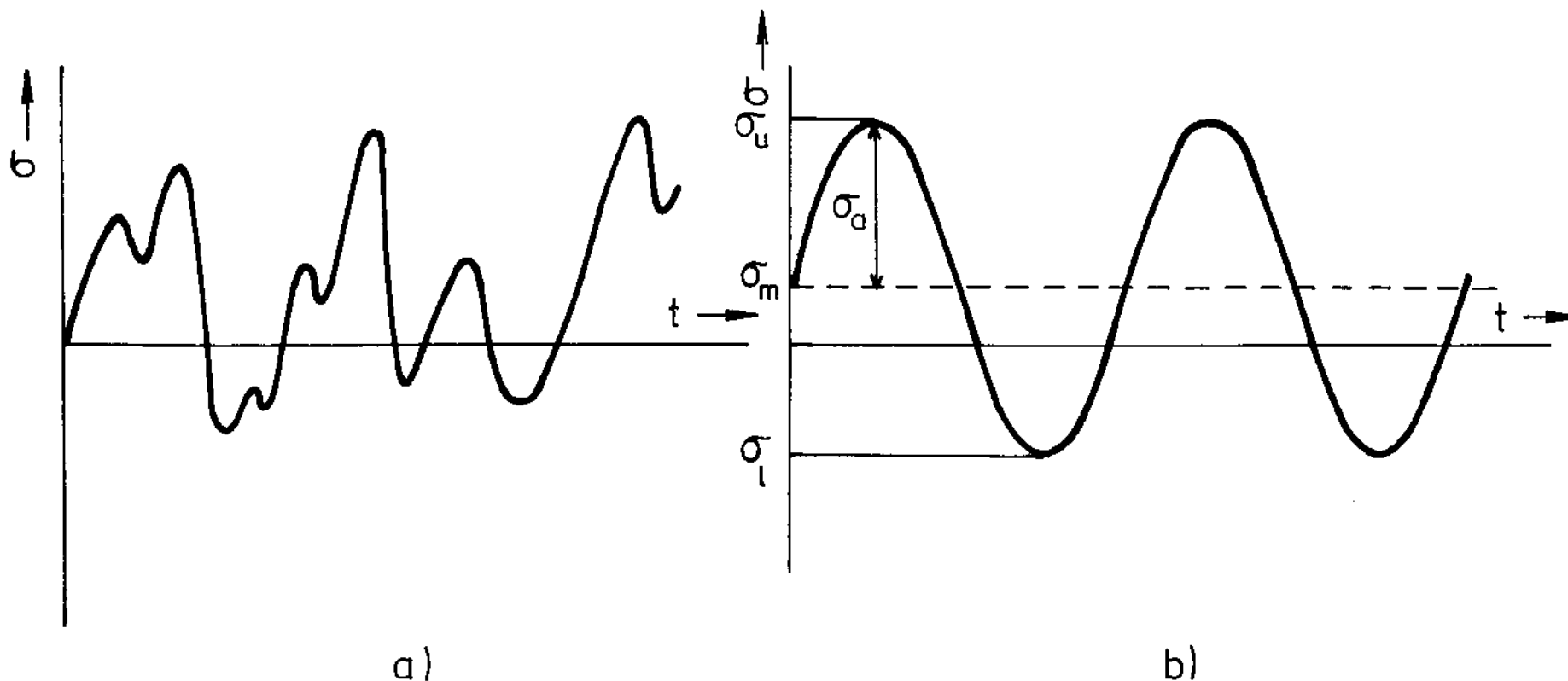


Projekt zastřešuje Odborné středisko pro polymery v Leobenu (Rakousko) v rámci projektu K_{plus} programu rakouského Ministerstva dopravy, inovací a technologie s účastí univerzity v Leobenu, AGRU Kunststofftechnik, Borealis Polyolefine, ÖMV Exploration & Production, Österreichische Vereinigung für das Gas und Wasserfach a SABIC Europe (Holandsko).

Skupina nízkocyklové únavy

Pozorování: vzorek (součástka, konstrukce) může být poškozen nebo i zlomen, pokud na něj působí opakované zatížení. Toto zatížení může být překvapivě malé, např. 50 % meze kluzu u tahové zkoušky.

Únava materiálů: postupné hromadění „poškození“ materiálu pod účinkem časově proměnných sil, které vede ke vzniku trhliny, jejímu šíření a event. finálnímu lomu. Podílí se na až 80 % provozních havárií.

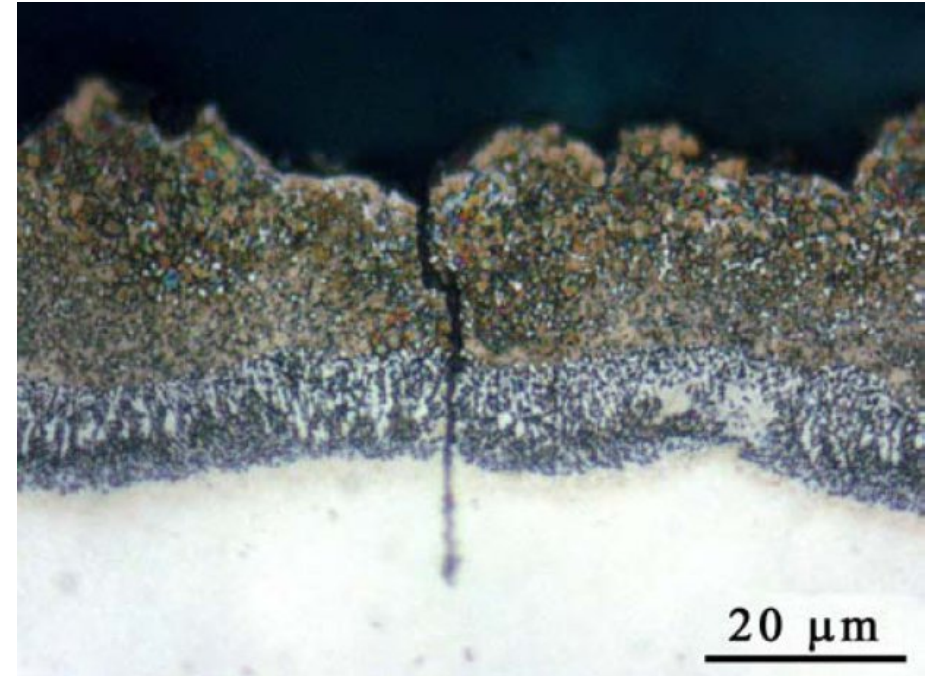


Skupina nízkocyklové únavy

Studium fyzikálních mechanismů při působení opakovaných sil způsobujících:

- plastickou deformaci vzorku,
- vznik povrchového reliéfu,
- iniciaci povrchových trhlin,
- růst trhlin a finální lom.

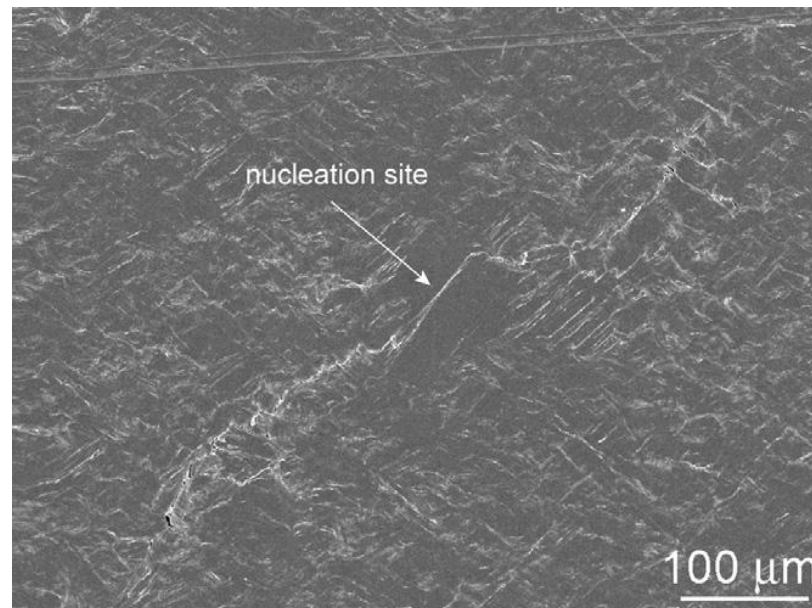
Tyto mechanismy se odehrávají na atomární úrovni a jsou úzce spjaté s mikrostrukturou materiálu.



Skupina nízkocyklové únavy

Některé oblasti výzkumu:

- výzkum mechanismů poškození u materiálů určených pro vysokoteplotní aplikace (superslitiny, TiAl, ODS oceli),
- vývoj speciálních ocelí pro jadernou fúzi,



- detailní výzkum vývoje povrchového reliéfu vedoucího ke vzniku trhlin u nerezavějící oceli 316L (AFM mikroskopie),
- deformačně indukovaná martenzitická přeměna u austenitických ocelí cyklicky deformovaných za nízkých teplot (TEM, SEM),
- kinetika růstu trhlin u laminátních Al kompozitů určených pro letecký průmysl, spolupráce s GE Aviation na vývoji leteckého motoru.

Skupina nízkocyklové únavy

Experimentální vybavení:

- servohydraulické zatěžovací stroje od firmy MTS, umožňující provádění únavových zkoušek:
 - při řízení síly, přemístění pístu nebo deformace měřené přímo na vzorku.
 - Libovolný průběh zatěžování včetně simulování reálného průběhu působících sil (např. průběh sil působících na podvozek při přistání letadla).
 - Teploty zkoušek od -196°C do 1200°C .
 - Max. frekvence 50-100 Hz, reálně lze tedy dosáhnout cca 10^7 cyklů.
 - Max. síla 100 kN (makroskopické vzorky).
 - Možnost sledovat růst trhlin na vzorku upnutém do stroje (světelný mikroskop s velkou ohniskovou vzdáleností).



Skupina nízkocyklové únavy

Experimentální vybavení:

- Testovací stroj MTS Tytron pro miniaturizované zkoušky:
 - Max. síla 250N.
 - Kmitočet 50 Hz.



Intenzivní využívání metod pro charakterizaci mikrostruktury, zejména elektronové mikroskopie.

Skupina křehkého lomu

1. Mechanika a mikromechanismy lomu v moderních kovových materiálech.

- křehký lom ocelí – nízkoteplotní křehkost, degradační procesy, mechanismy zkřehnutí,
- vliv rychlosti zatěžování, constraintu na čele trhliny na mikromechanismy lomu,
- štěpný lom a jeho fyzikální podstata,
- intermetalika (TiAl) – lomové chování a podstata křehkosti při pokojových a mírně zvýšených teplotách,
- výpočty metodou konečných prvků (kohesní modely, víceúrovňový přístup).

Skupina křehkého lomu – ocelové materiály

ODS oceli

Oxide dispersion strengthened, (14-18% Cr ferritické oceli),

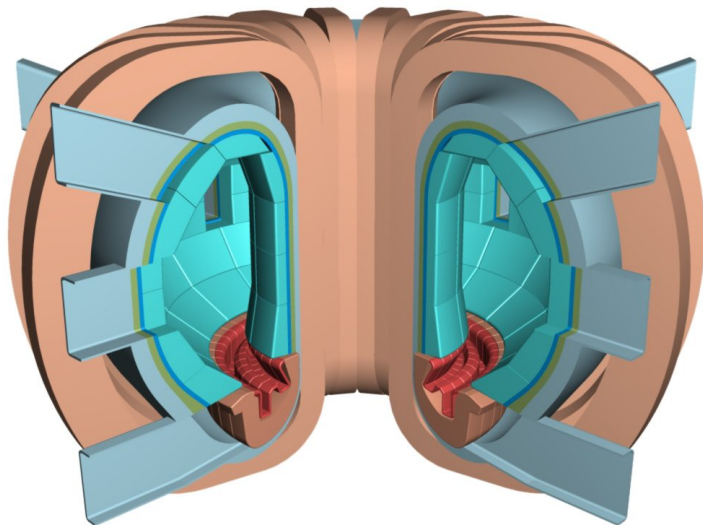
- žárupevné,
- radiačně stabilní,
- částice Y_2O_3 .

RAFM oceli

Reduced Activation Ferritic Martensitic 9-12% Cr oceli

- nízká úroveň ind. radioaktivity,
- nízká koncentrace nečistot.

Materiály pro fúzní reaktory



Vliv mikrostruktury
na lomové chování.

Fyzikální základy
mikromechanismů
kontrolujících křehkost.

Transferabilita lomově
mechanických dat.

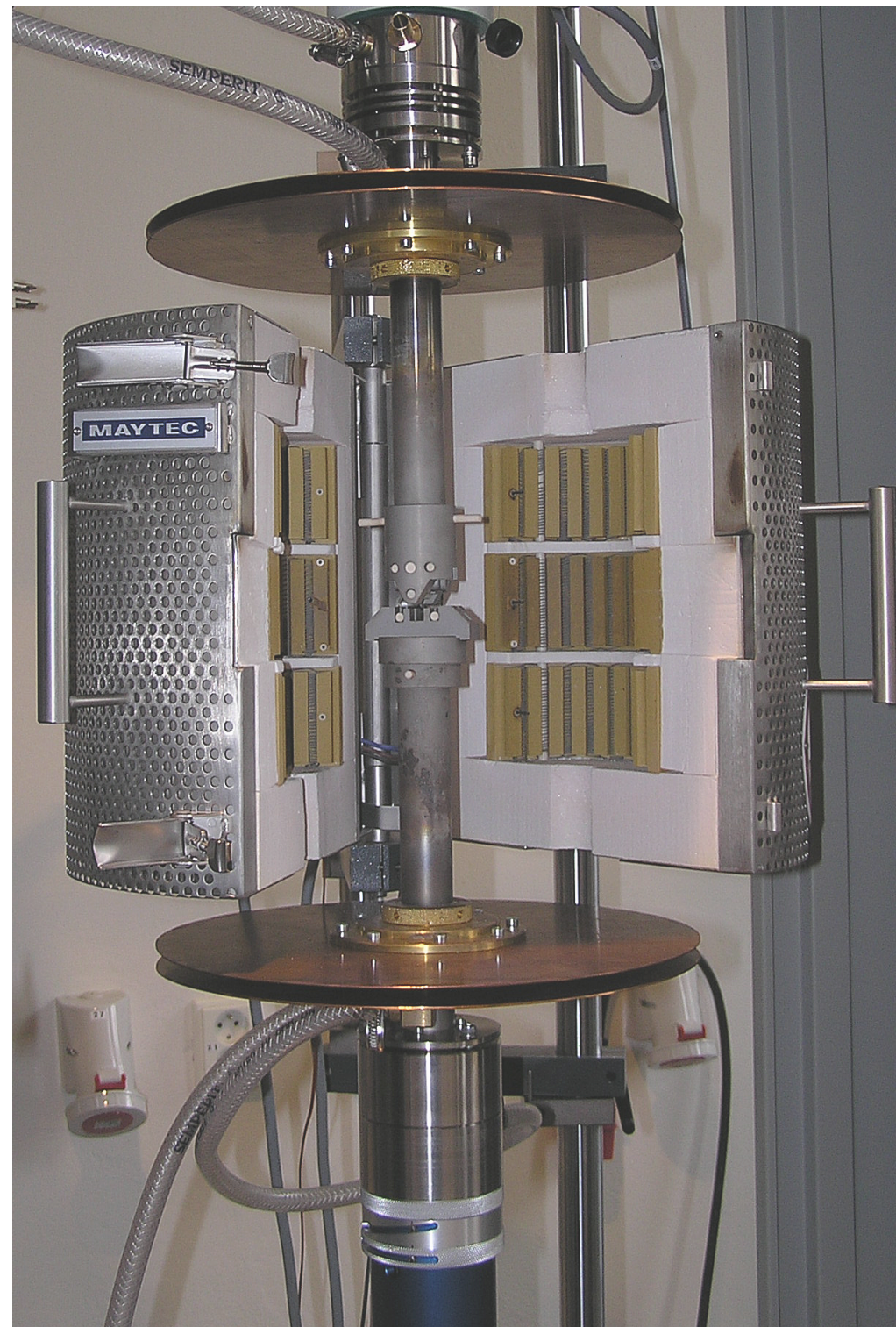
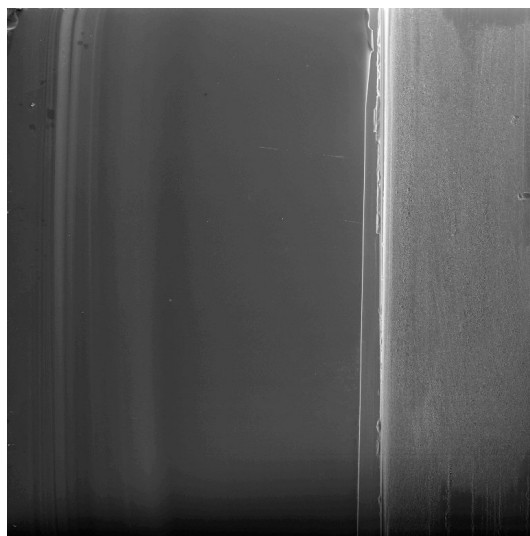
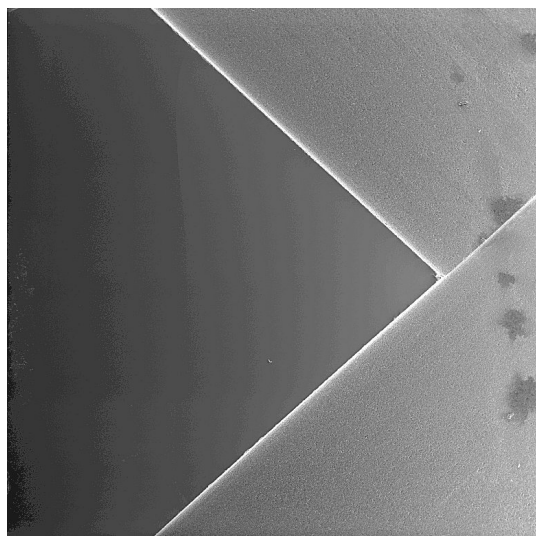
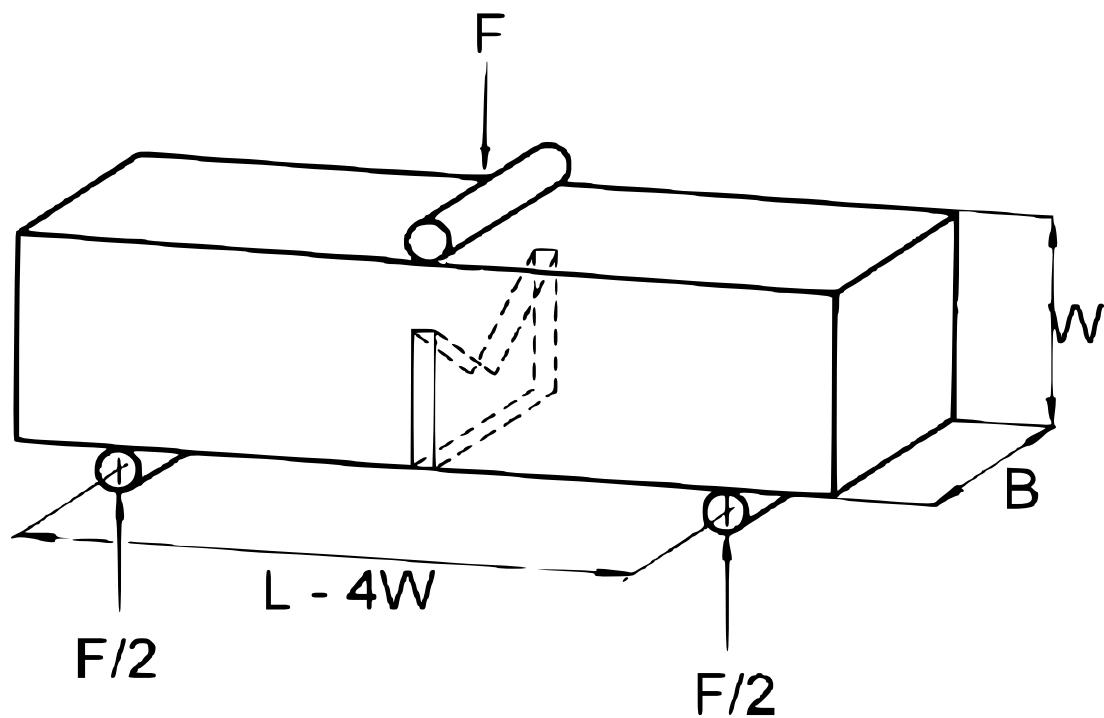
Skupina křehkého lomu

2. Porušování pokrokových materiálů (převážně křehkých).

- vztahy mezi lomovými mikromechanismy a makroskopickými lomovými charakteristikami,
- charakterizace dějů na čele trhliny ve vztahu k lokálním lomovým parametřům,
- odolnost vůči lomu keramik, intermetalik a kompozitů s křehkou maticí za různých podmínek tepelné expozice, zvýšených teplot apod.

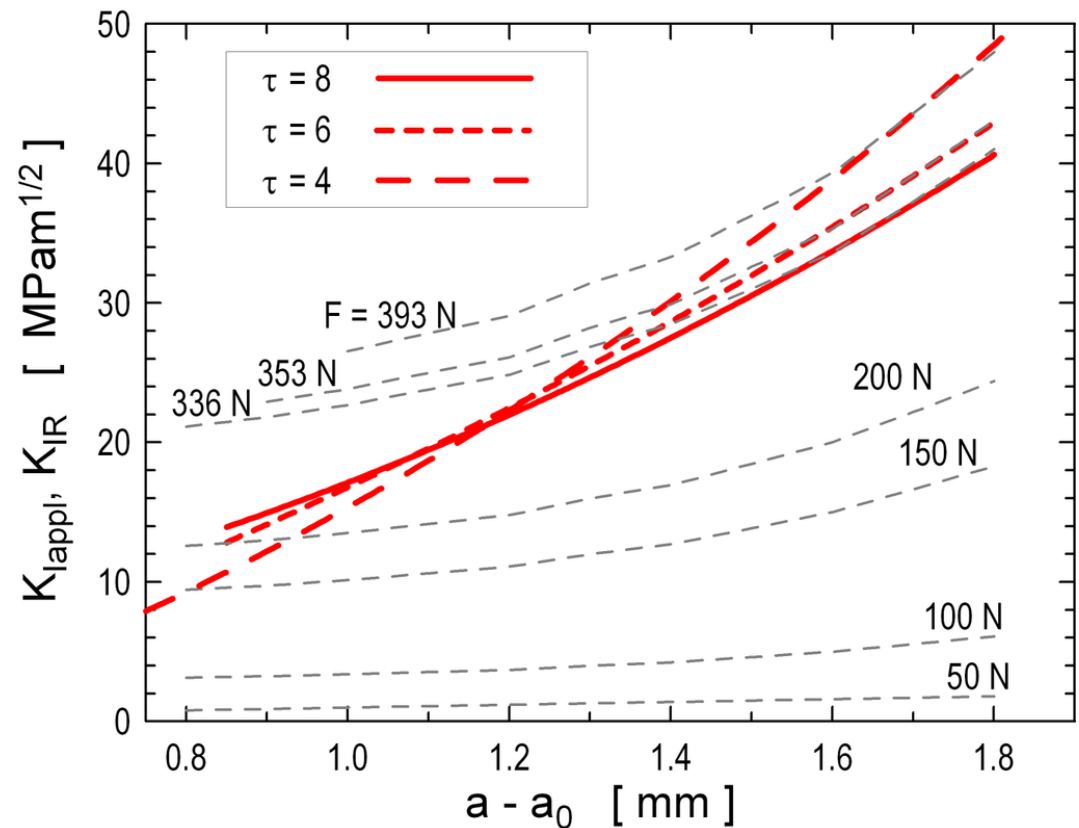
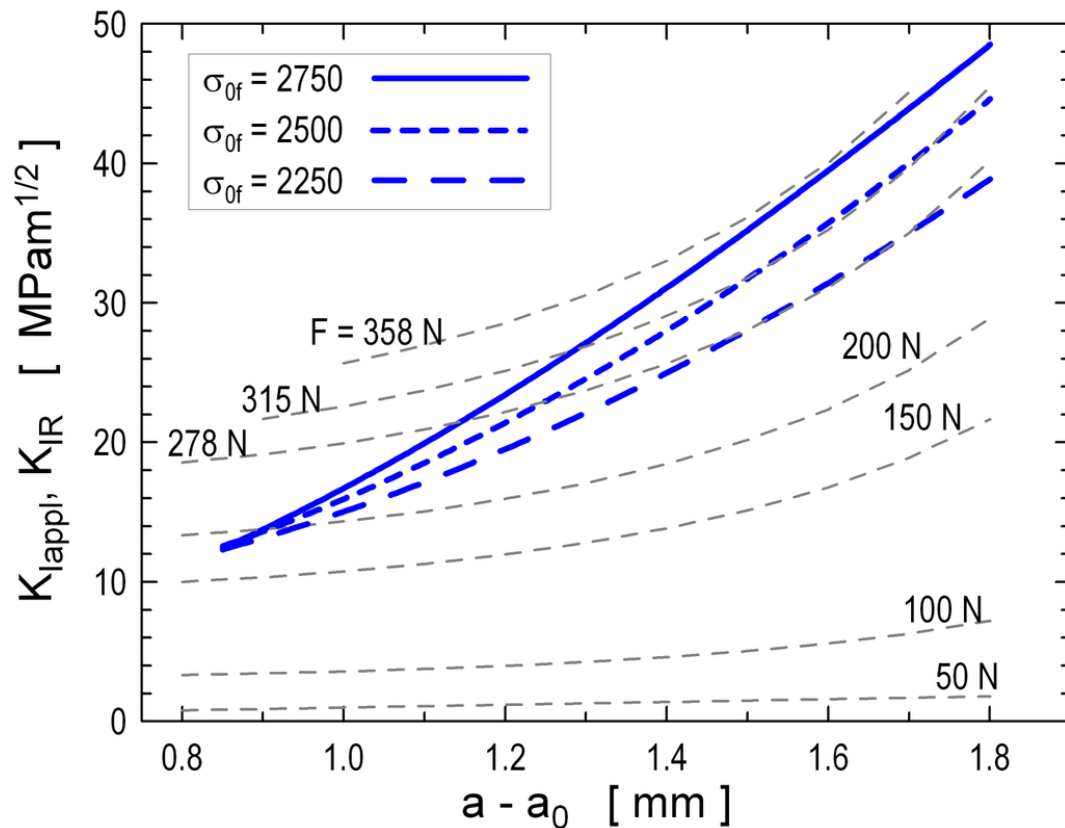
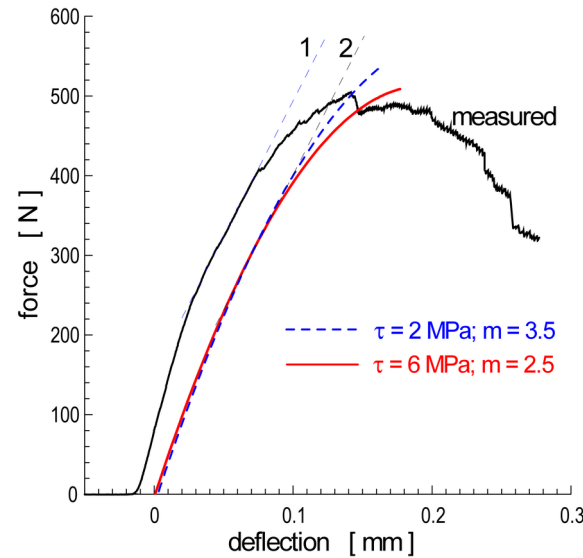
Skupina křehkého lomu – keramické materiály

Zkoušky lomové houževnatosti



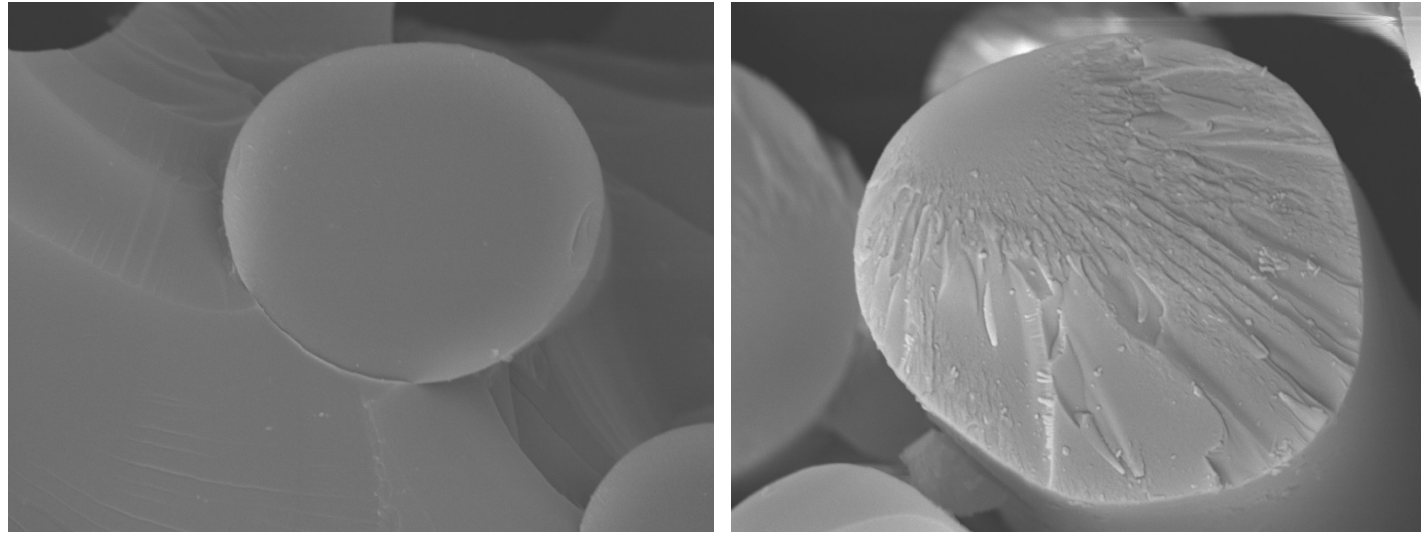
Skupina křehkého lomu – kompozitní materiály

Analýza lomového chování vláknových kompozitů s keramickou maticí

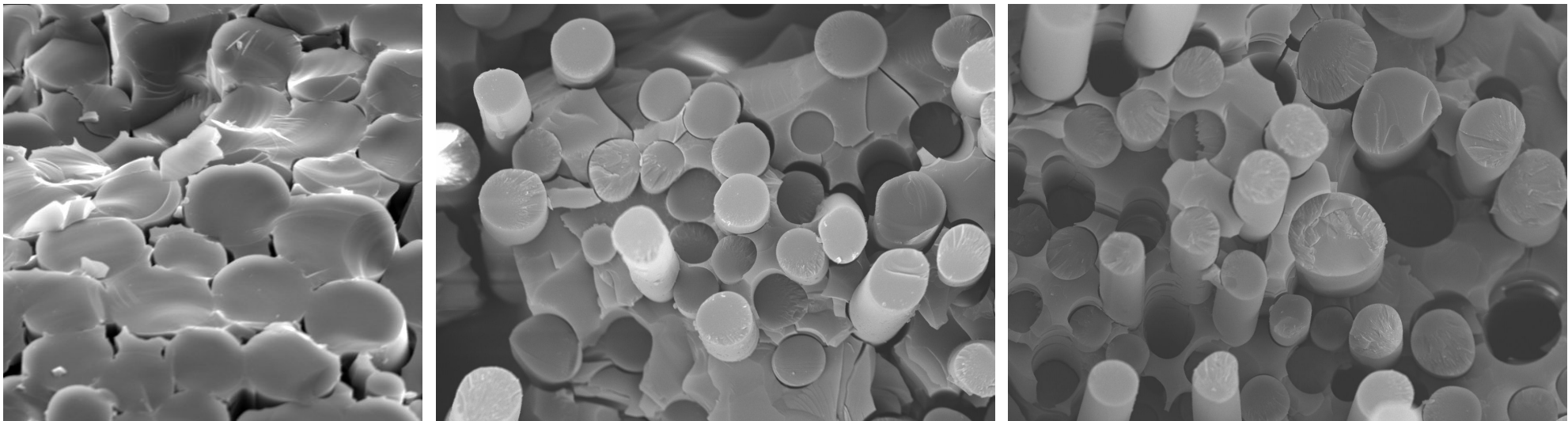


Skupina křehkého lomu – kompozitní materiály

Uhlíková matrice s čedičovými vlákny



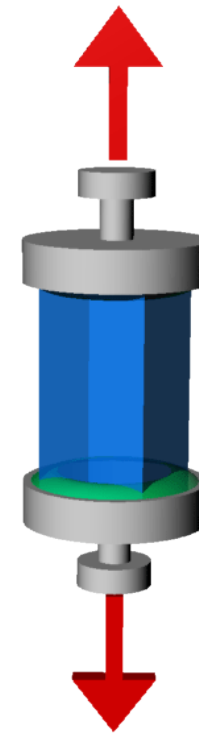
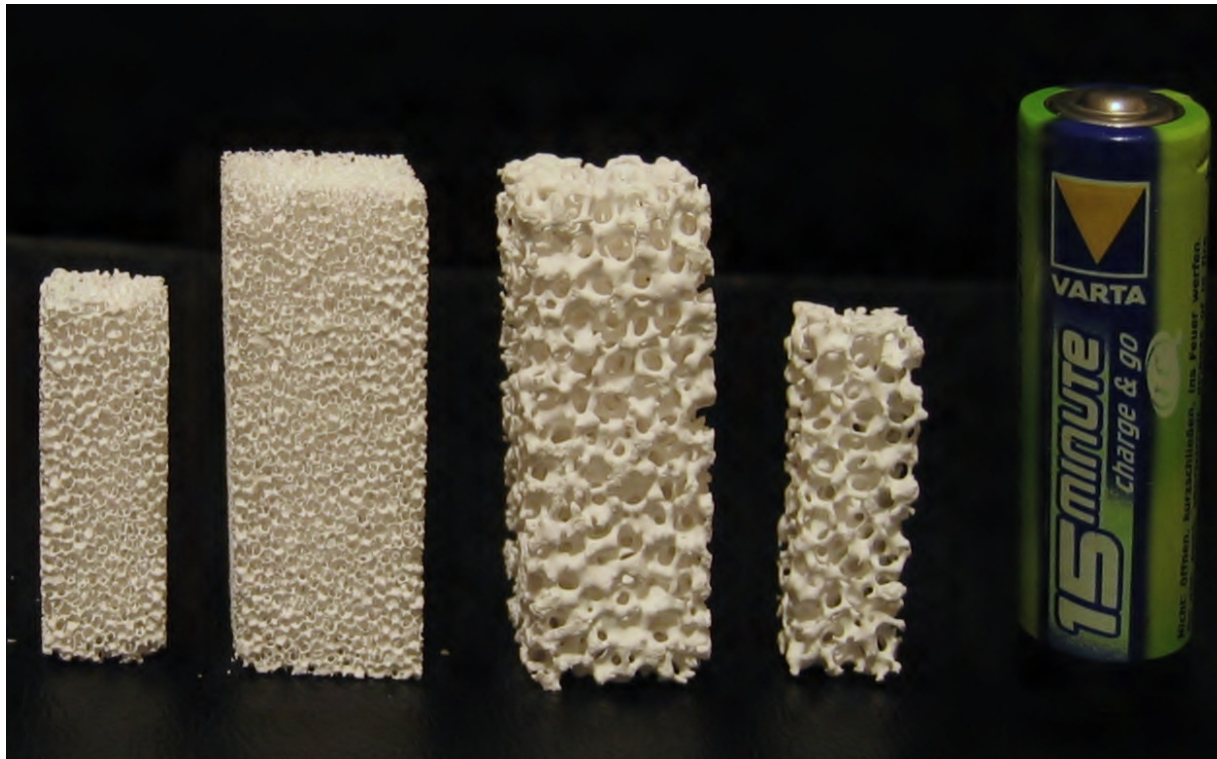
3 MPa · m^{1/2} Vytahování a přemostění trhliny 15 MPa · m^{1/2}



Skupina křehkého lomu – kompozitní materiály

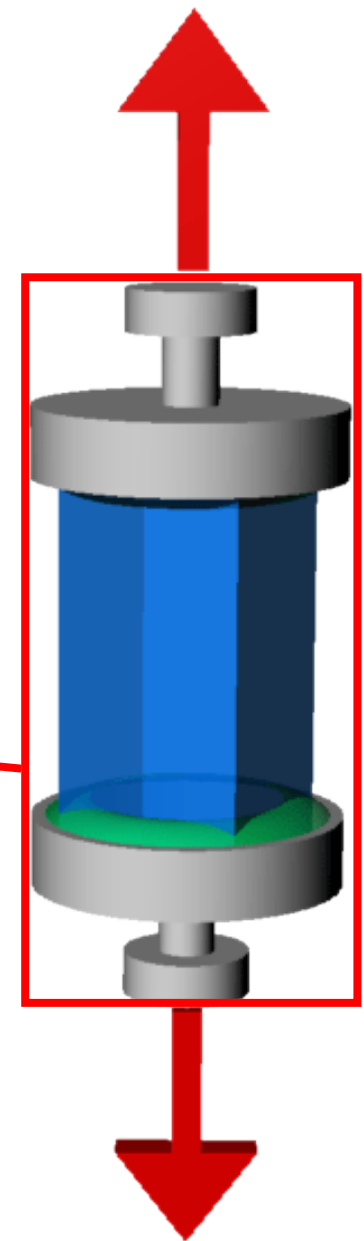
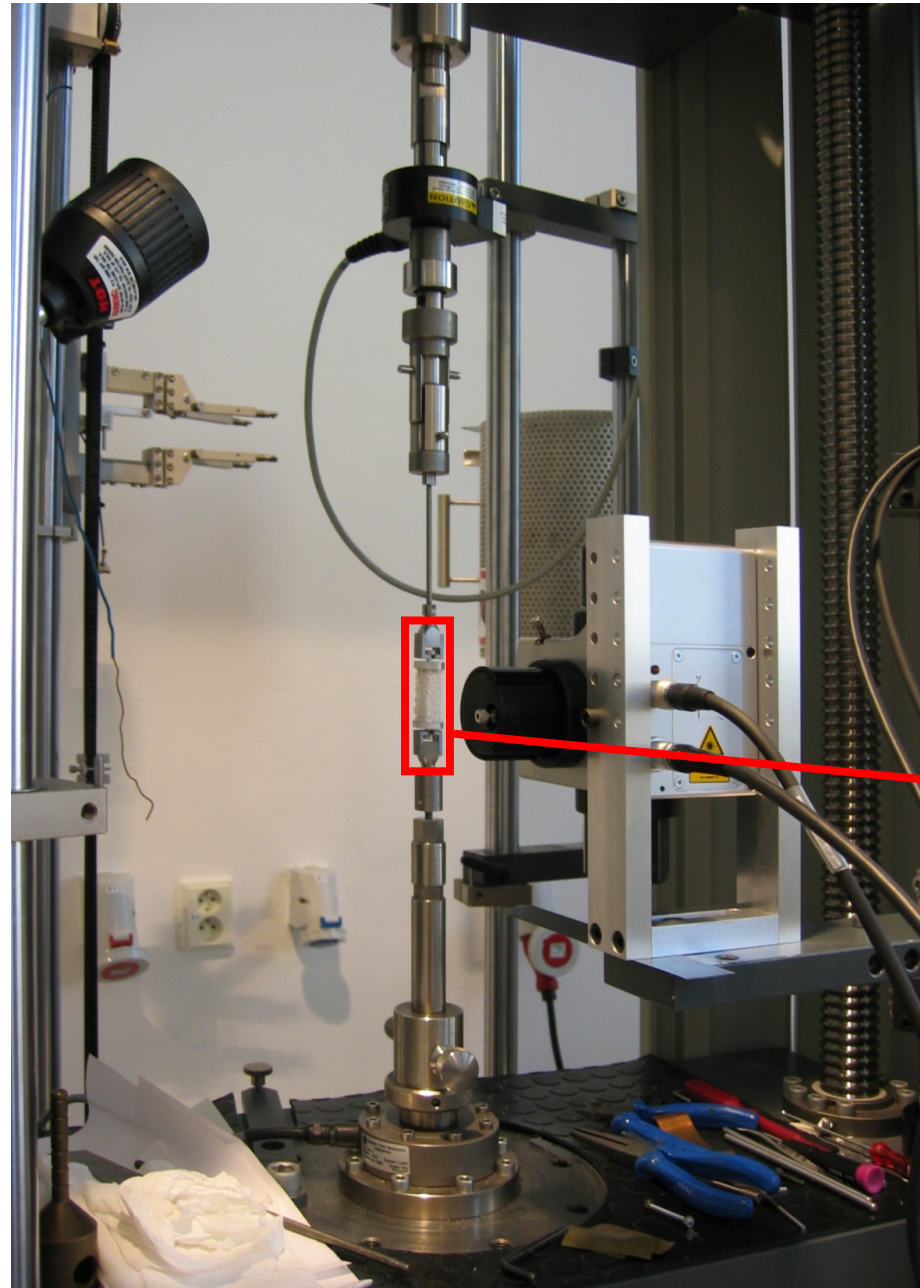
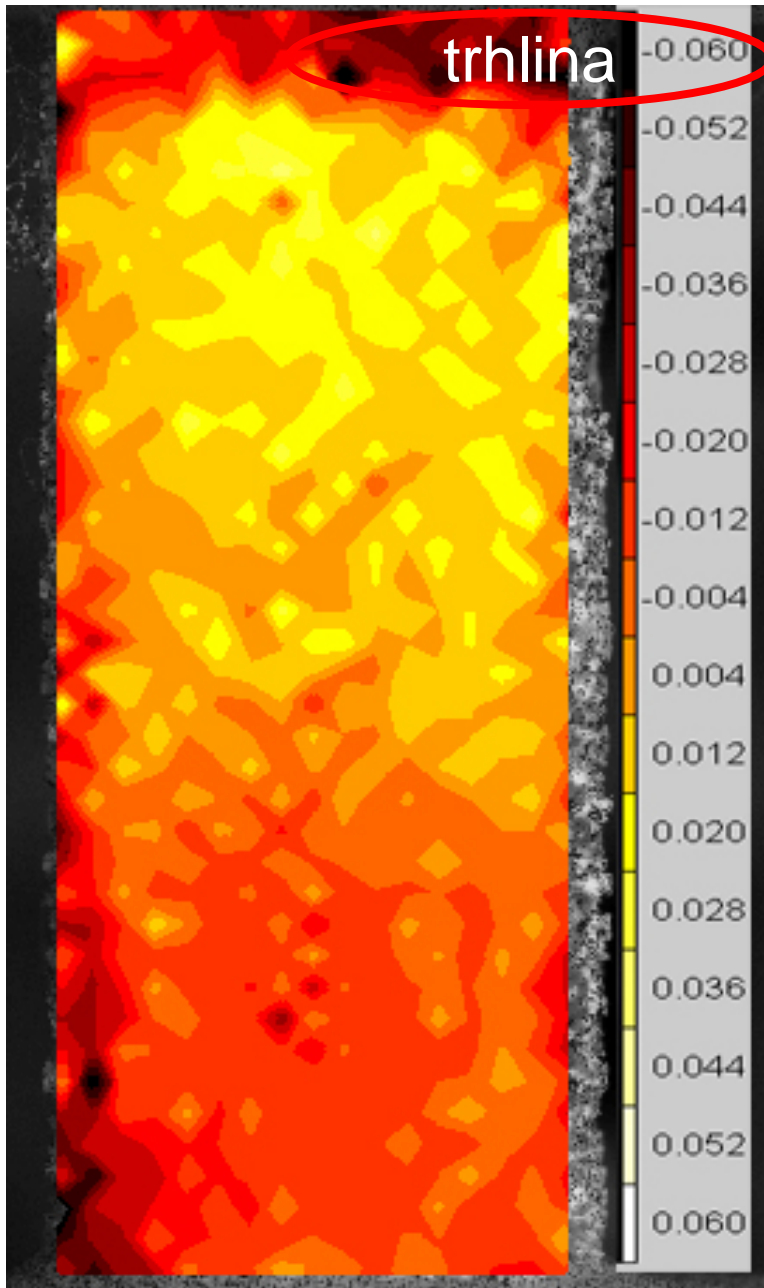
Tahové zkoušky a modelování keramických pěn

Biokompatibilní aplikace, filtry na roztavené kovy apod.



Skupina křehkého lomu – kompozitní materiály

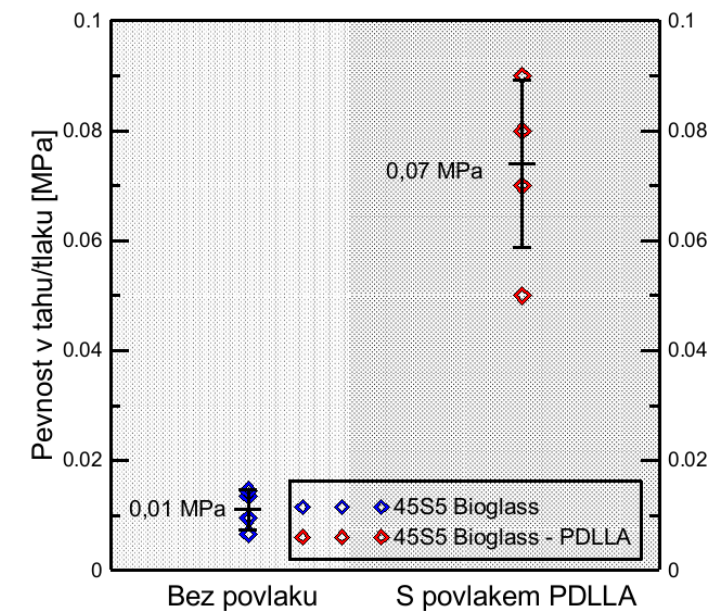
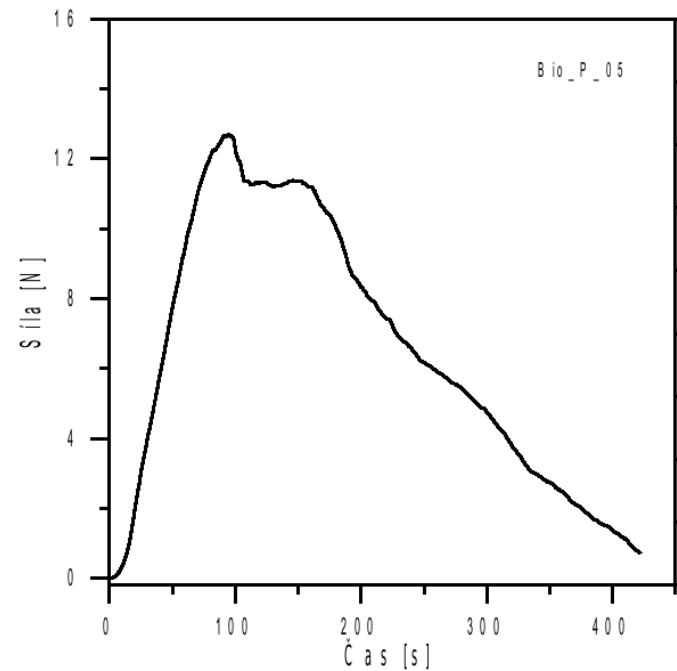
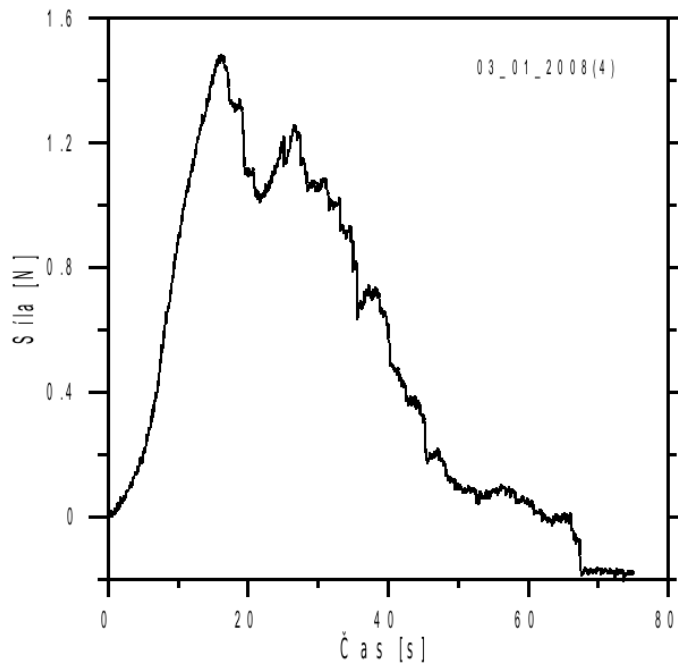
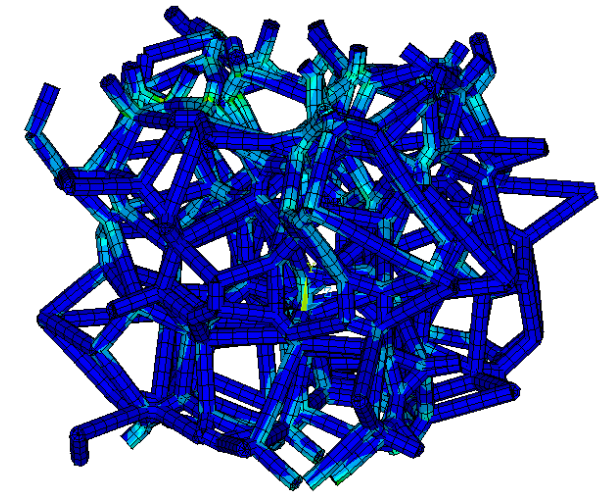
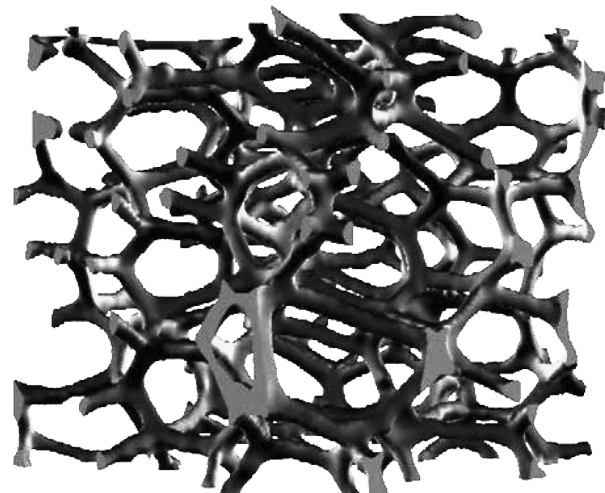
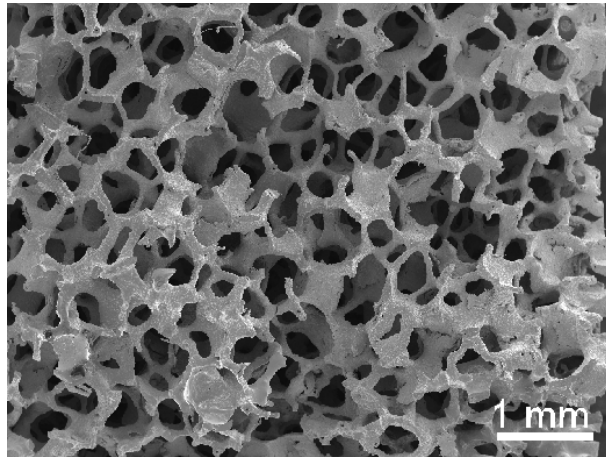
Tahové zkoušky a modelování keramických pěn
Biokompatibilní aplikace, filtry na roztavené kovy apod.



Skupina křehkého lomu – kompozitní materiály

Tahové zkoušky a modelování keramických pěn

Biokompatibilní aplikace, filtry na roztavené kovy apod.



Skupina křehkého lomu – kompozitní materiály

skleněná matrice + V-částice

částicemi zpev. kompozit

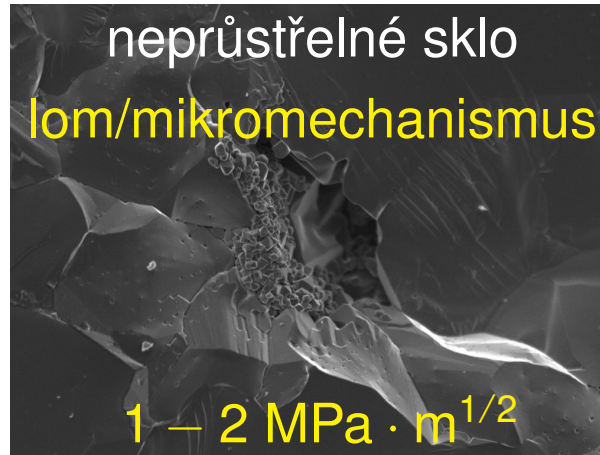
mechanismy zpevnění



spinel

neprůstřelné sklo

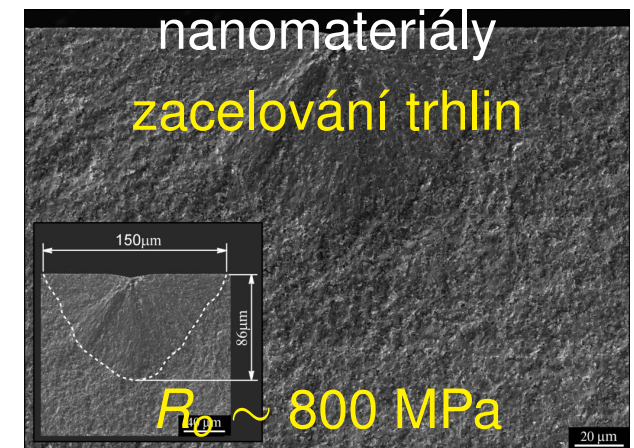
lom/mikromechanismus



$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ nanočástice

nanomateriály

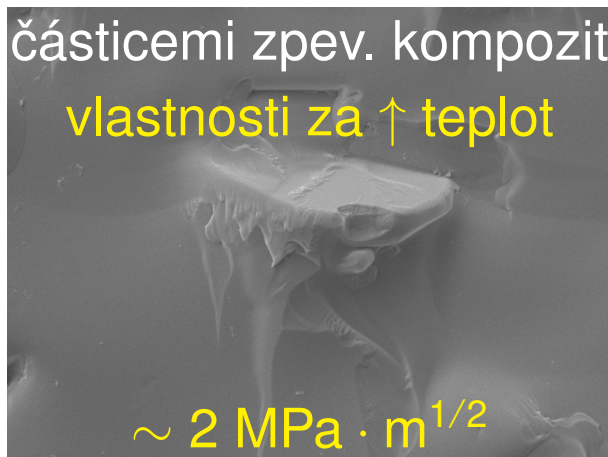
zacelování trhlin



skleněná matrice + Al_2O_3

částicemi zpev. kompozit

vlastnosti za \uparrow teplot



mechanismy zpevnění

lomové chování komp. systémů

odezva na dynamické zatížení

vlastnosti za vysokých teplot

odolnost proti teplotním šokům

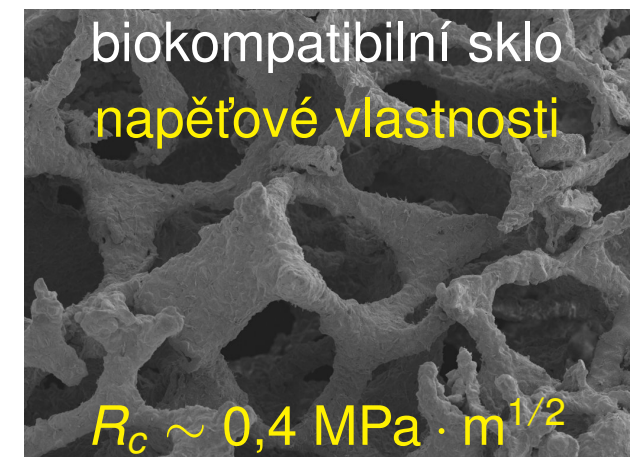
odolnost proti cyklickým t. šokům

zacelování trhlin

pěna z bioskla

biokompatibilní sklo

napěťové vlastnosti



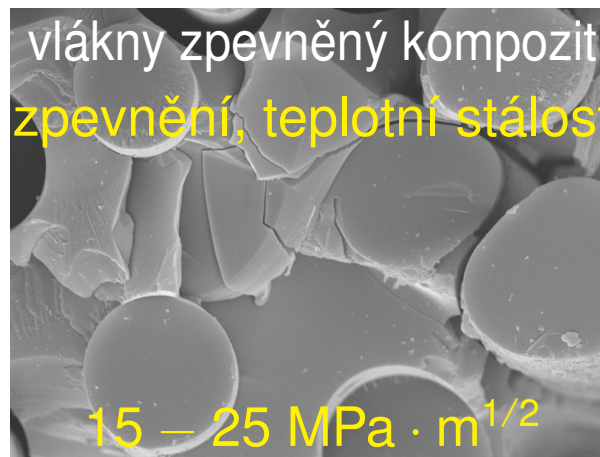
dvousložkový kompozit

odolává teplotním cyklům



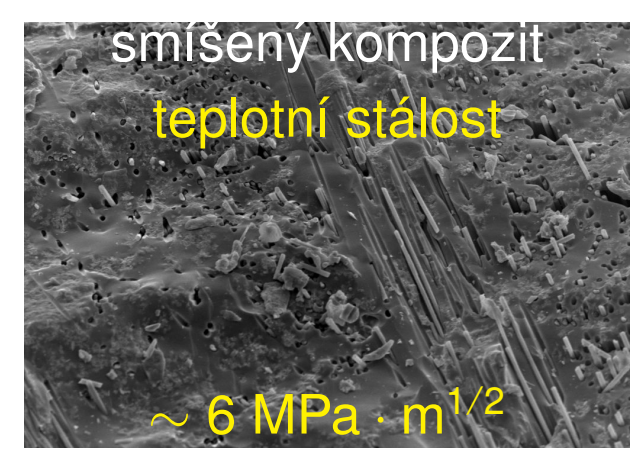
vlákny zpevněný kompozit

zpevnění, teplotní stálost



smíšený kompozit

teplotní stálost



cordierit + mulit

uhlíková matrice + čedičová vlákna

vlákna ze skla/ ZrO_2/C

Skupina pokrokových vysokoteplotních materiálů

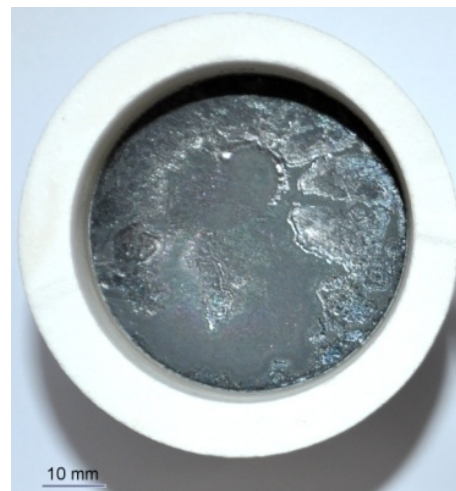
Skupina je zaměřena na:

- creepová pevnost pokročilých 9-12%Cr ocelí,
- mikrostruktura, vlastnosti a aplikace γ -TiAl intermetalik,
- odhad creepového poškození a metody předpovědi doby života,
- návrh a creepové vlastnosti kompozitů s kovovou maticí,
- creepové chování ultrajemnozrnných kovů a slitin připravených metodou protlačování v pravoúhlém kanálu (ECAP),
- vlastnosti niklových superslitin za vysokých teplot,
- modelování mikrostrukturních dějů a vysokoteplotních vlastností pokrokových materiálů.

Skupina pokrokových vysokoteplotních materiálů

Tvarově paměťové NiTi slitiny

Indukční tavení tvarově paměťových NiTi slitin v Y_2O_3 , které se zabývá posouzením vhodnosti daného kelímku pro přípravu těchto funkčních slitin.

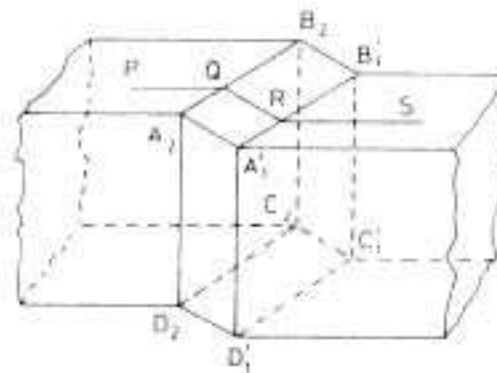
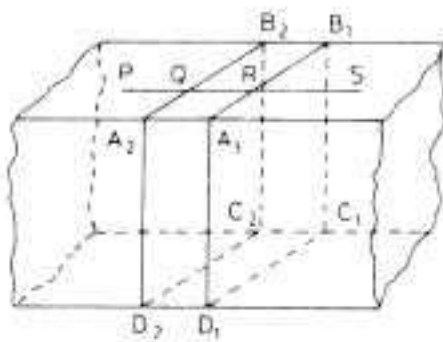
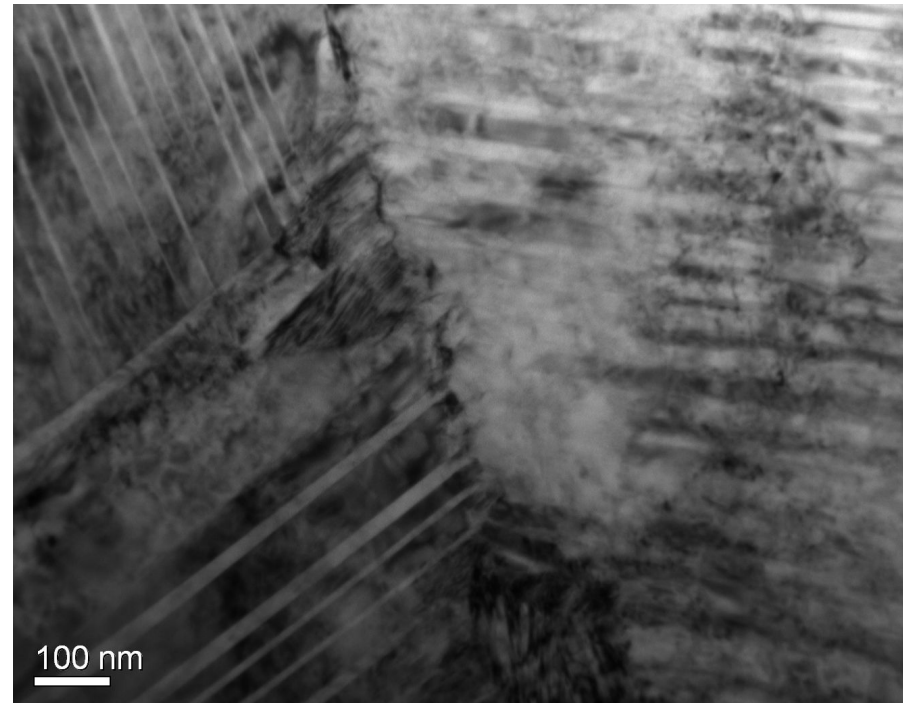
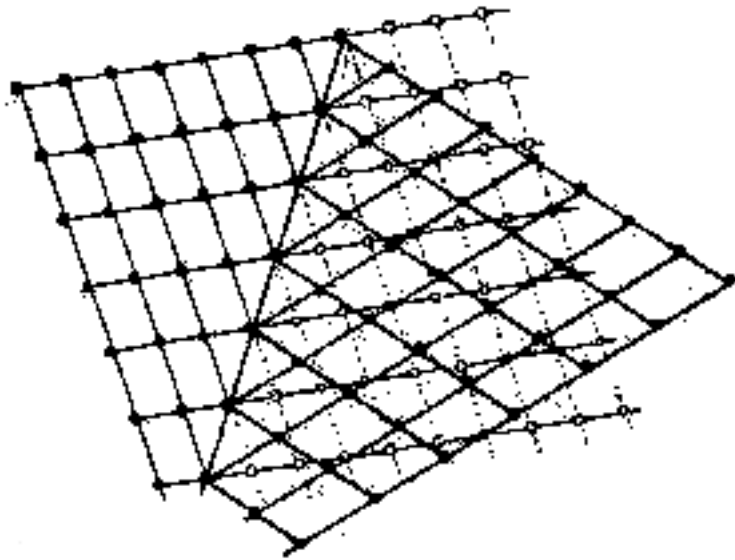


Výzkum termoelastické martenzitické transformace v NiTi slitinách.

Vliv velikosti zrna, vliv atmosféry během tepelného zpracování (rozpuštěcí žíhání, stárnutí).

Skupina pokrokových vysokoteplotních materiálů

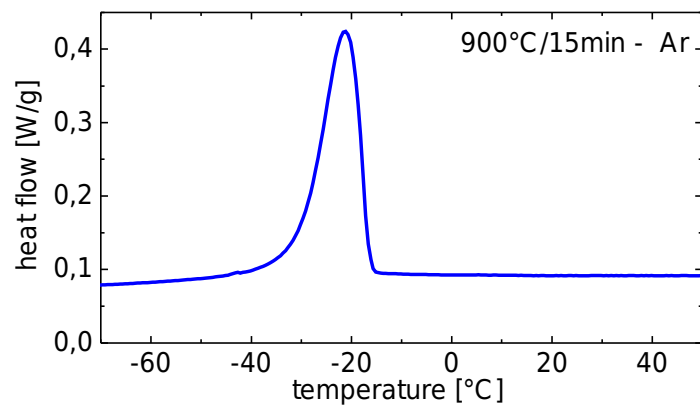
Martenzitická transformace – vyvolaná změnou teploty nebo vnějším napětím.



TEM snímek: dvě orientace martenzitu B19' v mikrostruktuře Ti-50,43Ni po žíhání.

Skupina pokrokových vysokoteplotních materiálů

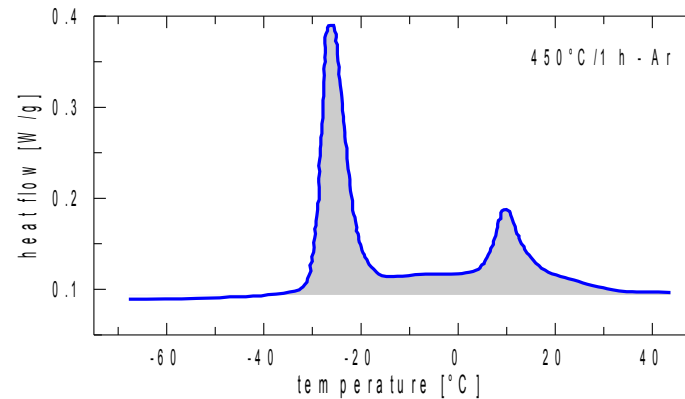
Transformace krystalové mřížky poznáme na DSC křivkách (ochlazování vzorku):



jednokroková
transformace
B2 → B19'

50,9 at% Ni

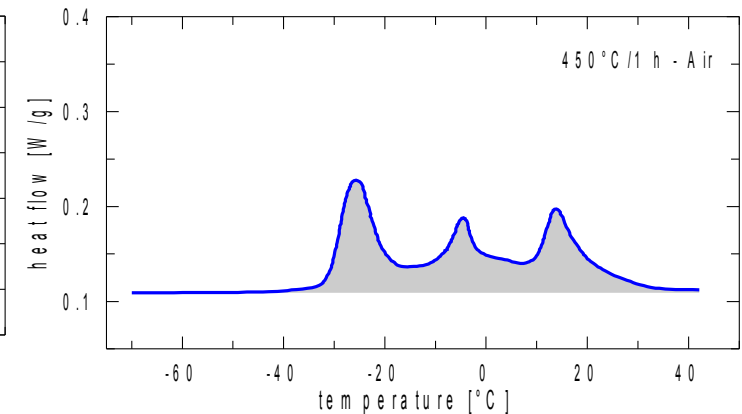
žihání, 850°C/30 min
stárnutí na vzduchu



dvoukroková
transformace
B2 → R → B19'

50,9 at% Ni

žihání, 850°C/30 min
stárnutí v argonu



víceuroková
transformace

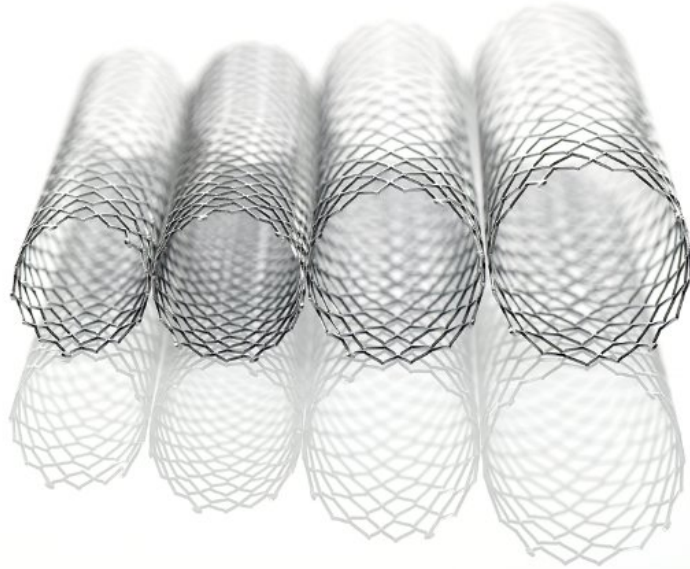
50,8 at% Ni

žihání, 900°C/15 min

Změna k. mřížky – fázová přeměna, při níž je vydáno/přijato skupenské teplo. Tuto výměnu energie zjistíme pomocí DSC (differential scanning calorimetry).

Skupina pokrokových vysokoteplotních materiálů

Využití slitin s tvarovou pamětí.



Skupina creepu kovových materiálů

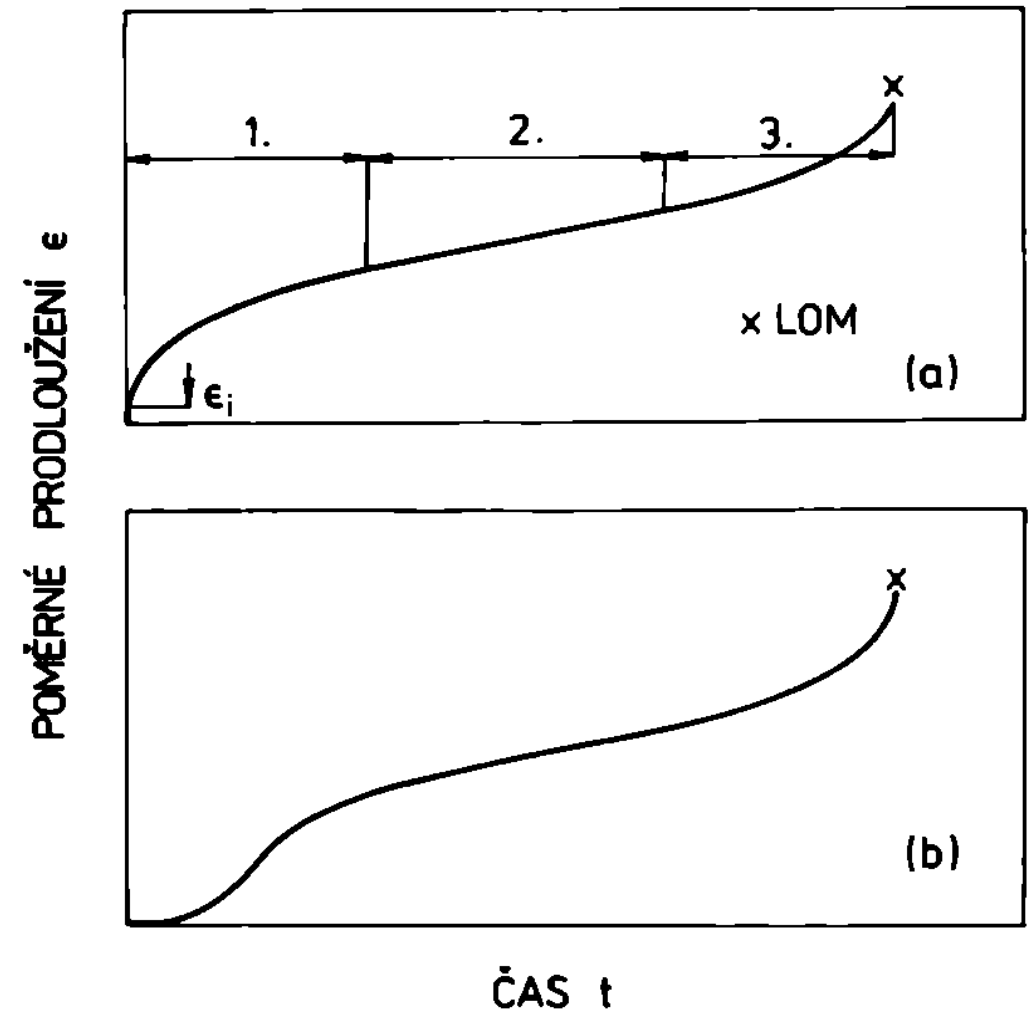
Skupina je zaměřena na:

- popis creepového chování pomocí konstitutivních rovnic,
- creep při konstantní struktuře,
- creep moderních hořčíkových slitin a jejich vláknny zpevněných kompozitů,
- creep v hořčíkových slitinách a kompozitech,
- aplikace dvoufázového modelu struktury v creepu,
- mechanismy creepu kovových materiálů při velmi nízkých rychlostech creepu,
- small punch test metoda pro určení zbytkové životnosti exponovaných materiálů.

Skupina creepu kovových materiálů

Materiál reaguje na zatížení deformací:

- deformace elastická (pružná)
 - je vratná;
 - ustane-li silové působení, těleso se vrátí do původního tvaru;
- deformace plastická
 - je nevratná;
 - vede k trvalé změně tvaru tělesa.



Zde – jednoosé namáhání materiálu tahem nebo tlakem.

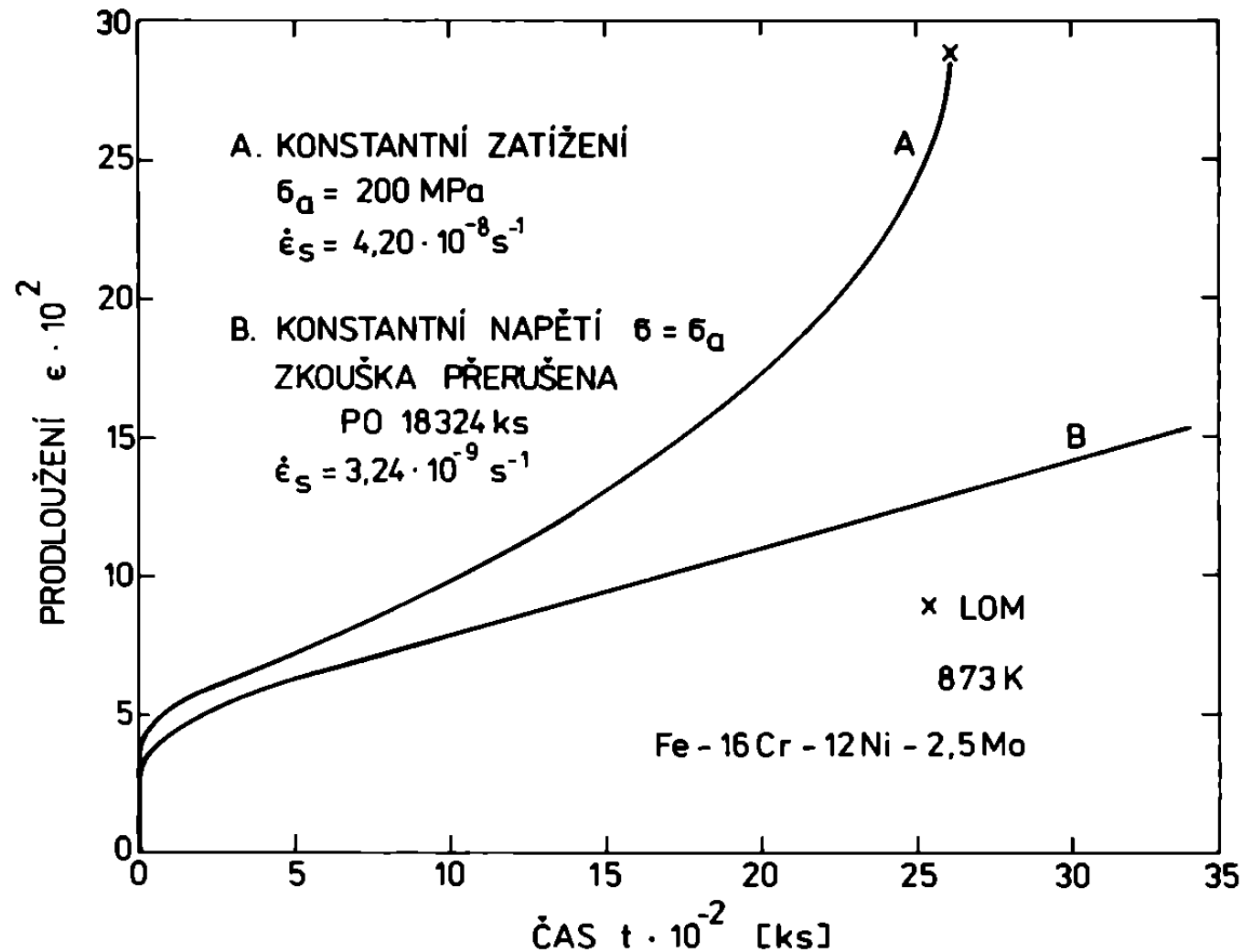
Tečení materiálu – creep – časově závislá složka plastické deformace.

Skupina creepu kovových materiálů

Druhy tahových zkoušek při konstantní teplotě:

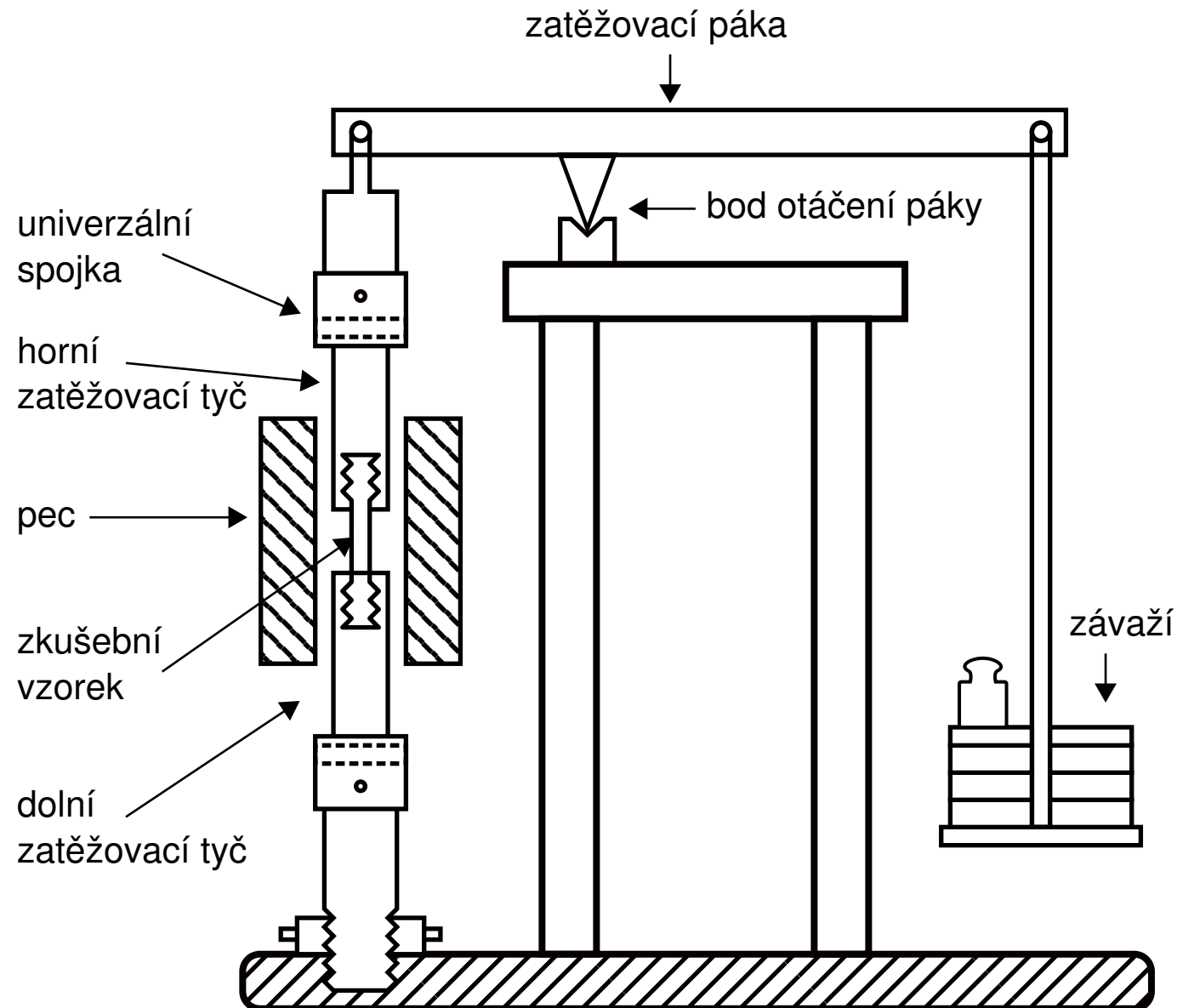
- při konstantní rychlosti zatěžování, $\dot{\sigma} = \text{konst.}$,
- při konstantní rychlosti deformace $\dot{\epsilon} = \text{konst.}$,
- při konstantním zatížení $\sigma = \text{konst.}$.

Creepová zkouška: tahová zk. při konst. teplotě a zatížení (A) nebo napětí (B).



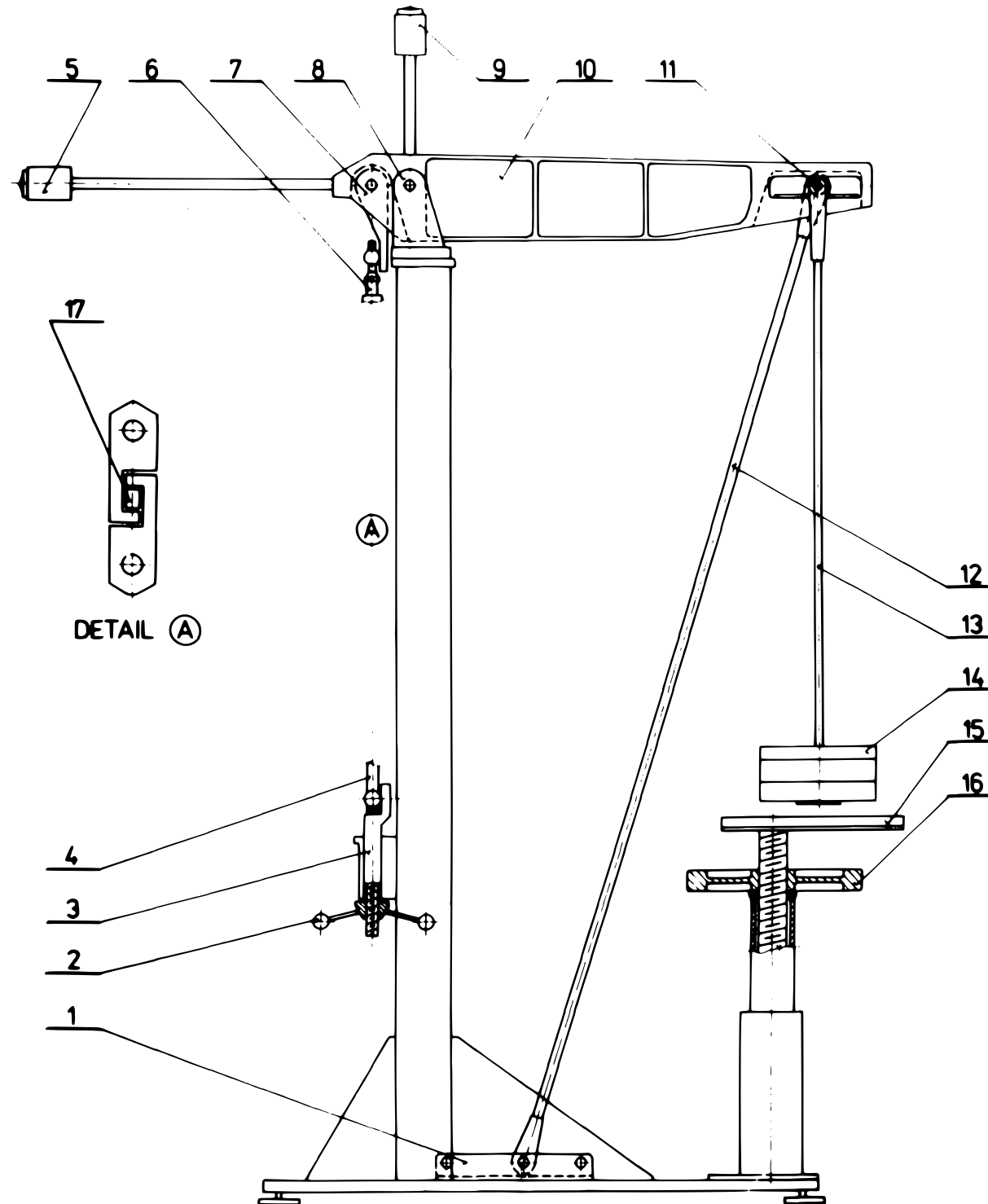
Skupina creepu kovových materiálů

Náčrt creepového stroje



Skupina creepu kovových materiálů

Nákres creepového stroje (bez zatěžovacích tyčí, pece a vzorku).



Skupina struktury fází a termodynamiky

1. Experimentální studium mikrostruktury při fázových transformacích.

Aplikace řádkovací (**SEM**) i transmisní elektronové mikroskopie (**TEM**) spojené s analytickými technikami (energieově a vlnově dispersní RTG analýza, difrakce zpětně odražených elektronů **EBSD**). Výzkum zaměřen zvláště na studium relace mikrostruktury (fázové/chemické složení, krystalová struktura a morfologie strukturních objektů) a mechanických vlastností řady moderních materiálů.

Předmět zkoumání: nanomateriály, legované oceli, Ni superslitiny, Mg slitiny a kompozity, bezolovnaté pájky.

Vybavení:

- CM12 **TEM**/STEM Philips + analyzátor EDAX Phoenix (EDX)
- **SEM** JEOL 6460 s analyzátory Oxford Instruments INCA Energy (EDX), INCA Wave (WDX) a INCA Crystal (**EBSD**)
- **SEM** Tescan LYRA 3 XMU FEG/SEM s **FIB** a EDX a **EBSD**
- mikroskopy pro světelnou mikroskopii, mikrotvrdoměr
- software pro strukturní analýzu, pro modelování a analýzu elektronových difrakcí, pro obrazovou analýzu, databáze krystalografických dat

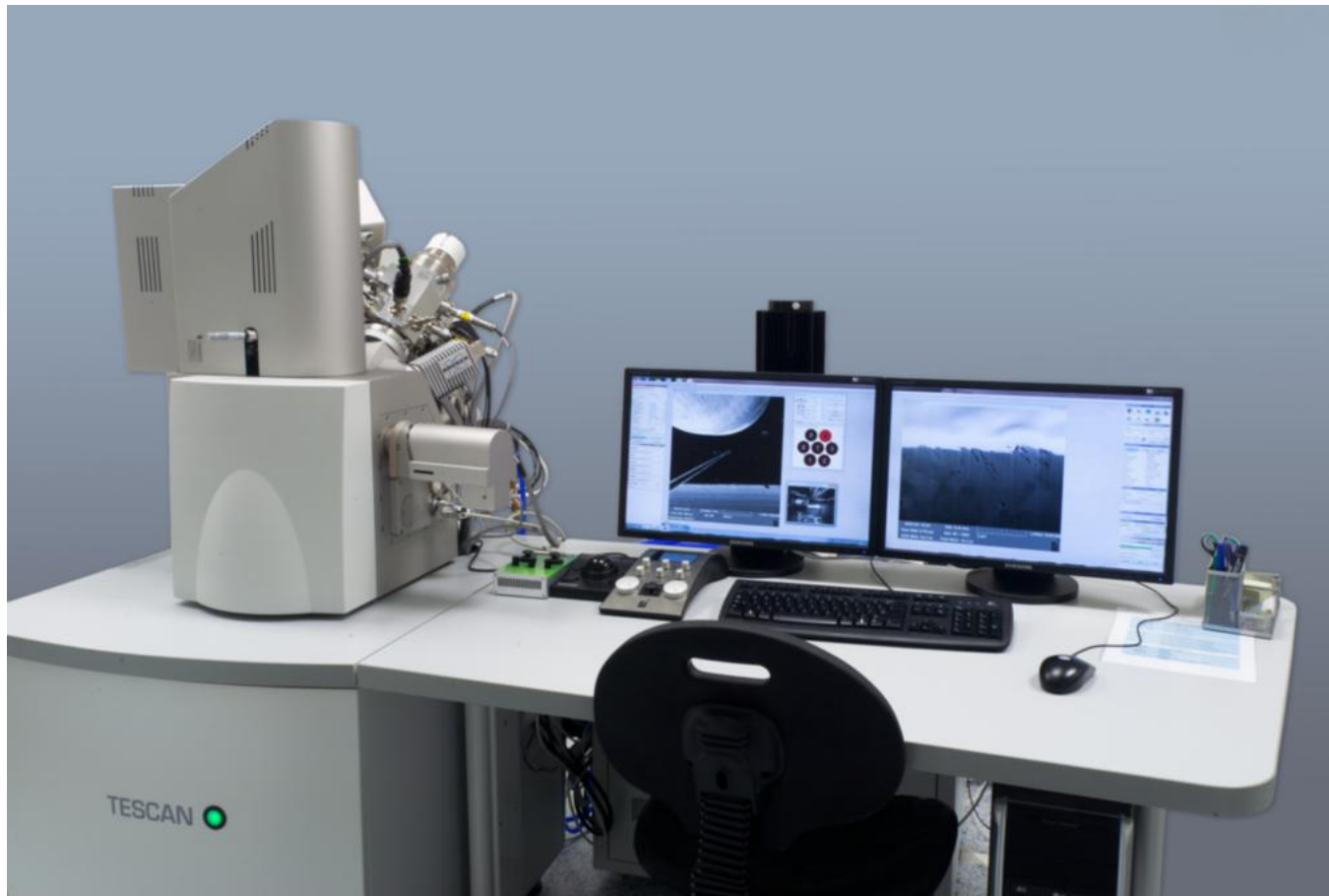
Skupina struktury fází a termodynamiky

1. Experimentální studium mikrostruktury při s fázových transformacích.

Vybavení:

SEM Tescan LYRA 3 XMU FEG/SEM
s fokusovaným iontovým svazkem FIB
a EDX a EBSD

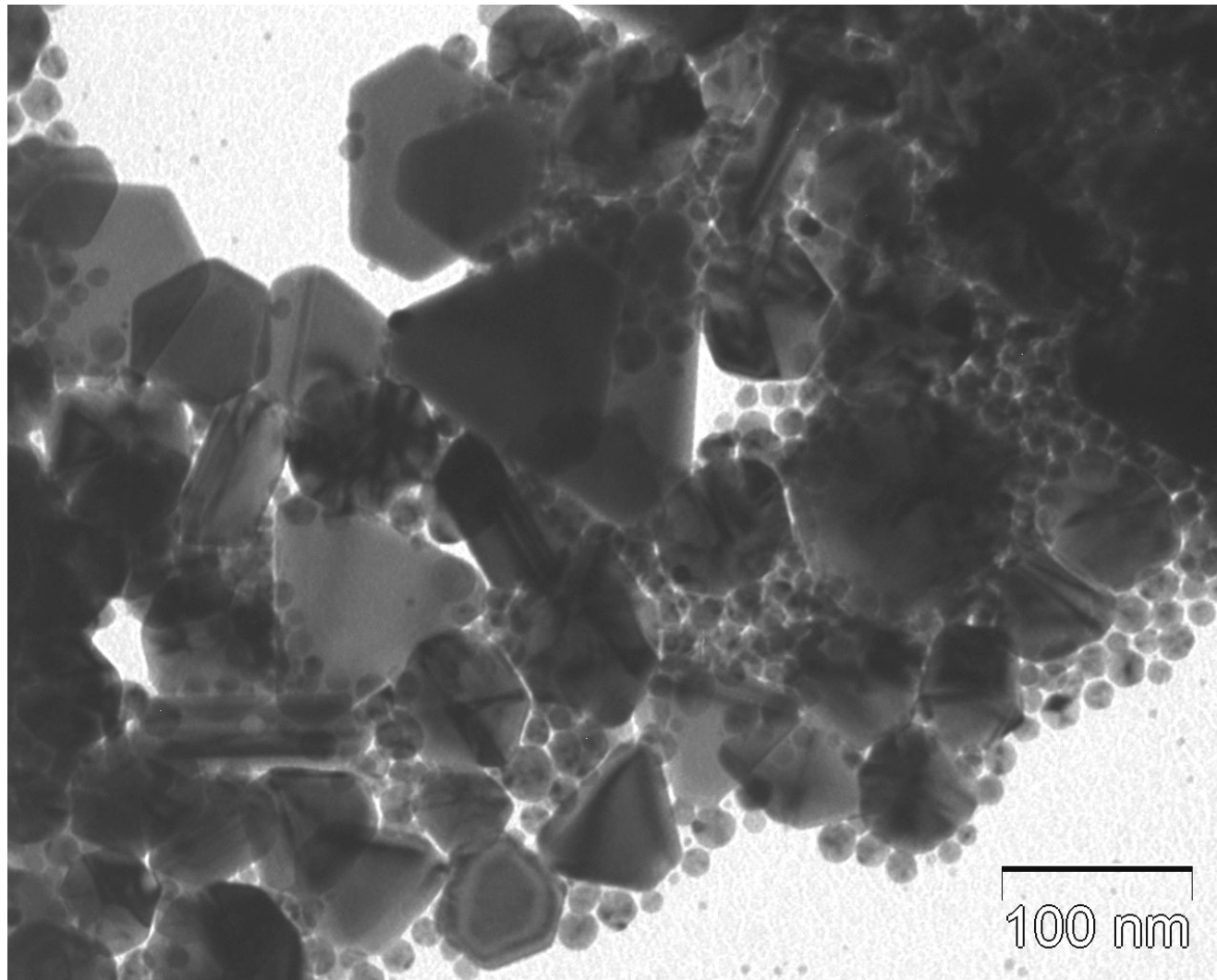
CM12 TEM/STEM Philips
+ EDAX Phoenix (EDX)



Skupina struktury fází a termodynamiky

1. Experimentální studium mikrostruktury při s fázových transformacích.

TEM snímek AgCu (nano)částic připravených chemickou syntézou.



Skupina struktury fází a termodynamiky

2. Termodynamické modelování vícesložkových systémů a kinetiky fázových transformací

Pro výpočty fázových diagramů vícesložkových systémů a pro simulaci difúzních procesů jsou využívány současné termodynamické modely. Skupina se účastní vývoje komplexních termodynamických databází pro výpočty fázových diagramů metodou CALPHAD, které jsou důležitým nástrojem při vývoji nových materiálů.

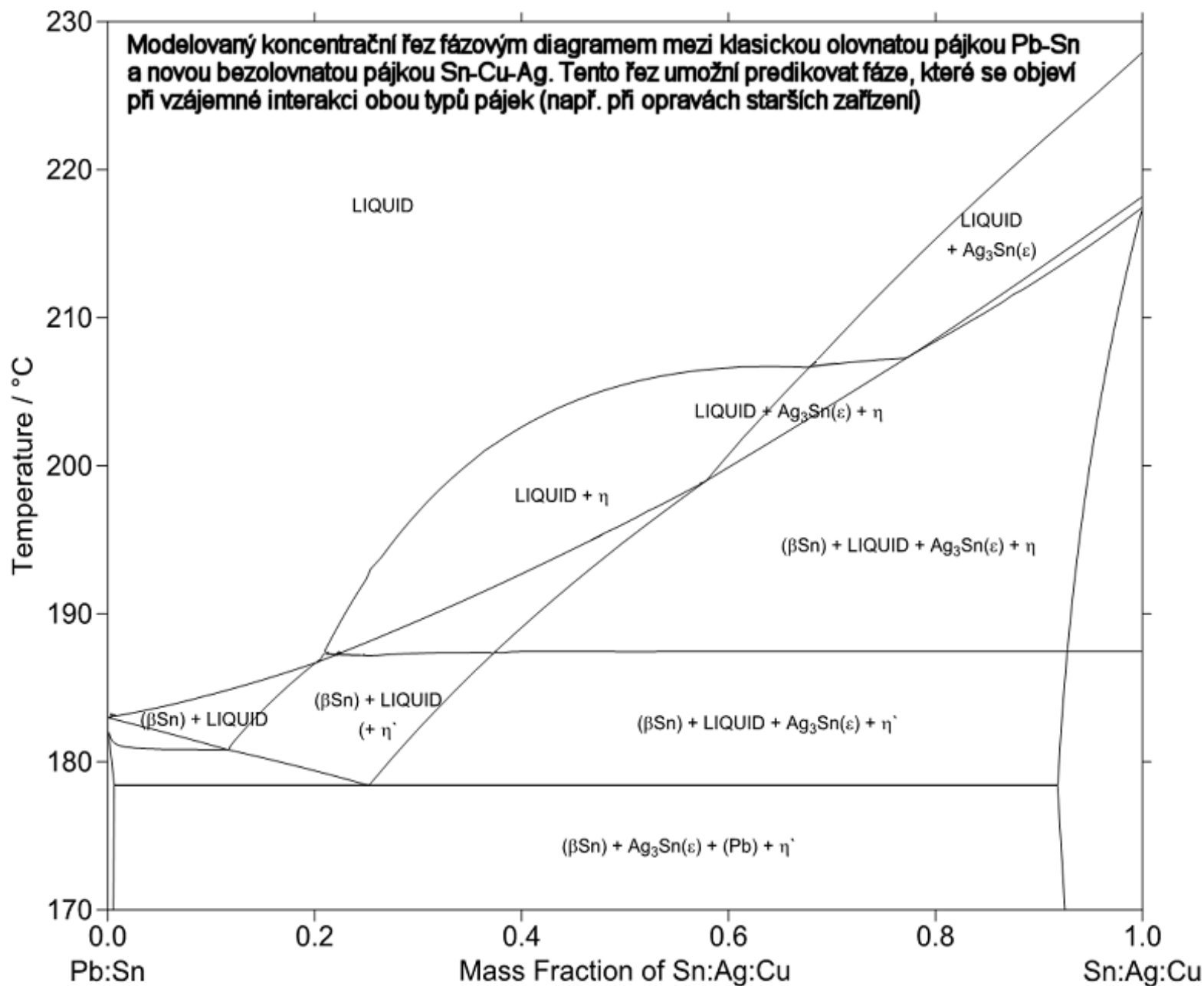
Zkoumané materiály: bezolovnaté pájky, moderní ocele, superslitiny, nanomateriály.

Vybavení:

- programy pro modelování termodynamických rovnováh a fázových diagramů ve vícesložkových soustavách ThermoCalc, MT DATA
- software pro modelování difúzních dějů v materiálech DICTRA
- databáze SSOL, Steel16, SOLDERS, SOLDERS for High Temp.

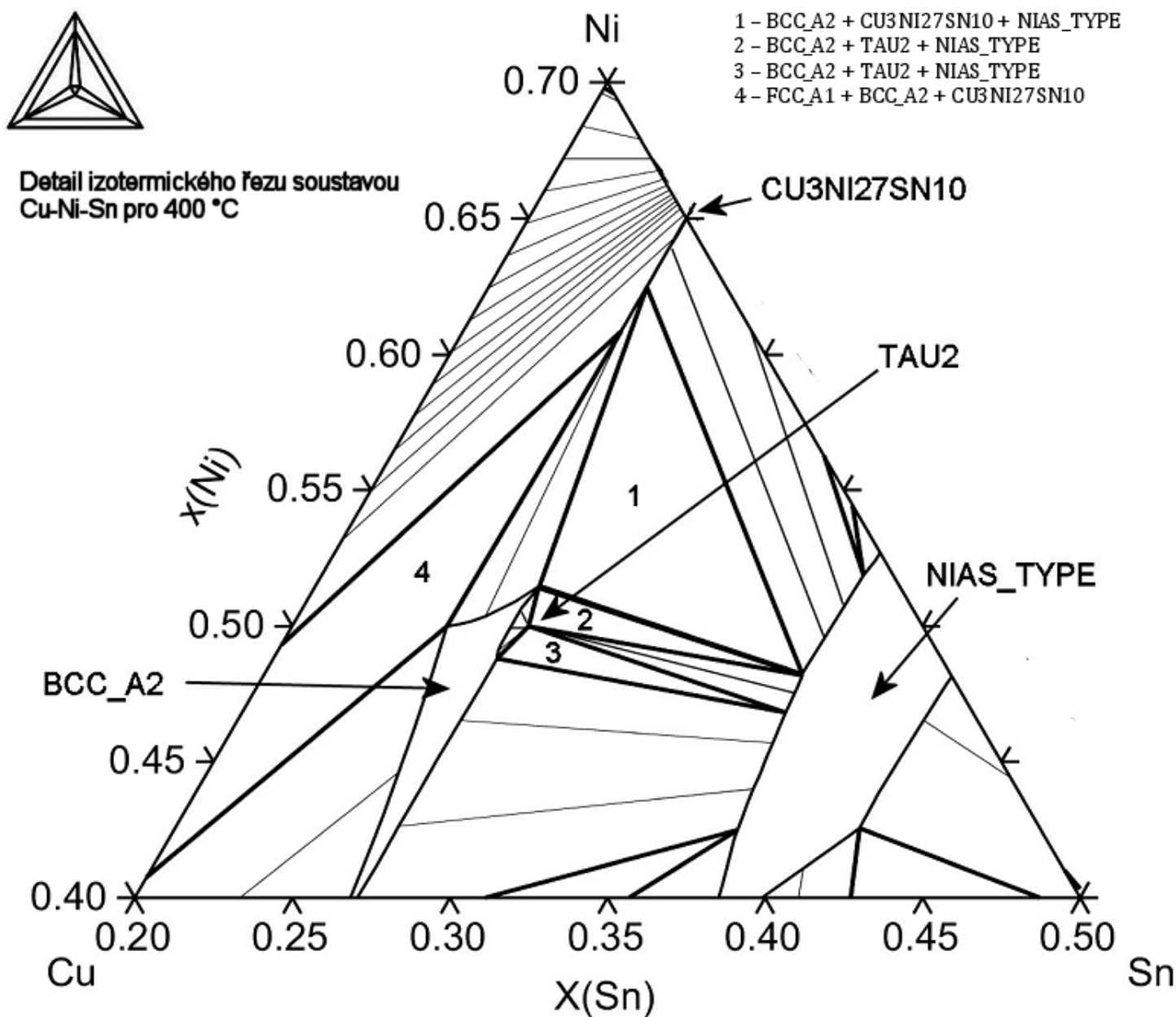
Skupina struktury fází a termodynamiky

2. Termodynamické modelování vícesložkových systémů a kinetiku fázových transformací



Skupina struktury fází a termodynamiky

2. Termodynamické modelování vícesložkových systémů a kinetiku fázových transformací



Skupina struktury fází a termodynamiky

3. Studium difúzních procesů v pevných látkách a difúze vodíku ve vybraných funkčních materiálech

Studium objemové difúze a difúze podél drah o vysoké difuzivitě, chem. difúze pod koncentračním gradientem ve vícefázových materiálech/svarech, studium transportních charakteristik H_2 v materiálech na bázi Mg pro skladování energie.

- difúze vodíku v Mg, ve slitinách Mg-xNi, a ve slitinách Mg-xNi-yX modifikovaných třetím elementem X (X = Zn, Ga, In, Si, Ge a Sn),
- studium povrchu vybraných Ni slitin vystavených koroznímu působení roztažených halidových solí,
- difúze uhlíku v uhlíkem přesycených feritických a austenitických ocelích,
- kinetika desorpce H_2 v Mg slitinách modifikovaných intersticiálními prvky.

Vybavení:

- γ spektrometr NaI/Tl Canberra 2007,
- $\alpha/\beta/\gamma$ nízkoúrovňový čítač Canberra 2400,
- kapalinový scintilační analyzátor TriCarb 3170 TR/SL,
- motorizovaný mikrotom Leica RM2255,
- MiniSIMS Millbrook.

Skupina elektrických a magnetických vlastností

Zaměření skupiny:

- experimentální výzkum vztahů struktury a magnetických a transportních (vodivostních) vlastností (kovových) materiálů,
- teoretická zkoumání elektrických a magnetických vlastností neuspořádaných slitin, epitaxních multivrstev, povrchů a rozhraní + kvantově-mechanické zkoumání rozšířených poruch v kovových materiálech

Experimentální výzkum v makro- a mikroskopické oblasti je zaměřen na strukturu a fázové složení a jejich dopad na elektrické, magnetické a transportní vlastnosti na mikroskopické i makroskopické úrovni.

Od 80. let jsou zkoumány převážně amorfní a nanokrystalické materiály.

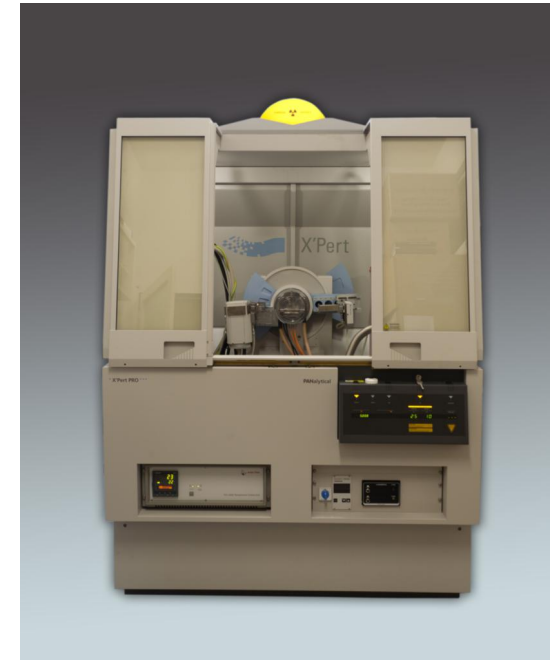
Skupina elektrických a magnetických vlastností

Experimentální vybavení:

- rentgenový difraktometr X'PERT (teploty 300-1500 K),
- Mössbauerovy spektrometry (teploty 5-1500 K),
- měření elektrického odporu (teploty 20-1000 K),
- měření magnetorezistivity (80-900 K, 1 T),
- vakuové i plynové pece pro tepelné ošetření malých vzorků (do 1300 K),
- PPMS a magnetometr pro velké vzorky (podzim 2012).

Teoretické metody:

- ab-initio metoda TB-LMTO pro výpočty elektronové struktury (uspořádané i neuspořádané slitiny, povrchy a epitaxní rozhraní).



Skupina elektrických a magnetických vlastností

Náplň činnosti projektů posledních let:

- výzkum práškových nanomateriálů,
- struktura, elektrické a magnetické vlastnosti nanokrystalických materiálů složených z uhlíků a 3d přechodných kovů,
- struktura a magnetické vlastnosti amorfních a nanokrystalických slitin založených na Fe(Ni)MoCuB,
- povrchy a rozhraní ve strukturních materiálech – užití moderních technologií a počítačového modelování.

Skupina elektrických a magnetických vlastností

Náplň činnosti projektů posledních let:

- zkoumání magnetismu 2D slitin z prvních principů a studium transportních vlastností magnetických multivrstev,
- zkoumání teoretické pevnosti, fázové stability a magnetismu kovů a intermetalik na základě prvních principů,
- atomistické výpočty hranic zrn v kovových materiálech a odvození vhodných kvantově-mechanických technik,
- vliv metod přípravy, tepelného a mechanického zpracování na strukturu a vlastnosti nanokrystalických materiálů,
- struktura a vlastnosti kovových a oxidických magnetických materiálů připravených jinými než zavedenými metodami,
- dopad poruch na elektrické, magnetické a mechanické vlastnosti uspořádaných intermetalických soustav.

Skupina elektrických a magnetických vlastností

Oblasti výzkumu prováděného pro podniky:

- fázová analýza konstrukčních dílů (např. zjišťování přítomnosti austenitu, karbidu),
- návrh materiálu pro magnetické aplikace (např. magnetický ohřev),
- optimalizace materiálů pro magnetické obvody (např. elektrické motory),
- průběh koroze v intermetalikách – zjištění změny elektrického odporu vzorků při dlouhodobém (~ 1000 hod.) vystavení vysoké teplotě v různých plynech.

Oddělení CEITEC ÚFM



CEITEC

central european institute of technology

BRNO | CZECH REPUBLIC

Oddělení CEITEC ÚFM

CEITEC

- středoevropský technologický institut,
- vzniká v rámci operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace,
- mezioborová výzkumná střediska špičkové kvality (centra excellence).

Zaměření

- genomika a proteomika rostlinných systémů,
- výzkum mozku a lidské mysli,
- pokročilé materiály,
- pokročilé nanotechnologie a mikrotechnologie,
- molekulární veterinární medicína,
- molekulární medicína,
- strukturní biologie.

Oddělení CEITEC ÚFM

Partner projektu

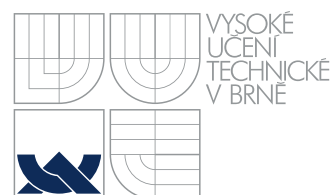
podíl

Masarykova univerzita



57,2 %

Vysoké učení technické v Brně



36,6 %

Ústav fyziky materiálů AV ČR



2,2 %

Mendelova lesnická a zemědělská univerzita v Brně



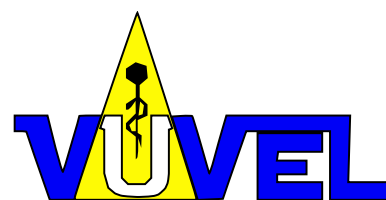
1,7 %

Veterinární a farmaceutická univerzita Brno



1,2 %

Výzkumný ústav veterinárního lékařství




1,1 %


Oddělení CEITEC ÚFM

Rozdělení výzkumných skupin

Pokročilé nanotechnologie a mikrotechnologie

- funkční vlastnosti nanostruktur,
- submikronové systémy a nanosoučástky,
- experimentální biofonika,
- technologie přípravy nanostruktur,
- vývoj metod analýzy a měření,
- rentgenová mikro- a nanotomografie,
- optoelektronická charakterizace nanostruktur,
- mikro- a nanotribologie,
- plazmové technologie,
- syntéza a analýza nanostruktur,
- **transportní a magnetické vlastnosti.** 

Pokročilé materiály

- materiály pro senzory a systémy řízení technologických procesů,
- pokročilé keramické materiály,
- **pokročilé kovové materiály a kompozity na bázi kovů,** 
- pokročilé polymerní materiály a kompozity,
- strukturní a fázová analýza.

Oddělení CEITEC ÚFM

Plán nákupu zařízení na ÚFM (2012-2013)

analytický transmisní mikroskop	1 ×
creepové stroje s přesným pákovým mechanismem	2 ×
trhací stroj s vysokoteplotní vakuovou komorou a snímači deformací	1 ×
axiálně-torzní zkušební systém	1 ×
systém pro měření elektrických, magnetických a transportních vlastností materiálů v rozsahu teplot 4-300 K při vnějším magnetickém poli do 9 Tesla	1 ×
mikrotomograf s mikrotrhací zkouškou	1 ×

Skupina transportních a magnetických vlastností (CEITEC)

Skupina je zaměřena na:

- studium transportních a magnetických vlastností v závislosti na chemickém složení, způsobu přípravy, tepelném a mechanickém zpracování,
- poznání vztahů mezi strukturou, fázovým složením a fyzikálními parametry materiálů,
- přípravu a analýzu nanopráškových magnetických materiálů tepelně indukovanými procesy v pevné fázi,
- strukturní charakterizaci nanoprášků práškovou rtg. difrakcí, TEM a SEM,
- studium fázového složení a magnetického charakteru železných materiálů Mössbauerovou spektroskopií,
- určování magnetických vlastností s využitím vibračního magnetometru při teplotách 80-1093 K,
- studium magnetických vlastností ve stejnosměrných i střídavých mag. polích a transportních vlastností při teplotách 2-300 K.

Skupina transportních a magnetických vlastností (CEITEC)

Aktuální projekty:

- Centrum výzkumu práškových nanomateriálů (MŠMT 1M6198959201).
- Nanočástice na bázi železa a oxidů železa pro magnetické separační procesy (GA106/08/1440) .
- Vlivy jádra a povrchu nanozrn na strukturní a fyzikální vlastnosti materiálů na bázi železa připravených mletím a mechanickým legováním (GA ČR P108/11/1350).
- Nanokrystalické materiály obsahující 3D kovy pro ukládání vodíku (GP106/09/P556).

Hlavní spolupracující partneři:

- Centrum výzkumu nanomateriálů, Univerzita Palackého v Olomouci,
- Ústav pro chemii, technologii a metalurgii, Univerzita v Bělehradě (Srbsko),
- Katedra metalurgie a nauky o materiálu, Univerzita v Ghentu (Belgie),
- Laboratoř laserem buzené fotochemie, Národní ústav pro lasery, plasma a radiační fyziku, Bukurešť (Rumunsko),
- technologické firmy (např. Siemens Elektromotory s.r.o, Frenštát).

Skupina pokročilých kovových materiálů a kompozitů na bázi kovů (CEITEC)

Skupina je zaměřena na:

- výzkum vlastností vybraných materiálů ve vztahu k mikrostruktuře,
- studium mechanismů degradačních procesů v podmínkách simulujících podmínky při provozu,
- testování aplikačních možností pokročilých materiálů,
- návrhy nových materiálů a předpověď jejich životnosti teoretickými i výpočetními metodami.