

LABORATOŘ POVRCHOVÝCH TECHNOLOGIÍ A DEGRADACE MATERIÁLŮ

2025

377 279 648

<https://www.it.cas.cz>

Veleslavínova 71/11, Plzeň





Laboratoř povrchových technologií a degradace materiálů v Plzni

Moderní přístup k materiálovému inženýrství a degradaci materiálů

Naše zaměření

- Pokročilé technologické procesy: PVD, PA CVD, chemicko-tepelné zpracování.
- Testování odolnosti materiálů vůči mechanickému, koroznímu a tepelnému namáhání.
- Simulace degračních procesů pro zvýšení životnosti materiálů.
- MKP simulace a materiálové modely

Proč právě my



Rozsáhlé labotorní a strojní vybavení

Využíváme moderní laboratoře a pokročilé technologické procesy pro povrchové úpravy, degradaci a analýzu materiálů a další.



Expertíza a zkušenosti

Máme rozsáhlé zkušenosti s průmyslovým výzkumem a vývojem v oblastech energetiky, strojírenského a automobilového průmyslu a zdravotnictví.



Individuální přístup k partnerství

Spolupracujeme na míru s každým partnerem a přinášíme inovativní řešení pro zajištění maximální spokojenosti při řešení konkrétního zadání.



Významní partneři

Doosan Škoda Power, ŠKODA JS, Techniques Surfaces Czech Republic, voestalpine High Performance Metals CZ, CENTES, NAVEL, Advanced Metal Powders, VZÚ a další

Klíčové laboratoře a vybavení

Technologické laboratoře

- Laboratoř povrchových úprav a povrchových modifikací
- Laboratoř chemicko- tepelného zpracování
- Laboratoř zpracování materiálů stárnuocími procesy
- Laboratoř tepelného zpracování

Laboratoře degradace materiálů

- Laboratoř makromechanického zatěžování
- Laboratoř korozní degradace
- Laboratoř stárnutí polymerních materiálů

Analytické laboratoře

- Materiálografická laboratoř
- Laboratoř hodnocení vlastností a chování povrchových vrstev
- Laboratoř mikroskopických metod

MKP simulace a materiálové modely

- Vývoj a implementace materiálových modelů
- Konečnoprvkové simulace odezvy materiálů na zatěžovací procesy
- Predikce porušení materiálů



Cíl pracoviště

1

vývoje a realizace pokročilých technologických procesů v oblasti povrchových úprav rozdílnými technologickými procesy PVD a PA CVD, chemicko-tepelným zpracováním a tepelným zpracováním včetně stárnutí materiálových systémů

prověření odolnosti a predikce chování materiálových systémů v procesech degradace vyvolaných korozním a chemickým působením, tepelnými vlivy, makro, mikro a nano mechanickým namáháním

2

3

vyhodnocení iniciačních a rozvojových stádií degradace materiálových systémů a komplexních vlastností a chování v povrchových vrstvách materiálových systémů, mikrooblastech materiálů i objemových materiálech různě strukturovaných

vývoje metodických postupů hodnocení výsledků technologických procesů, vlastností a chování materiálových systémů s chemicko- tepelným zpracováním, povrchovými úpravami a modifikacemi a materiálových systémů z dekadačních a stárnoucích procesů

4

5

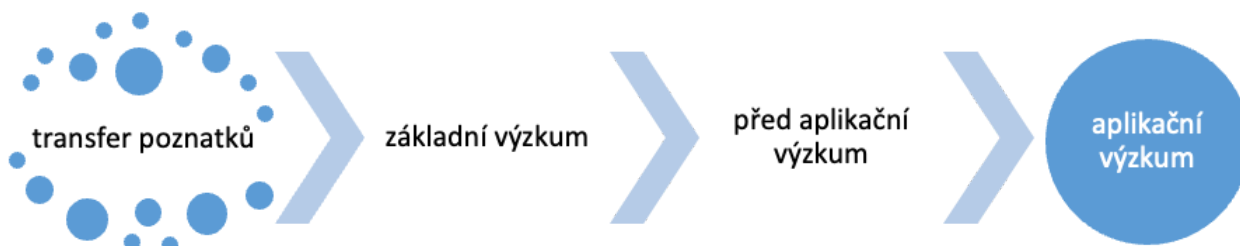
vývoje metodických postupů pro nastavení dekadačních a stárnoucích procesů v korelaci s provozním namáháním

MKP simulace a materiálové modely

6



Činnost pracoviště



Oblasti

**technologických procesů povrchových
úprav PVD a PA CVD**

**tepelného a chemicko-tepelného
zpracování**

degradace a stárnutí materiálů

**metodických přístupů v oblasti
analytických metod a simulativních
degradačních a stárnocích procesů**

MKP simulace a materiálové modely

Spolupracující firmy

Doosan Škoda Power s.r.o.

ŠKODA JS a.s.

**Techniques Surfaces Czech
Republic s.r.o.**

IBZ group s.r.o.

CENTES spol. s.r.o.

NAVEL spol. s.r.o.

Nástrojárna HRUBÝ s.r.o.

Jimalu s.r.o.

Gühring s.r.o.

**voestalpine High Performance
Metals CZ s.r.o.**

MEDUNA vakuová kalírna s.r.o.

Advanced Metal Powders s.r.o.

LaserTherm spol. s.r.o.



Výzkum zaměřený na spolupráci s praxí



Energetika

Oblast řídicích prvků turbín a lopatek parních turbín, dále oblast jaderné energetiky



Strojírenství

Oblast nástrojářství, speciálních komponent, tepelného zpracování výrobků



Zdravotnictví

Bio kompatibilní a bio aktivní materiály

Oblast polymerních, kompozitních a kovových materiálů



Automotive

Speciální komponenty se zatížením korozí, teplotou a mechanicky

Aplikační výzkum

Transfer výsledku před
aplikovaného a
aplikovaného výzkumu

Praxe



Projektová činnost

2016-2019

•spoluřešitel projektu Aplikace č. CZ.01.01.01/0.0/15_019/0004451

Deposice tenkých vrstev - progresivní nástroje a inovativní technologie

2016-2022

•spoluřešitel projektu Podpora excelentních výzkumných týmů v prioritní ose č. CZ.02.1.01/0.0/15_003/0000493

Centrum pro výzkum nelineárního dynamického chování pokročilých materiálů ve strojírenství (CeNDYNAMAT)

2017-2019

•spoluřešitel projektu Epsilon TA ČR č. TH02010026

Vývoj nových technologií pro výrobu progresivních nástrojů a součástí

2020-2022

•spoluřešitel projektu Aplikace č. CZ.01.1.02/0.0/19_262/0000161

Optimalizace vybraných povrchových úprav žárupevných ocelí pro specifické provozní podmínky

2023-2024

•spoluřešitel projektu Proof of concept č. CZ.01.01.01/0.8/22_001/0000232

Studie proveditelnosti ekologické změny tepelného zpracování pokročilými technologiemi ve vzájemné korelaci kvalitativních změn vlastností a ekologické zátěže

2023-2025

•spoluřešitel projektu Aplikace č. CZ.01.01.01/0.1/22_002/0000357

Optimalizace chemicko tepelného zpracování speciálních nerezových materiálů s řízenou strukturou z pohledu technologicko provozních parametrů systémů povrchová úprava a základní materiál

2023-2025

•spoluřešitel projektu Aplikace č. CZ.01.01.01/0.1/22_002/0000358

Optimalizace výroby speciálních komponent z pohledu technologie tváření a zvyšování odolnosti povrchovými úpravami se zohledněním provozních podmínek tepelně-chemického zatížení



Technologické procesy HC490

nízkonapěťové reaktivní obloukové odpařování ve vakuu

- dle volby materiálových a strukturních vlastností katody
- dle volby procesních parametrů

povrchové úpravy zejména na bázi Ti, Cr, Zr, Co nitridů:

binární nitridy TiN, CrN, ZrN, HfN, TaN, WN, VN, CoN, MoN...

ternární nitridy TiAlN, TiSiN, CrAlN, CrSiN, TiNb, ZrNb...

quaternární nitridy TiAlSiN, CrAlSiN...

quinární nitridy TiAlNiSiN, CrAlNiSiN...

chemické prvky využívané pro tvorbu povrchových úprav

Ti, Cr, Zr, Co, Mo, W, Ta, Hf, V, Al, Si, Nb, Ni, Cu, Ag

magnetronové reaktivní odpařování ve vakuu

chemické prvky využívané pro tvorbu povrchových úprav:

Ti, Cr, Zr, Co, Al, Si, Cu, Ni

chemicko tepelné zpracování povrchů

plasmochemické reakce v plynu a deposice tenkých vrstev

iontová implantace do povrchu materiálů

6,94 3Li Lithium	9,01 4Be Berylium												10,81 5B Bor	12,01 6C Uhlík	14,01 7N Dusík	16,00 8O Kyslík	19,00 9F Fluor	20,18 10Ne Neon
22,99 11Na Sodík	24,31 12Mg Hořčík	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13Al Hliník	14Si Křemík	15P Fosfor	16S Síra	17Cl Chlor	18Ar Argon	
39,10 19K Draslík	40,08 20Ca Vápník	44,96 21Sc Skandium	47,88 22Ti Titan	50,94 23V Vanád	52,00 24Cr Chrom	54,94 25Mn Mangan	55,85 26Fe Železo	58,93 27Co Kobalt	58,69 28Ni Nikl	63,55 29Cu Měď	65,38 30Zn Zinek	69,72 31Ga Gallium	72,61 32Ge Germanium	74,92 33As Arzen	78,96 34Se Selen	79,90 35Br Brom	83,80 36Kr Krypton	
85,47 37Rb Rubidium	87,62 38Sr Stroncium	88,91 39Y Yttrium	91,22 40Zr Zirkonium	92,91 41Nb Niobium	95,94 42Mo Molybden	98 43Tc Technecium	101,07 44Ru Ruthenium	102,91 45Rh Rhodium	106,42 46Pd Palladium	107,87 47Ag Stříbro	112,41 48Cd Kadmium	114,82 49In Indium	118,71 50Sn Cín	121,75 51Sb Antimon	127,60 52Te Tellur	126,90 53I Jod	131,29 54Xe Xenon	
132,91 55Cs Cesium	137,33 56Ba Baryum		178,49 72Hf Hafnium	180,95 73Ta Tantal	183,85 74W Wolfram	186,21 75Re Rhenium	190,20 76Os Osmium	192,22 77Ir Iridium	195,08 78Pt Platina	196,97 79Au Zlato	200,59 80Hg Rtuť	204,38 81Tl Thallium	207,20 82Pb Olovo	208,98 83Bi Bismut	209 84Po Polonium	210 85At Astat	222 86Rn Radon	
223 87Fr Francium	226,03 88Ra Radium		261 104Rf Rutherfordium	269 105Db Dubnium	270 106Sg Seaborgium	278 107Bh Bohrium	281 108Hs Hassium	285 109Mt Meitnerium	288 110Ds Darmstadtium	291 111Rg Roentgenium	294 112Cn Copernicium	296 113Nh Nihonium	298 114Fl Flerovium	299 115Mc Moscovium	299 116Lv Livermorium	294 117Ts Tennessine	294 118Og Oganesson	



Technologické procesy

Aplikační směry

- zvýšení povrchové tvrdosti
- zlepšení ořezuvzdornosti
- zlepšení tepelné odolnosti
- zlepšení korozní odolnosti
- zlepšení chemické odolnosti
- zvýšení odolnosti proti abrazi a erozi
- zvýšení odolnosti proti lokální únavě
- dosažení bio kompatibility, bio aktivity

Optimalizace technologických procesů

- teplota
- pracovní tlak
- parciální tlaky pracovních a reaktivních plynů
- urychlovací předpětí na deponovaných předmětech
- proud na katodách
- řízené elektromagnetické pole nebo permanentní magnetické pole
- doba procesu ve vazbě na další parametry procesu
- výkonové zatížení targetů
- a řada dalších faktorů



Selekce a optimalizace povrchových úprav pro vybrané aplikace

Speciální materiály pro aplikace s vysokým teplotním a chemickým zatížením

1.4841	CSN 42 2951
1.4828	1.4852
1.4826	1.4980

Speciální materiály pro automobilový průmysl

1.4571
1.4541

Speciální ložiskové materiály

1.3505
1.3520

Speciální materiály pro energetiku

T552	1.4913
T671	1.4923
MLX17	1.4922



Tepelné a chemicko- tepelné zpracování

Aplikační směry

- zvýšení povrchové tvrdosti
- zlepšení otěruvzdornosti
- zlepšení tepelné odolnosti
- zlepšení korozní odolnosti
- zlepšení chemické odolnosti
- zvýšení odolnosti proti abrazi a erozi
- zvýšení odolnosti proti lokální únavě

Optimalizace tepelného zpracování pro dosažení

rozdílných strukturních vlastností
výrobků

vstup do technologických procesů
povrchových úprav z důvodu jejich
optimalizace



Vybavení

Žíhací pec

Žíhací a kalící pec

Kruhová pec

Trubková pec

Muflová pec

Kapalný dusík a argon

Procesy

Nitridace

Cementace

Karbonitridace

Nitrocementace

Boridování

Žíhání

Kalení

Popouštění

Stárnutí



Makromechanické zkoušení

Způsoby zatěžování

Statické zatěžování – tah, tlak, ohyb a krut

Cyklické přetěžování

Únavové zatěžování nízkocyklové a

vysokocyklové -tah, tlak, krut a ohyb

Mechanické zatěžování v teplotní komoře a s

indukčním ohřevem

Mechanické zatěžování při pokojové teplotě

Mechanické zatěžování v kapalinách

Aplikační směry

prověření odolnosti proti statickému

zatížení

prověření odolnosti při kmitavém

namáhání

Využití

- Vliv povrchových úprav (PVD-ARC, magnetron, CHTZ)
- Vliv tepelného zpracování
- Vliv degradačních procesů - koroze, teplotní zatížení
 - Vliv stárnutí polymerů a kompozitů – teplotní, vlhkostí a radiační

Stroj

Epuls





Polymerní a kompozitní materiály

Hodnocení stárnutí

- Teplotní stárnutí
- Stárnutí působením vlhkosti
- Hodnocení relaxace v tlaku
- Hodnocení materiálů v automotive, lodním a železničním průmyslu
- Hodnocení materiálů v oblasti kabelových izolací
- Hodnocení těsnících elementů
- Hodnocení materiálů pro bio aplikace

Testování stárnutí

Různé kombinace

- sluneční záření
- vliv definované vlhkosti případně sprchování
- vliv teploty ohřevem i mimo sluneční záření

Aproximace reálných podmínek

dlouhodobého působení kombinovaných vlivů na stárnutí polymerů

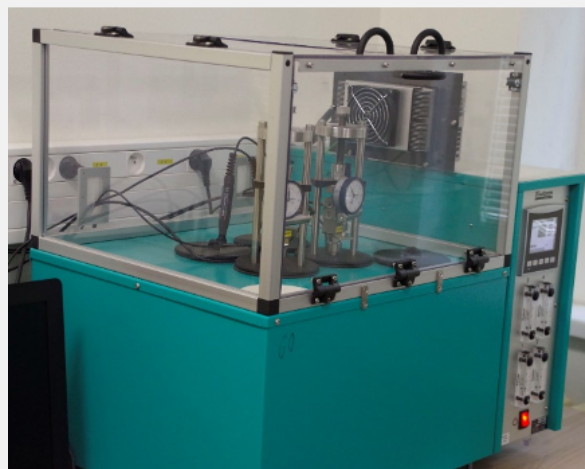
Sledování vlivu slunečního záření :

Na vybrané polymerní materiály

Na vybrané kompozitní materiály

Na povrchové úpravy

- realizované technologickými procesy



Další vybavení

Sušárny

Vodní lázně



Testování korozní odolnosti

Simulace korozního působení

- působení vlhkosti
- vliv stupně vlhkosti
- působení solné mlhy
- testy sprchováním vodou nebo sprchováním solným roztokem
 - vliv teploty

Testování v komorách s definovanými podmínkami

- solnými
- vybraných kyselin (boritá, šťavelová, sírová,..)
- při pokojové teplotě
- při zvýšené teplotě

Hodnocení iniciace koroze, rozvoje koroze a analýzy možností protikorozní ochrany



Přístroje

Korozní komora

Cyklická voltametrie

Solné a kyselinové lázně

Laboratorní váhy



Hodnocení mechanických vlastností a chování povrchových vrstev, systémů povrchová vrstva – základní materiál a mikrooblastí materiálu

Metody měření

- Statická měření v různých modech
- Vrypová měření v různých modech

Hodnocení

- Hodnocení tvrdostních charakteristik
 - hodnocení elasticko -plastického chování
- hodnocení křehkolomových vlastností
 - hodnocení adhezivně kohezivního chování

systémů povrchová úprava – základní materiál

- hodnocení lokálních únavových vlastností
- hodnocení třecích vlastností a opotřebení

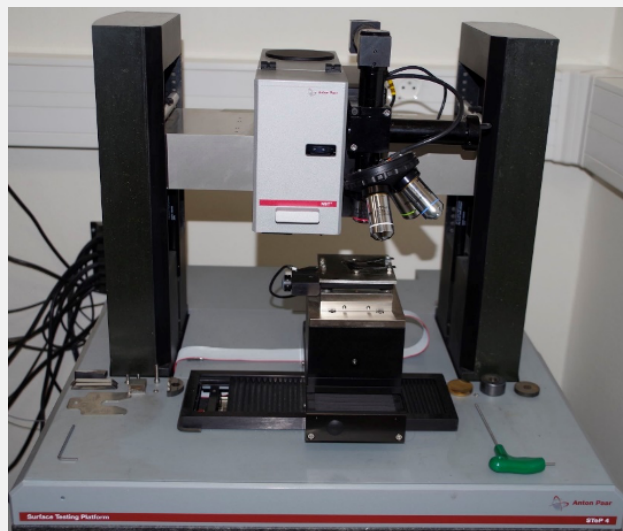
Přístroje

nanoscratch tester

makroscratch tester

tvrdoměr Ernst

Epuls



Využití

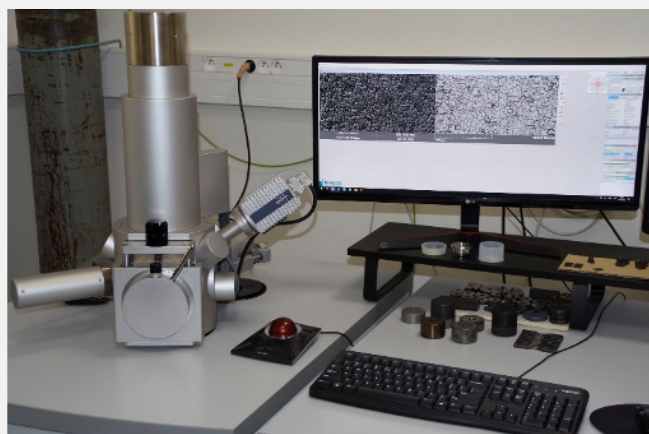
- Hodnocení povrchových úprav z technologického zařízení se zpětnou vazbou
- Hodnocení chemicko- tepelně upravených povrchů se zpětnou vazbou
- Hodnocení změn po různém tepelném zpracování
- Hodnocení změn po korozním působení
- Hodnocení změn po dlouhodobém teplotním zatížení
- Hodnocení krokových změn po různých procesech stárnutí – teplotní, vlivem vlhkosti, radiační
- Hodnocení v malých lokalitách



Hodnocení morfologie povrchů a lomů, strukturního, fázového a chemického složení

Hodnocení

- Hodnocení morfologie, strukturního, fázového a chemického složení základních objemových materiálů.
- Hodnocení materiálů po různém tepelném zpracování
- Hodnocení po různých procesech chemicko- tepelného zpracování povrchů
- Hodnocení po různých technologických procesech deposice z HC490
- Hodnocení po dlouhodobém teplotním zatížení
- Hodnocení po různých korozních a chemických zkouškách
- Hodnocení po různých procesech stárnutí
- Hodnocení porušení a lomů po zkouškách mechanického zatížení
 - Statického
 - Kvazistatického
 - Únavového
- Hodnocení po všech druzích indentačních zkoušek



Přístroje

Řádkovací elektronový mikroskop a
EDX mikrosonda

Světelný materiálografický
mikroskop

Digitální mikroskopie

RTG fluorescence



Ostatní vybavení

Materiálografie

Bruska/leštička

Řezačka

Různá leptadla

Laboratoř

3D tiskárna

Kalotest

Dílna

Tryskač

Soustruh

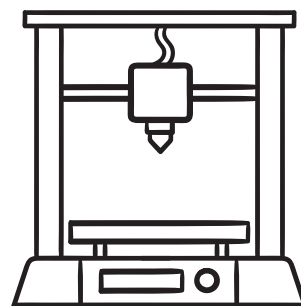
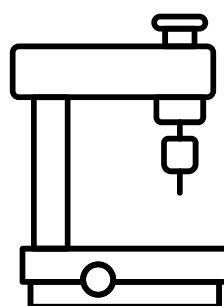
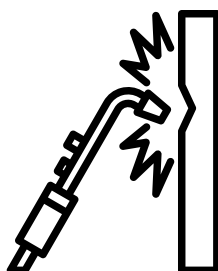
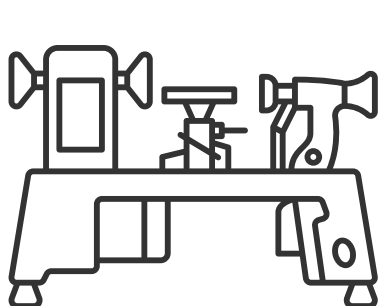
Frézka

Vrtačka

Bruska

Svářečka

Hydraulický lis

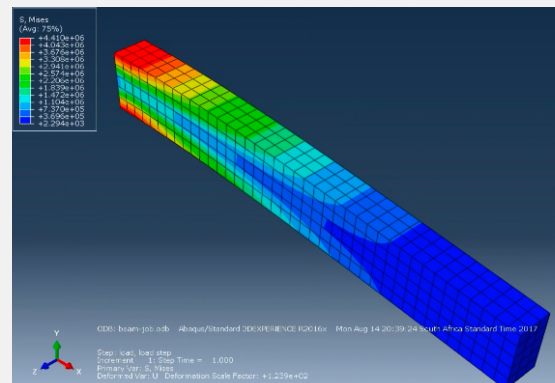




MKP simulace a materiálové modely

- 1) vývoj a implementace materiálových modelů
- 2) konečnoprvkové simulace odezvy materiálů na zatěžovací procesy
- 3) predikce porušení materiálů

Ústředním tématem výzkumu je vývoj konstitutivních modelů materiálů. Zejména se jedná o elasto-plastické materiálové modely a modely respektující degradaci materiálů vlivem zatížení a okolního prostředí. Navržené materiálové modely jsou následně implementovány do konečnoprvkového softwaru, což umožňuje simulovat různé chování materiálů. Prováděné numerické analýzy se zaměřují jak na predikci porušení materiálů, tak na simulace odezvy materiálů v průběhu mechanického či tepelného zatěžování.



Software

Abaqus

Využití

Automobilový průmysl
Strojírenský průmysl
Stavební průmysl
Letecký průmysl

Materiálové modely

Obecné vlastnosti (hustota, tlumení, teplotní roztažnost)
Elastické vlastnosti (lineární, nelineární, viskoelastická)
Neelastické vlastnosti (plasticita, gumy, bety..)
Tepelné vlastnosti
Akustické vlastnosti
Vlastnosti hydrostatické tekutiny
Stavové rovnice
Vlastnosti objemové difuze
Elektrické vlastnosti
Vlastnosti toku tekutin
Kombinované vlastnosti