

## Povrchové úpravy

## Koroze

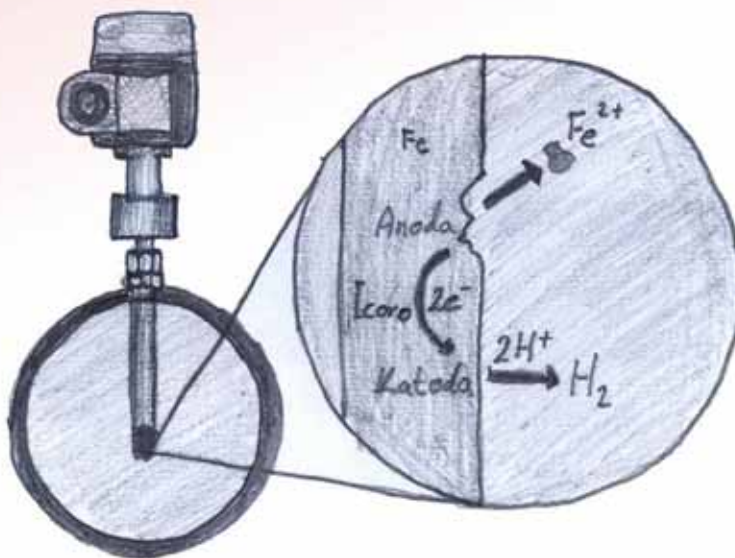
## Kvalita

## Legislativa

## Ekologie

## Kultura

## Inzerce



## Slovo úvodem

## Vážený přítel povrcháři,

jsme tu opět s novým pokračováním "Povrcháře", tentokrát v čase barevného podzimu plného barevné práce povrchářské, které je našťástí stále víc – a to je dobré znamení.

Na začátku úvodníku malé ohlédnutí za úspěšnými povrchářskými akcemi:

Pod názvem Novinky v technologiích povrchových úprav se jako doprovodná akce Veletrhu povrchových úprav PROFINTECH 2012 uskutečnil odborný seminář na brněnském výstavišti v době konání 54. Mezinárodního strojírenského veletrhu začátkem letošního září. Této celodenní akce pořádané Centrem pro povrchové úpravy se zúčastnilo více jak 50 návštěvníků veletržního Brna, kde se kromě jmenovaných veletrhů konaly i další technologické veletrhy – WELDIBG, FONDEX a PLASTEX. Celkem 1 886 vystavovatelů, 76 000 návštěvníků ukázalo na opětovný rozvoj strojírenství u nás a v zahraničí, a to i přes všechny ty trampoty, kterými procházíme a řečí o krizi, které už ani lidi práce nemají čas poslouchat. Pokud jde o krizi, tak určitě pouze morální a to se týká jen těch, co o ní mluví. Bienále povrchových úprav PROFINTECH 2012, které se letos uskutečnilo již počtvrté, se stává tradiční přehlídkou našeho oboru. Dík za tuto výstavu patří všem a především BVV.

Další setkání povrcháři, tentokrát žárových zinkářů za podpory České a slovenské asociace žárového zinkování se uskutečnilo začátkem října v Senci na Slovensku. Tradičně i tato akce posloužila tomu nejdůležitějšímu – vzdělanosti, přátelství a spokojenosti lidí v povrchářských oborech.

Važme si toho všeho. Vzdělanosti přednášejících, zájmu účastníků i dobře vynaloženému času a prostředkům zúčastněných. Třeba i tu sametovou legraci přežijeme. Doufejme, snažme se víc, ale nezapomínejme. Ani na to co změnilo majitele již dříve, ani na to co šlohnul kdosi docela nedávno. A ukrást se dá prý skoro všechno: lesy, vody, stráně. Dokonce prý i letiště! I důl...! nic není svaté. Ale třeba brzo bude!

A na nezapomínání jsou nejlepší výročí. Třeba i ta podzimní. Výročí, i ta nekulatá, se slavit mají. A pokud není co, mají se alespoň připomínat.

Na 28. říjen (1918) jsme již téměř zapomněli. Snad, že to letos vyšlo tak nešikovně na neděli. Nebo, že to již není – in? Na vážnost této chvíle před 94 lety, i to že naše země a lidé získali svobodu po 300 letech poroby od evropských panovnických rodů i zemí.

Za pár dnů budou též vzpomínat alespoň ti, kteří si téměř před čtvrt stoletím přáli lepší budoucnost pro sebe i naši zemi. Připomeňme si i letos všichni alespoň ty úmysly! A nebudme lhotejní. Vždyť právě lidská lhotejnost umožnila v minulosti samozvaným místodržícím a protektorům, to co činili a nyní i hercům sametu páchání toho co i oni činí. Čekání na Masaryka trvalo 300 let!

Ale dost našemu dnešnímu ohlížení po akcích minulých a výročích. Ještě jedno nekulaté a úplně malé podzimní výročí můžeme oslavit a zároveň velké povrchářské akce se zúčastnit. V Brně na Myslívě 20. a 21. listopadu se i letos, již po deváté sejdou povrcháři z Čech, Moravy, Slezska, Slovenska a okolí na odborném semináři „Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav“. I letos se očekává vysoká návštěva účastníků tohoto tradičního setkávání (celkem již po 29), kteří si zde předávají to nejcenější: myšlenky, nápady, kontakty a dobrou náladu. Připraveno je více jak 20 přednášek a tradičně i další program.

Na setkání s Vámi příště na stránkách povrcháře a nejráději osobně na Myslívě se těší Vaši:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

## Předběžný program semináře:

### **Ochranné povlaky teplosměnných ploch kotlů pro spalování biomasy**

Ing. Otakar Brenner, CSc. - SVÚM a.s.

### **Termoplastické povlaky jako účinná prevence proti korozi**

Ing. Eva Ďurčovičová - ICOSA s.r.o.

### **Antikoroziní epoxidové nátěrové hmoty s nižším obsahem zinku**

Ing. Libuše Hochmannová, Ph.D. - SYNPO a.s.

### **Vysoce flexibilní chemická předúprava ENVIROX „SG“ (Alfipas 7816) v komerčních lakovnách**

Ing. David Jemelík - IDEAL – Trade Service s.r.o.

### **Vybrané příklady drsných struktur povlaků žárového zinku**

Ing. Vlastimil Kuklík - Wiegel CZ žárové zinkování s.r.o.

### **Stanovení příčin selhání povrchové úpravy bazénu**

Ing. Lubomír Mindoš - SVUOM s.r.o.

### **Protikoroziní ochrana a oprava ocelových konstrukcí systémem studeného pozinkování - ZINGA**

Ing. František Jaš, CSc. – RENOJAVA s.r.o.

### **Kompozitní povlak s nízkým koeficientem tření Zn-PTFE**

Ing. Miroslav Valeš - Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s.

### **Tvorba profesionálních protokolů s přístroji Elcometer**

Ing. Michaela Pospíšilová, Gamin s. r. o.

### **Aplikace a využití UV laků s vazbou na výzkumné a vývojové pracoviště GALATEK**

Ing. Miroslava Banýrová - Galatek a.s. Ledec nad Sázavou

### **Neelektrolytický vylučované povlaky s mikrolamelami zinku technologie Delta MKS**

Jiří Boháček – SVUM-CZ, s.r.o.

### **Požadavky na dodávky pásové oceli válcované za tepla a za studena**

Ing. Václav Machek – Ústav strojírenské technologie FS ČVÚT v Praze

### **Softwarové korozní analýzy**

Ing. Vít Jeníček - Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s.

### **Inovace v problematice přenosu elektrického proudu v galvanotechnice**

Mgr. Marcela Pažoutová - HENNLICH s.r.o.

### **Obrázky z koroze zinkových povlaků - vybrané příklady koroze v čistých atmosférách**

Ing. Jaroslav Sigmund

### **International Galvanizing Awards 2012**

Ing. Petr Strzyž – Asociace českých a slovenských zinkoven

### **Stanovení rozsahu korozního napadení slitin železa v laboratorním zařízení „korozní smyčky“**

Ing. Jaroslav Červený - Ústav strojírenské technologie FS ČVÚT v Praze

### **Nové způsoby oxidace neželezných kovů**

Dr. Vladimír Agartanov

**Na seminář je možné se ještě přihlásit na [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)**

## **Zinga – kombinovaná aktivní a pasivní ochrana ocelových konstrukcí**

Anna Guzanová<sup>1</sup>, Janette Brezinová<sup>1</sup>, Ing. Stanislava Fintová, PhD.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra technologií a materiálů, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach

<sup>2</sup>Katedra materiálového inženýrstva, Strojnícka fakulta, Žilinská univerzita, Žilina

Korózia spôsobuje obrovské ekonomické straty, v priemyselne vyspelých krajinách 4 až 5 % HDP ročne. Priame korózne straty predstavujú znehodnotený konštrukčný materiál. Preto je nutné neustále zlepšovať účinnosť protikorozinej ochrany. Najbežnejším spôsobom úpravy ocelových povrchov je tvorba ochranných povlakov. Z hľadiska rozsahu použitia protikorozinej ochrany najvýznamnejšia je katódová ochrana ocele obetovanou anódou – zinkom.

Korozná aktivita kovov sa v určitom rozmedzí ich potenciálov mení. Existujú oblasti rýchleho rozpúšťania kovu ale aj oblasti jeho stability - imunity, pasivity. Korózna aktivita závisí od charakteru kovu a prostredia, v ktorom sa nachádza. Elektrochemická ochrana spočíva v tom, že sa kovu vnútri potenciál, pri ktorom sa výrazne zníži jeho korózna rýchlosť, t.j. kov sa dostáva do imúneho alebo pasívneho stavu. Zmena potenciálu k zápornejším hodnotám, posúva kov do stavu imunity, teda do pozície katódy – hovoríme o katódovej ochrane. Posunom k vyšším potenciálovým hodnotám je možné niektoré kovy posunúť do pasívnej oblasti - hovoríme o anódovej ochrane.

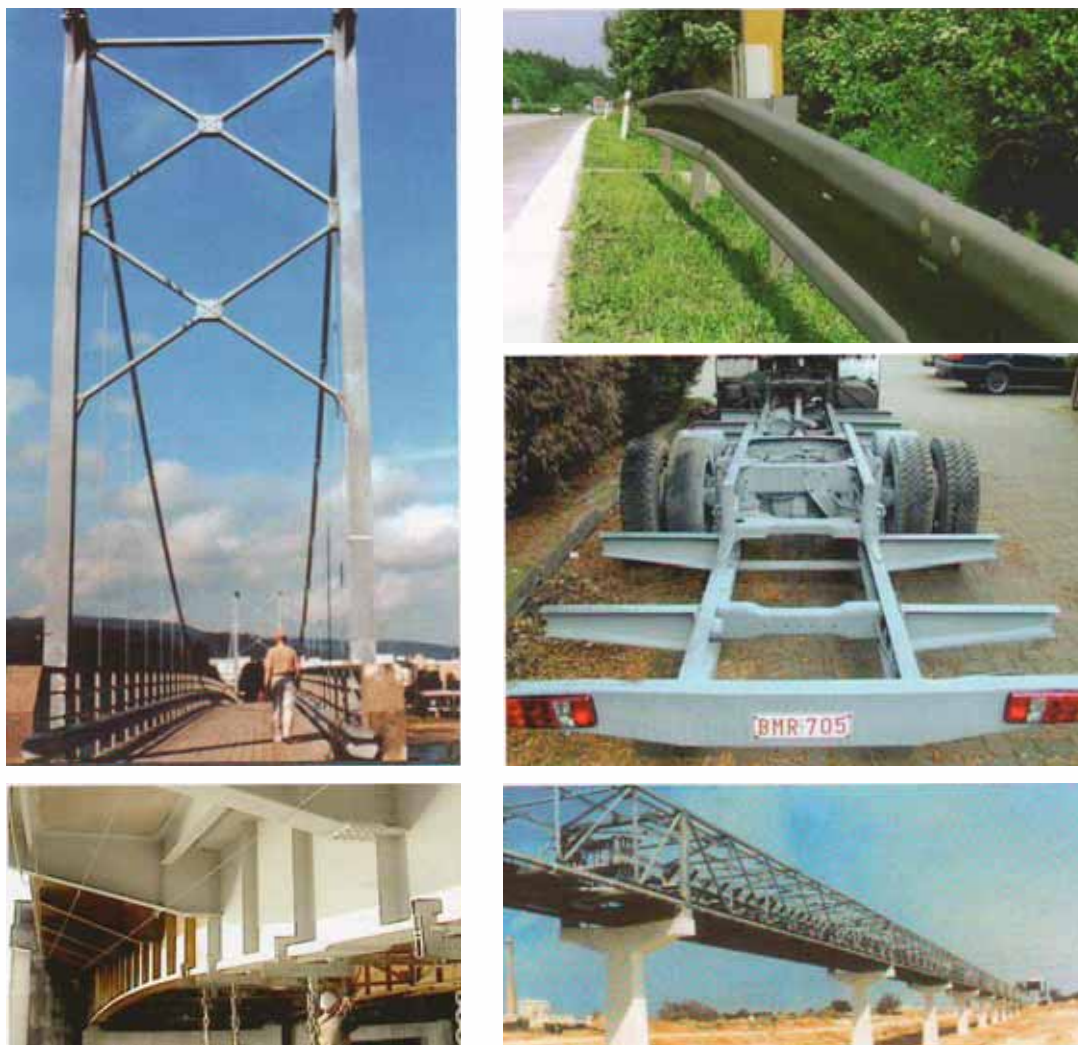
Zinok sa aplikuje na oceľ rôznymi technológiami – žiarovým zinkovaním ponorom do roztaveného zinku, galvanickou cestou alebo žiarovým nástrekom plameňom. Výsledkom snahy kombinovať pasívnu bariérovú ochranu a aktívnu katódickú ochranu je celá škála náterových hmôt obohatených zinkovým prachom rozptýleným vo vhodnej spojivovej báze. Obsah zinkových častíc sa v takýchto formuláciách pohybuje okolo 55-67%, teda na hranici kritickej objemovej koncentrácie pigmentu, čo závisí aj od tvaru zinkových častíc (sférický zinok, lamelárny zinok). Výnimočným náterovým systémom z tejto skupiny zinkom plnených náterových hmôt je náterová hmota **Zinga**.

Zinga obsahuje elektrolytický zinok s čistotou 99,995% bez obsahu olova či kadmia. Jeho obsah v živicovej spojivovej báze je tak vysoký, že po vytvrdení náter pozostáva z 96% z čistého zinku. V koróznom prostredí sa na povrchu tejto náterovej hmoty vytvára vrstva zinkových solí, ktorá tvorí bariéru proti ďalšej korózii. Okrem toho je pomocnou bariérou aj špecifické živicové spojivo.

Medzi silné stránky náterovej hmoty Zinga patria nasledujúce fakty:

- ✓ Zinga je jednozložkový náterový systém
- ✓ Jednoduchá a bezpečná aplikácia (štetcom, striekaním) priamo v teréne
- ✓ Dá sa aplikovať ako renovácia poškodených žiarovo zinkovaných povrchov
- ✓ Nie je senzitívna na nedokonale pripravený povrch (nie je nutné tryskanie, stačí odstrániť uvoľnené korózne produkty), mierna korózia podkladu ani zvýšená vlhkosť alebo mráz pri aplikácii nie je na závalu
- ✓ Plochy ošetrené náterom Zinga je možné kedykoľvek opakovane renovovať Zingou bez rizika separácie jednotlivých vrstiev, pretože už vo veľmi krátkom čase dochádza k ich dokonalej integrácii.
- ✓ Zingový náter má šedú – zinkovú farbu, je možné ho mechanicky leštiť a docieľiť kovový vzhľad výrobku.
- ✓ Ak je požiadavka na konkrétny farebný odtieň konštrukcie, môže sa Zinga aplikovať ako základný náter pod ďalšie vrstvy náteru s rôznou spojivovou bázou (duplexné, triplexné náterové systémy), čím sa zvýši životnosť náterového systému až 2,5x.
- ✓ Zinga má výbornú príľnavosť k oceli, je veľmi flexibilná, preto odoláva praskaniu v dôsledku tepelných dilatácií podkladu, alebo mechanického poškodenia abráziou či úderom
- ✓ Katodická ochrana náteru Zinga pôsobí aj pri lokálnom mechanickom poškodení povrchu v celej hrúbke povlaku.

Uvedené vlastnosti náteru Zinga predurčujú túto výnimočnú náterovú hmotu, ktorú z hľadiska zloženia nie je možné porovnávať s inými zinkom plnenými náterovými hmotami, na najnáročnejšie aplikácie určené do najagresívnejších korózných atmosfér (C4, C5-I, C5-M), ako sú mosty, zvodidlá, stĺpy elektrického vedenia, pilóty, nosníky, rúry, silá, lode, morské bóje atď., (obr. 1).



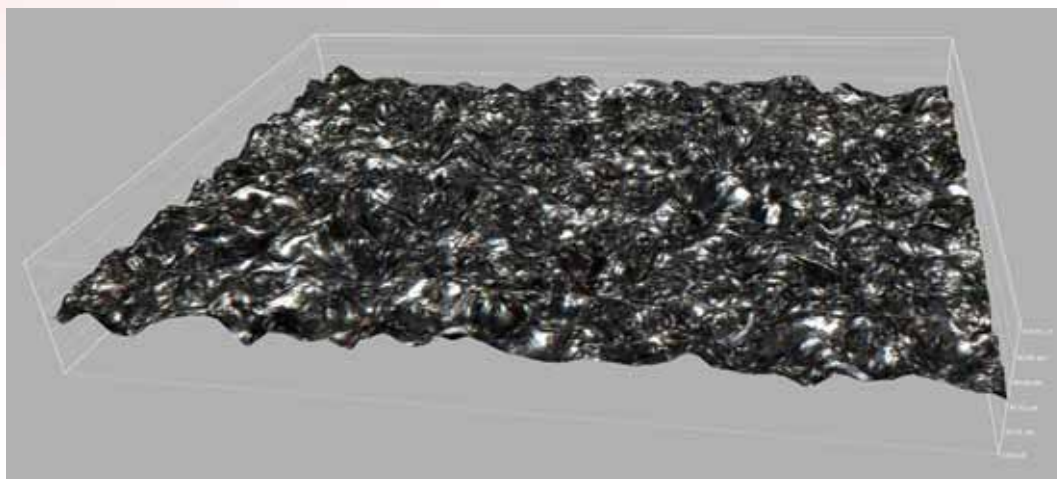
Obr. 1 Príklady aplikácie náteru Zinga

Na overenie deklarovaných vlastností náteru Zinga bola na Katedre technológií a materiálov SJF TUKE vykonaná séria skúšobných korózných testov. Pri testovaní bola náterová hmotu Zinga aplikovaná na oceľové skúšobné panely (S235JRG2) s vhodnou predúpravou. Následne bola exponovaná v prostredíach s rôznym stupňom korózneho agresivity: v prostredí s celkovou kondenzáciou vlhkosti s obsahom SO<sub>2</sub> a v kombinácii s UV žiarením, ponorom v prostredí posypových materiálov používaných pri zimnej údržbe komunikácií (NaCl a Solmag S), ako aj pri nízkych teplotách a po tepelných cykloch (-8°C, 25°C), Tab. 1.

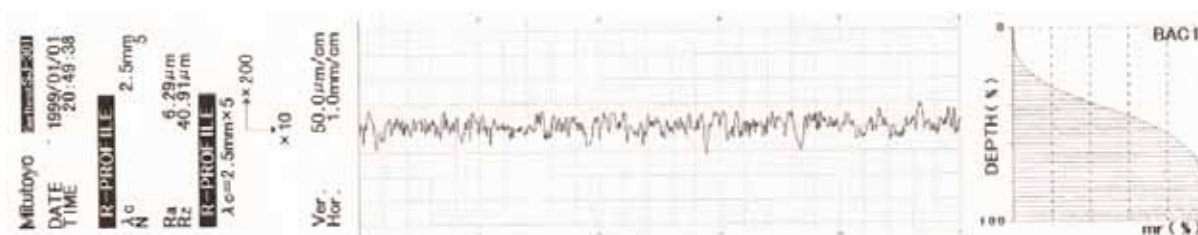
Tab. 1 Popis a označenie korózných prostredí, v ktorých boli skúšobné vzorky exponované

1	prostredie s prítomnosťou SO <sub>2</sub> , STN EN ISO 3231	celková dĺžka expozície 21 dní
2	modifikovaná cyklická skúška v prostredí SO <sub>2</sub> (4 dni) a UV žiarenia (3 dni)	celková dĺžka expozície 21 dní
3	modifikovaná cyklická skúška v prostredí nízkych teplôt (- 8°C 12h, 25°C 12h),	celková dĺžka expozície 21 dní
4	ponorová skúška v prostredí 5% roztoku NaCl v destilovanej vode, STN 03 8135	celková dĺžka expozície 21 dní
5	ponorová skúška v prostredí 5% roztoku ekologickej posypovej soli Solmag S v destilovanej vode, STN 03 8135	celková dĺžka expozície 21 dní

Predúprava povrchu substrátu pred aplikáciou povlaku Zinga bola realizovaná pneumatickým tryskaním (tlak vzduchu 0,4 MPa, vzdialenosť dýza – oceľový substrát 200 mm, abrazivo hnedý korund o zrnitosti 0,9 mm, výsledná drsnosť otryskaného substrátu: Ra = 6,18 µm, Rz = 40,31 µm). Vzhľad povrchu predupraveného pred aplikáciou náterovej hmoty a jeho profilograf sú uvedené na obr.2 a 3.



Obr. 2 Vzhľad povrchu predupraveného hnedým korundom.



Obr. 3 Profilograf povrchu predupraveného hnedým korundom

Na skúšobných vzorkách s náterom Zinga bol umelo vytvorený skúšobný rez až k oceľovému podkladu, s cieľom overiť ochrannú účinnosť zinku obsiahnutého v nátere pri jeho mechanickom poškodení. Výsledky hodnotenia korózne odolnosti náteru v okolí skúšobného rezu sú uvedené v Tab. 2.

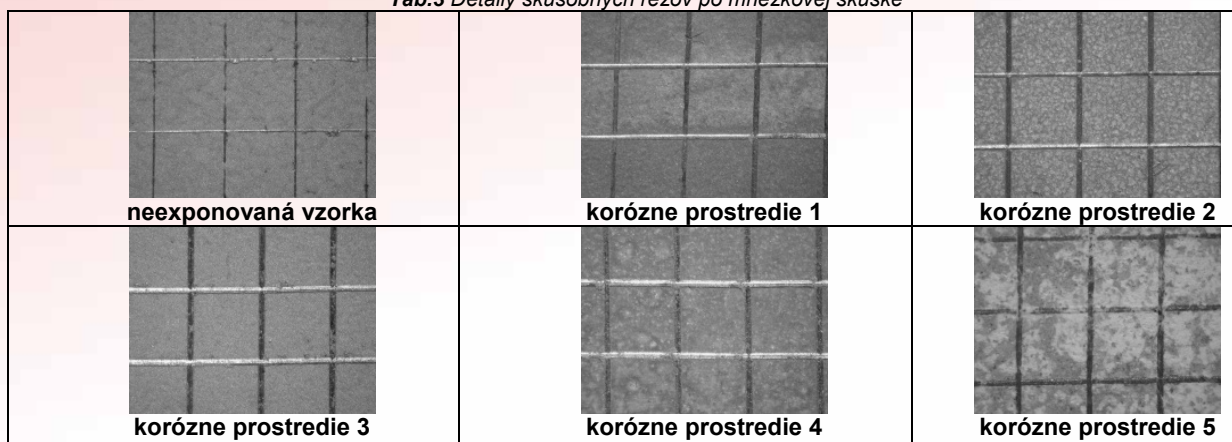
Tab.2 Vzhľad vzoriek s náterom Zinga so skúšobným rezom pred a po ich expozícii v korózných prostrediach



Z Tab. 2 je zrejmé, že nedošlo k výskytu koróznych produktov oceľového podkladu ani v jednom koróznom prostredí. Miesto vrypu je „utesnené“ koróznymi produktmi zinku, ktoré bránia korózii podkladového kovu.

Adhézia povlaku Zinga bola hodnotená mriežkovou skúškou (STN EN 582). Detailný vzhľad skúšobných rezov povlakom Zinga po jeho expozícii v rôznych prostrediach je uvedený v Tab. 3.

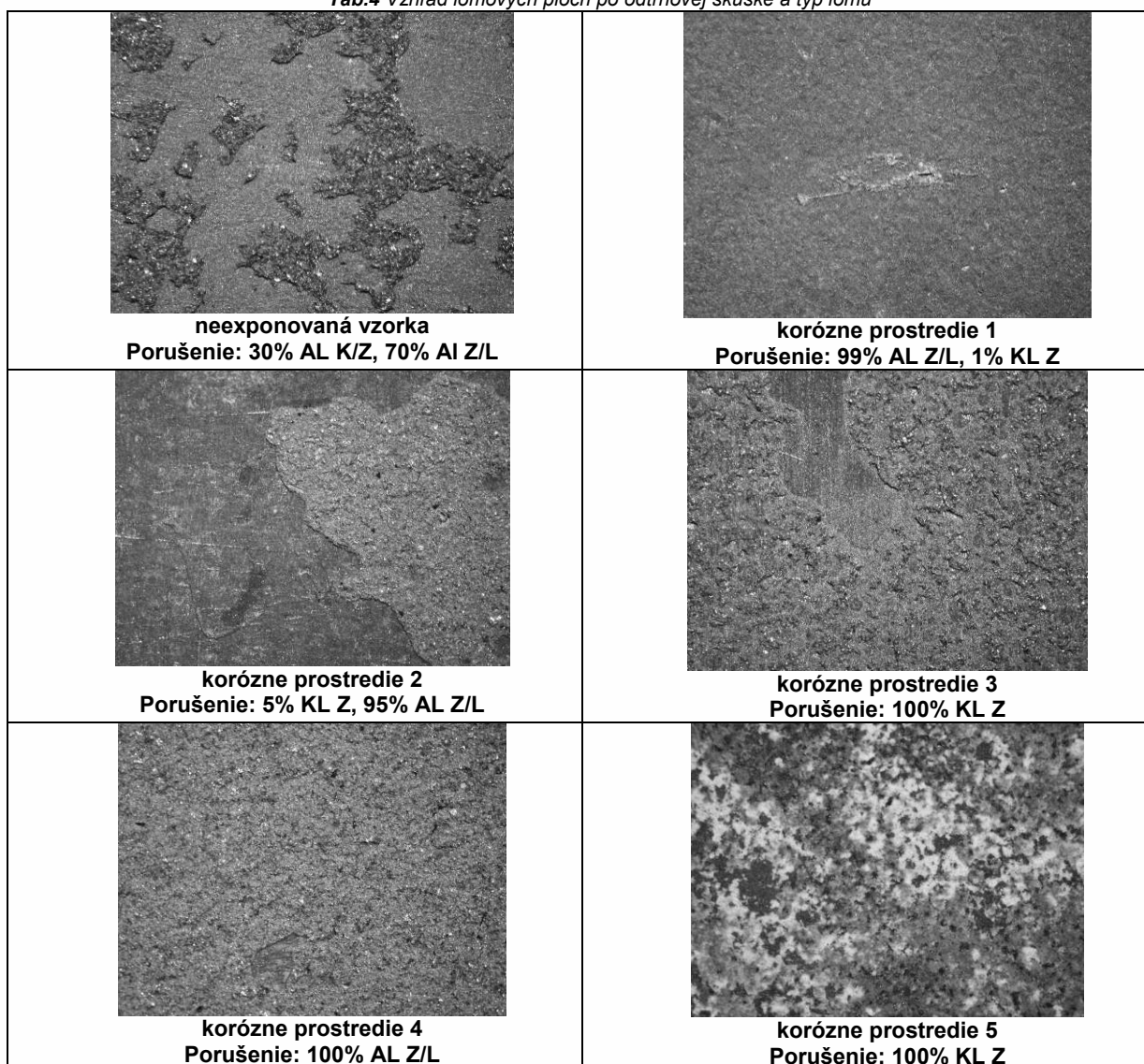
**Tab.3** Detaily skúšobných rezov po mriežkovej skúške



Z tab. 3 vyplýva, že príľnavosť povlaku hodnotená mriežkovým rezom sa pri jeho expozícii nemení, zodpovedá stupňu 0, čo podľa klasifikácie v zmysle STN EN 582 znamená veľmi dobrú príľnavosť, odstránenie povlaku z rezov maximálne na 5% plochy.

Na kvantifikovanie väzobných síl povlaku k podkladu bola vykonaná i odtrhová skúška (pull-off test, ISO 4624). Detailný vzhľad lomovej plochy povlaku a typ vzniknutého porušenia sú uvedené v tab. 4.

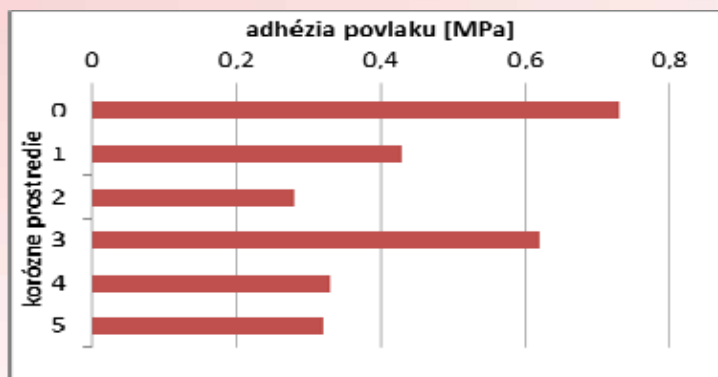
**Tab.4** Vzhľad lomových plôch po odtrhovej skúške a typ lomu



AL – adhézny lom na medzifázovom rozhraní

KL – kohézny lom v niektorej fáze

K – kovový substrát, Z – povlak Zinga, L – lepidlo (ChS Epoxy 1200)



Obr. 4 Zmena adhézie povlaku po expozícii v korózných prostrediach

Na obr.4 je grafické znázornenie zmeny adhézie povlaku po expozícii v korózných prostrediach. Najvýraznejší pokles adhézie bol zaznamenaný po expozícii v prostredí č.2. Z výsledkov pull-off testu vyplýva, že prínavosť povlaku Zinga je veľmi dobrá, pretože vo väčšine prostredí nedošlo k porušeniu medzifázového rozhrania medzi substrátom a povlakom.

## Záver

Napriek tomu, že povlaky zinku v závislosti od ich hrúbky dokážu chrániť oceľ desiatky rokov, priemyselný rozvoj prispel k znečisteniu atmosféry, ktorá vedie k urýchleniu rozpúšťania zinkových povlakov, k zvýšeniu koróznej rýchlosti a teda k skráteniu ochrany pred koróziou základného materiálu. Za účelom zvýšenia účinnosti ochranných povlakov sa na kovové povrchy aplikujú dodatočné nátery, ktoré sú voči okolitej atmosfére inertné, tvoria bariéru medzi chráneným kovovým materiálom a okolím a dodávajú konštrukcii aj dekoratívny vzhľad.

Z hodnotenia koróznej odolnosti náteru vyplýva, že Zinga plní aktívnu protikoróznú úlohu. Bráni korózii v mieste umelého narušenia povlaku rovnako pri jej samostatnej aplikácii, ako aj pri jej aplikácii ako základ pod duplexné a triplexné povlaky. Druhá a tretia vrstva sa v týchto systémoch tvorí pasívnu bariéru, prípadne plní estetickú funkciu.

Na základe celého súboru experimentálnych prác je možné v plnej miere potvrdiť výrobcom deklarované vlastnosti tohto unikátneho náteru a odporučiť ho pre použitie v tých najťažších korózných podmienkach.

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu KEGA č. 059TUKE-4/2012 a projektu „Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve (ITMS:26220120060).

## Literatúra:

- [1] Guzanová, A., Brezinová, A., Jaš, F.: Zinga – náterová hmota s vlastnosťami galvanických vrstiev. Strojárstvo/Strojírnenství, Strojárstvo Extra, október 2012 s. 94-96.
- [2] Palma E., Puente J.M., Morcillo M.: The atmospheric corrosion mechanism of 55%Al-Zn coating on steel Original Research Article Corrosion Science, Volume 40, Issue 1, January 1998, Pages 61-68
- [3] Matsuzaki A., Yamaji T., Yamashita M.: Development of a new organic composite coating for enhancing corrosion resistance of 55% Al-Zn alloy coated steel sheet Original Research Article Surface and Coatings Technology, Volumes 169–170, 2 June 2003, Pages 655-657
- [4] Ábel, M. - Chomjaková, I. - Brezinová, J.: Vlastnosti náterových systémov hlboko plnených zinkom. 2004. In: Transfer inovácií. 7/2004. - Košice: TU-SJF, 2004 S. 113 -115. ISBN 8080732221

## Tvorba tenkých uhlíkových vrstev metódou IBAD na slitině Ti6Al4V

Vladimír Jech<sup>1</sup>, Josef Šepitka<sup>1</sup>, Zdeněk Tolde<sup>1</sup>, Zdeněk Weiss<sup>2</sup>, Jakub Kronek<sup>1</sup>

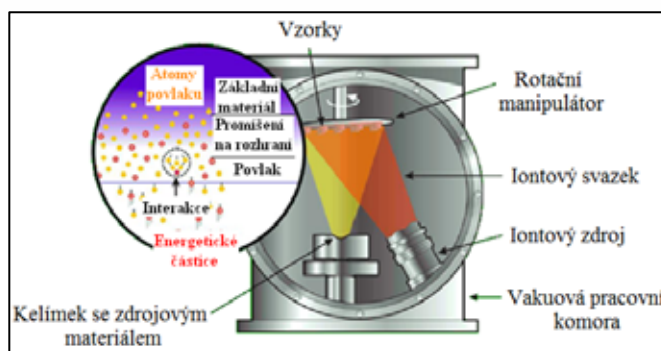
<sup>1</sup>ČVUT v Praze, FS, <sup>2</sup>LECO Instrumente Plzeň s.r.o

### Úvodem

Titanová slitina Ti6Al4V je v súčasnej dobe stále nejrozšírenejší titanovou slitinou využívanou v medicíne, a to predovšetkým v ortopedii, kde slouží pro výrobu různých kloubních náhrad. Její přednosti plynou zejména z výhodného poměru pevnosti k hustotě, korozní odolnosti a biokompatibility. Jejím většímu rozmachu však brání její tribologické vlastnosti, které jsou obecně špatné. Aby jí bylo možné bez problémů používat i pro takové účely, je zapotřebí ji vhodným způsobem povrchově upravit. Jako jednou z možností se jeví metoda IBAD (Ion Beam Assisted Deposition), což je druh nekonvenční povrchové úpravy založené na využití iontových a elektronových svazků.

### Co je to metoda IBAD

IBAD je proces pro depozici tenkých vrstev, kombinující napařování (nebo jinou PVD metodu) a iontovou implantaci v prostředí vysokého vakua [1, 2]. Jednotlivé atomy či molekuly materiálu, ze kterého má tenký povlak vzniknout stoupají ve formě par k povrchu výrobku, kde kondenzují a vytváří tak vrstvu. Současně je povrch se vznikající vrstvou bombardován energetickými ionty. Výrobky jsou během procesu umístěny na rotačním manipulátoru ve vakuové pracovní komoře tak, aby ležely v průsečniku par povlakovacího materiálu a dopadajícího iontového svazku. Takovýto proces je označován jako „simultánní IBAD“ (obr. 1).



Obr. 1: Zařízení a princip metody IBAD s využitím elektronového děla [1]

Dále je možné provádět tzv. „sekvenční IBAD“, kdy se nejprve v pracovní komoře ve vakuu napaří či napráší tenká vrstva požadovaného složení a až poté je tato bombardována energetickými ionty. Sekvenční režim je využíván především tam, kde není k dispozici iontový zdroj (nebo nemá vhodné parametry) a PVD zařízení v jedné pracovní komoře.

Pomocí metody IBAD lze vytvořit mnoho různých druhů kovových a keramických vrstev. Příkladem ušlechtilých vrstev může být stříbro, zlato, platina a titan. Některé tyto povlaky jsou využívány pro zlepšení bio-kompatibility a zaručují vodivost. Povlaky stříbra jsou také využívány pro tvorbu antibakteriálních povrchů v medicínském průmyslu. Mezi keramické povlaky patří  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  [3], TiN, TiCN, AlN [4], TiAlN. Keramické povlaky jsou využívány především pro zvýšení odolnosti výrobku proti opotřebení. Metodou IBAD lze také vytvořit gradientní vrstvy [5].

## Proč právě uhlík

Jedním z nejzajímavějších chemických prvků v přírodě je uhlík, který se vyskytuje jak ve formě jednoho z nejměkčích materiálů s dobrými kluznými vlastnostmi – grafit, tak zároveň jako nejtvrďší známý materiál vůbec – diamant. Uhlík je navíc biokompatibilní a netoxický.

V našem experimentu jsme se proto rozhodli na povrch slitiny Ti6Al4V aplikovat sekvenční formu metody IBAD za účelem vytvoření gradientní uhlíkové vrstvy. Tedy nejprve na povrchu slitiny vytvořit tenkou uhlíkovou vrstvu a poté provést implantaci dusíku. Výsledný povrch by měl vykazovat dobré kluzné vlastnosti a zároveň mít dostačující tvrdost. Pro ověření naší hypotézy byly u takto modifikovaného povrchu titanové slitiny Ti6Al4V následně vyšetřovány tribologické vlastnosti, tvrdost a složení.

## Postup při modifikaci povrchu Ti6Al4V metodou IBAD

Vzhledem k proveditelnosti naplánovaných analýz byly zvoleny zkušební vzorky ve tvaru disku s průměrem 2 cm a výškou 0,6 cm (obr. 2). Tyto vyleštěné vzorky ( $Ra \leq 20$  nm) bylo nejprve nutné zbavit zbytkových nečistot a mastnot, které mohly na jejich povrchu ulpět během manipulace v průběhu výroby a leštění. Čištění vzorků bylo realizováno jak chemickou cestou (ultrazvuk – izopropylalkohol), tak odprašování iontovým svazkem.

Odprašování iontovým svazkem za účelem dodatečného čištění povrchu bylo realizováno v zařízení IBAD. Do iontového zdroje byl přiváděn argon a vzniklým iontovým svazkem ( $U = 700$  V,  $I = 30$  mA) se z povrchu vzorku odprašovaly nečistoty, které nebylo možné odstranit předešlým chemickým čištěním.

Vzhledem k předchozím zkušenostem bylo rozhodnuto vytvořit na povrchu titanové slitiny uhlíkovou vrstvu s tloušťkou 40 nm. Pokud si představíme, že 1 nm (tedy  $10^{-9}$  m) odpovídá přibližně tisícíně tloušťky lidského vlasu, jedná se opravdu o velice tenkou vrstvu.

Proces napařování probíhal tak, že do kelímku v pracovní komoře zařízení IBAD byla umístěna grafitová tableta, která po celou dobu depozice vykonávala rotační pohyb konstantní rychlostí. Touto rotací byla při depozici zaručena rovnoměrná sublimace materiálu z větší plochy tablety. Pokud by tableta zůstala ve statické poloze, vznikl by v ní po čase kráter, který by při pokračujícím napařování mohl zapříčinit lokální propálení tablety a tím i její zničení.

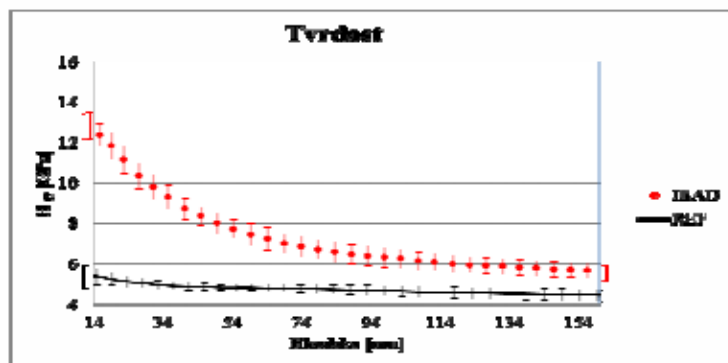
Doba napařování se odvíjí od napařovaného materiálu a potřebné tloušťky vrstvy. V našem případě jsme 40 nm uhlíku napařovali elektronovým dělem přibližně 30 min.

Pro následnou implantaci byl zvolen dusík a energie iontového svazku 90 keV, což mělo zajistit co možná nejlepší atomární míšení na rozhraní vrstva – základní materiál. Právě energie iontového svazku je totiž jedním z faktorů, které udávají tzv. iontový dosah. Tedy hloubku implantace částic v pevné látce – hloubku, do které urychlené částice svazku doletí před tím, než se zastaví. Fluence dusíkových atomů (celkový počet atomů které dopadnou na jednotku plochy za celou dobu implantace) byla zvolena po předchozích zkušenostech na  $5 \times 10^{16}$  at/cm<sup>2</sup>.

Požadavkem bylo, aby se velká část atomů uhlíku z napařené vrstvy „vtlačila“ do povrchu titanové slitiny Ti6Al4V. Vlivem implantace dusíkových atomů by pak v povrchové vrstvě slitiny měly vzniknout fáze TiN a TiC, díky nimž by měl být výsledný povrch podstatně tvrdší a vykazovat daleko lepší kluzné vlastnosti v porovnání s nemodifikovanou slitinou.

## Dosažené výsledky u zkušebních vzorků

Vyšetřování tvrdosti bylo realizováno na ČVUT v Praze, FS, která disponuje oficiální demo laboratoří firmy Hysitron, Inc. Kvazistaticky, silou řízený experiment probíhal na systému Hysitron TribolDenterTM s diamantovým hrotem Berkovich, při teplotě 23,6°C. Na obr. 3 je porovnání průběhů tvrdostí referenčního vzorku (čistý vzorek bez povrchové úpravy) se vzorkem modifikovaným metodou IBAD v závislosti na hloubce. Je vidět, že provedená povrchová úprava vedla k podstatněmu navýšení povrchové tvrdosti titanové slitiny ( $H_{max} = 12,4$  GPa). Klesající průběh křivky tvrdosti je dán ubývajícím množstvím dusíku (a tedy i fáze TiN) s rostoucí hloubkou.



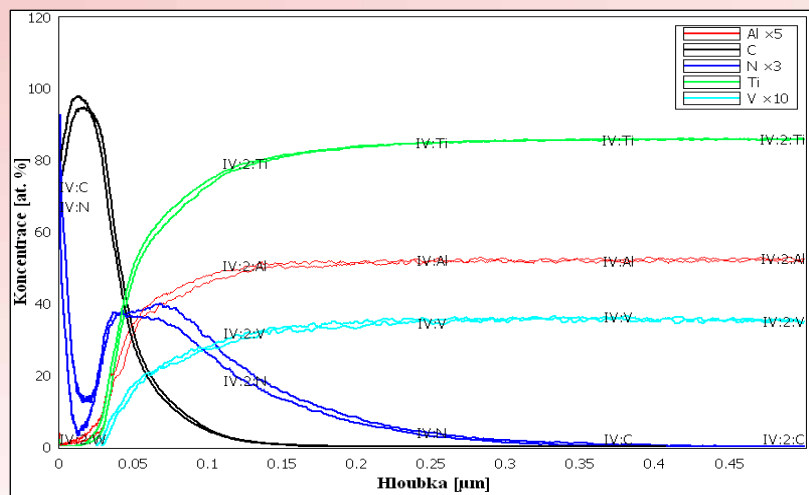
Obr. 3: Průběh závislosti tvrdostí na hloubce pro vzorek modifikovaný metodou IBAD a pro vzorek referenční

Vyšetřování hloubkových koncentračních profilů probíhalo za spolupráce se společností LECO Instrumente Plzeň spol. s r.o. Vzorek byl pro kontrolu laterální homogenity analyzován metodou GDOES (Glow Discharge Optical Emission Spectroscopy) na dvou místech. Použito bylo zařízení LECO GDS850A, což je druh optického emisního spektrometru se spektrálním zdrojem založeným na doutnavém výboji s plochou katodou. V tomto uspořádání má funkci katody sám vzorek a výboj nastává v argonu. Atomizace povrchu vzorku probíhá mechanismem katodového rozprašování. V plazmatu doutnavého výboje se odprašené atomy excitují a při následné de-excitaci emitují charakteristické záření, které se analyzuje optickým spektrometrem. Přesnost této metody závisí na kalibraci zařízení pro jednotlivé vyšetřované prvky. V našem případě je chyba u hlavních prvků v základním materiálu (Ti6Al4V) v řádu jednotek procent.

Výsledek analýzy GDOES je na obr. 4. Z grafu vyplývá, že v obou vyšetřovaných místech jsou na povrchu vzorku vysoké koncentrace uhlíku a zároveň došlo k začlenění uhlíkových atomů do povrchu titanové slitiny. Uhlík je totiž detekovatelný až do hloubky cca 175 nm pod povrchem. Lze tedy konstatovat, že na rozhraní vrstva – základní materiál nastalo díky implantaci dusíku k požadované atomární míšení.



Obr. 2: Zkušební vzorek z Ti6Al4V

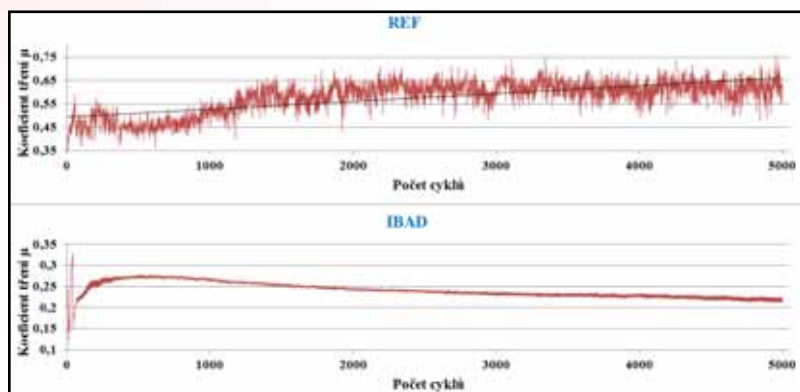


Koeficienty tření povrchově upraveného a referenčního vzorku byly vyšetřovány na Ústavu materiálů FS ČVUT na Karlově náměstí. Analýza byla prováděna za sucha a při pokojové teplotě na tribometru „Pin-on-Disc“. Jako PIN sloužila ocelová kulička s průměrem 6 mm. Normálová síla byla nastavena na 1 N a rychlost rotace na 9,5 cm/s.

Z obr. 5 vyplývá, že průměrná hodnota koeficientu tření se u referenčního vzorku pohybuje okolo  $\mu = 0,6$ . Dále je patrné, že koeficient tření během testu stále lineárně roste. Průměrná šířka dráhy vytvořená PINem byla cca 0,63 mm. Z obr. 5 je dále zřejmé, že u vzorku který byl povrchově modifikován metodou IBAD došlo vzhledem k referenčnímu vzorku k podstatnému snížení koeficientu tření. Z grafu je vidět, že ani po 5000 cyklech, kdy bylo testování ukončeno, nedochází k žádnému porušení povrchové vrstvy. Koeficient tření se blíží k hodnotě  $\mu = 0,2$ , což je třetinová hodnota v porovnání se vzorkem referenčním.

**Obr. 4:** Koncentrace vybraných prvků závislosti na hloubce získané pomocí metody GDOES na vzorku C4

**Obr. 5:** Průběh koeficientu tření v závislosti na počtu cyklů referenčního vzorku (nahore) a vzorku povrchově upraveného metodou IBAD (dole)



**Aplikace tenké uhlíkové vrstvy připravené metodou IBAD na polotovary prstního kloubu z Ti6Al4V a vyšetřování tribologických vlastností na simulátoru kloubního opotřebení**

Jelikož se jednoznačně prokázal příznivý vliv uhlíkové vrstvy připravené metodou IBAD na tribologické vlastnosti a povrchovou tvrdost titanové slitiny Ti6Al4V, bylo rozhodnuto podrobit takto modifikovanou slitinu dalšímu tribologickému testu. K dispozici nám byl polotovary prstního kloubu z Ti6Al4V a protikus v podobě jamky z PEEKu (polyether-ether keton). Hlavice kloubu byla povrchově modifikována způsobem popsaným v předchozím textu (40 nm uhlíku +  $5 \times 10^{16}$  at/cm<sup>2</sup> dusíku). Dvojice kloub – jamka pak byla testována na simulátoru kloubního opotřebení (KKK ELO 2007) v laboratoři biotribologie při Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky na Fakultě strojní, ČVUT v Praze. Kromě této dvojice byla vyšetřována i dvojice referenční, tj. hlavice bez povrchové úpravy.

Testování probíhalo při teplotě 37°, zatěžující síle  $F = 100$  N a frekvenci  $f = 1$  Hz ve fyziologickém roztoku (9g NaCl / 1l H<sub>2</sub>O) tak, že jamka konala vratný pohyb kolem své osy v rozmezí  $\pm 8^\circ$  a kloub pohyb kyvný, rovněž v rozmezí  $\pm 8^\circ$  (obr. 6).

Jelikož je analyzování jakýchkoli kulových ploch (konvexních či konkávních) velice obtížné, probíhalo vyhodnocení testů vždy po 10.000 cyklech pouze vizuálně. Na obr. 7 je fotografie referenční dvojice po proběhnutí právě 10.000 cyklů. Je vidět, že hlavice je již značně opotřebená. V jamce byly zadřeny fragmenty uvolněné z titanové hlavice, které jsou na obrázku jasně patrné v podobě černých teček na vnitřním povrchu jamky. Lze tedy konstatovat, že referenční dvojice nevydržela ani základní počet cyklů.

Na obr. 8 je vyfocena dvojice s hlavici opatřenou uhlíkovým povlakem pomocí metody IBAD. U této dvojice nebylo vidět žádné znatelné poškození ani po 230.000 cyklech. První známky opotřebení byly patrné až při kontrole po 240.000 cyklech (obr. 9). Z fotografie je však zřejmé, že se jedná jen o striktně lokální poškození hlavice, které nevykazuje plošný charakter. Jamka dále nejvíce žádné větší stopy po opotřebení.



**Obr. 6:** Průběh tribologického experimentu na simulátoru kloubního opotřebení dvojice kloub - jamka



**Obr. 7:** Referenční hlavice kloubu a jamka po 10 000 testovacích cyklech





Obr. 8: Hlavice kloubu povrchově modifikovaná metodou IBAD a jamka po 230 000 testovacích cyklech



Obr. 9: Hlavice kloubu povrchově modifikovaná metodou IBAD a jamka po 240 000 testovacích cyklech

## Závěr

Závěrem lze říci, že uhlíkové povlaky mají v medicíně své nezastupitelné místo. V současné době jsou již zaznamenány snahy průmyslově povrchově upravovat titanovou slitinu Ti6Al4V právě tímto druhem povlaků. Jedná se však výhradně o metody (většinou založené na plazmatu), díky nimž dochází k depozici povlaku pouze na povrch titanové slitiny. V takovýchto případech je pak velmi ošemetná otázka dostatečné adheze povlaku k povrchu výrobku, která zejména u tlustších uhlíkových povlaků bývá z důvodu velkého vnitřního prnutí špatná. Překlenutí tohoto problému může spočívat v použití metody IBAD, díky které je možné připravit povlak, jež je částečně zakotven do povrchové vrstvy výrobku, čímž dochází k výraznějšímu zlepšení adheze. I když je metoda IBAD v ČR teprve na začátku svého výzkumu ukázali jsme, že s její pomocí je možné podstatně zlepšit povrchovou tvrdost a tribologické vlastnosti titanové slitiny Ti6Al4V a má tak velký potenciál využití například právě v medicíně.

## Literatura:

- [1] JAIN, I.P. a Garima AGARWAL. Ion beam induced surface and interface engineering. *Surface Science Reports* [online]. 2011, roč. 66, 3-4, s. 77-172 [cit. 2012-08-21]. ISSN 01675729. DOI: 10.1016/j.surfrep.2010.11.001. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167572910000944>
- [2] RAUTRAY, Tapash R., R. NARAYANAN a Kyo-Han KIM. Ion implantation of titanium based biomaterials. *Progress in Materials Science* [online]. 2011, roč. 56, č. 8, s. 1137-1177 [cit. 2012-08-22]. ISSN 00796425. DOI: 10.1016/j.pmatsci.2011.03.002. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0079642511000430>
- [3] WANG, Jizhou, Yuqing XIONG, Duoshu WANG a Hongkai LIU. Study on preparation and characters of one multi-function SiO<sub>2</sub> film. *Physics Procedia* [online]. 2011, roč. 18, s. 143-147 [cit. 2012-08-23]. ISSN 18753892. DOI: 10.1016/j.phpro.2011.06.072. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1875389211004032>
- [4] SUN, Y.D., M. TAN, J. GONG, M.Y. LIU, G.Q. LIU, X.Y. DENG a D.J. LI. Effect of Modulation Period and N Beam Bombarding Energy on the growth of Nanoscale ZrB<sub>2</sub>/AIN Multilayered Coatings Prepared by IBAD. *Physics Procedia* [online]. 2011, roč. 18, s. 154-159 [cit. 2012-08-23]. ISSN 18753892. DOI: 10.1016/j.phpro.2011.06.074. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1875389211004056>
- [5] VOLZ, K, M KIUCHI, M OKUMURA a W ENSINGER. C-SiC-Si gradient films formed on silicon by ion beam assisted deposition at room temperature. *Surface and Coatings Technology* [online]. 2000, 128-129, s. 274-279 [cit. 2012-08-23]. ISSN 02578972. DOI: 10.1016/S0257-8972(00)00604-6. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0257897200006046>

## Omezená odolnost pozinkovaných materiálů v rozvodech teplé užitkové vody

Jan Kudláček, Viktor Kreibich, Jaroslav Červený

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie

Cílem tohoto článku je především upozornit na základní poznatky, normy, předpisy a odborné texty, které se zabývají závažným problémem - selháním protikorozní ochrany zinkovaných ocelových materiálů určených pro rozvody teplé užitkové vody.

Poměrně často se objevují případy korozního poškození pozinkovaných ocelových materiálů především v systémech rozvodů a zařízení pro ohřev teplé užitkové vody (TUV). Přesto, že se kvalita zinkování neustále zlepšuje, dochází k místnímu koroznímu poškození a to především během krátké doby od kolaudace nových staveb nebo rekonstrukce vodovodních rozvodů provedených z prokazatelně kvalitních pozinkovaných materiálů a zařízení. Nejdříve se v takovýchto případech během krátké doby (6 až 12 měsíců) objevují v teplé vodě korozní produkty železa a voda se tak stává nepoužitelnou. Následně dochází rychle až k místnímu prokorodování základního materiálu.

Na systémy rozvodů vody se dlouhodobě a úspěšně používaly a i dnes používají žárově pozinkované ocelové materiály (roury, zásobníky a fitinky). Životnost těchto systémů je vyhovující danému účelu a to i v systémech TUV při dodržování všech zásadních doporučených provozních parametrů vycházejících z teoretických i praktických poznatků protikorozní ochrany oceli zinkem.

## Provozní parametry rozvodů TUV

Životnost materiálů a jejich povrchů závisí obecně vždy na jejich namáhání (mechanickém, chemickém, korozním,...). I obecná definice koroze vychází z vnějších destruktivních vlivů na materiál.

Provozní parametry a tudíž i pokyny pro projektanty a provozovatele vycházejí a měly by vycházet z platných norem, příruček a předpisů.

Platné normy a předpisy pro rozvody teplé užitkové vody uvádí, že je potřebné z důvodu omezení koroze při návrhu a provozování těchto systémů dbát řady opatření, z nichž velmi důležitá jsou především tato:

- teplota vody v místě odběru nesmí poklesnout pod danou minimální hodnotu (obvykle 45°C) a v místě ohřevu nesmí překročit danou maximální hodnotu (obvykle 60°C) - (z těchto hodnot vyplývá, že provozní teplota potrubí a zařízení je pod 60°C)
- rychlost proudění vody by měla být nad danou minimální hodnotou (obvykle 0,01 m.s<sup>-1</sup>) a pod danou maximální hodnotou (obvykle 0,5 m.s<sup>-1</sup>)
- koncentrace chloridů je maximálně přípustná podle použitého materiálu (pro pozinkovanou ocel je přípustná obvykle hodnota 100 mg.l<sup>-1</sup>)
- tvrdost vody respektive koncentrace jednotlivých minerálů nebo součtu jejich hodnot je limitní a doporučená (nejčastěji se uvádí hodnota součtu obsahů vápníku a hořčíku, která má být minimálně 0,4 mmol.l<sup>-1</sup>)
- velmi častá jsou opatření, kdy limity výše uvedených hodnot teploty vody mající vliv na tvorbu bakterií (zejména Legionelly pneumophily), jsou překračovány. Právě tato opatření mohou být v rozporu s doporučenými maximálními hodnotami teploty TUV z důvodů protikorozních.

## Protikorozní ochrana ocele zinkem

Je důležité připomenout, že životnost povlaku zinku nezávisí jen na jeho tloušťce, ale především na korozní rychlosti zinku v daném prostředí (obr. 1).



Obr. 1 Porovnání korozního poškození součásti v atmosféře a ve vodě.

## Zinkové povlaky chrání ocel proti korozi dvěma způsoby:

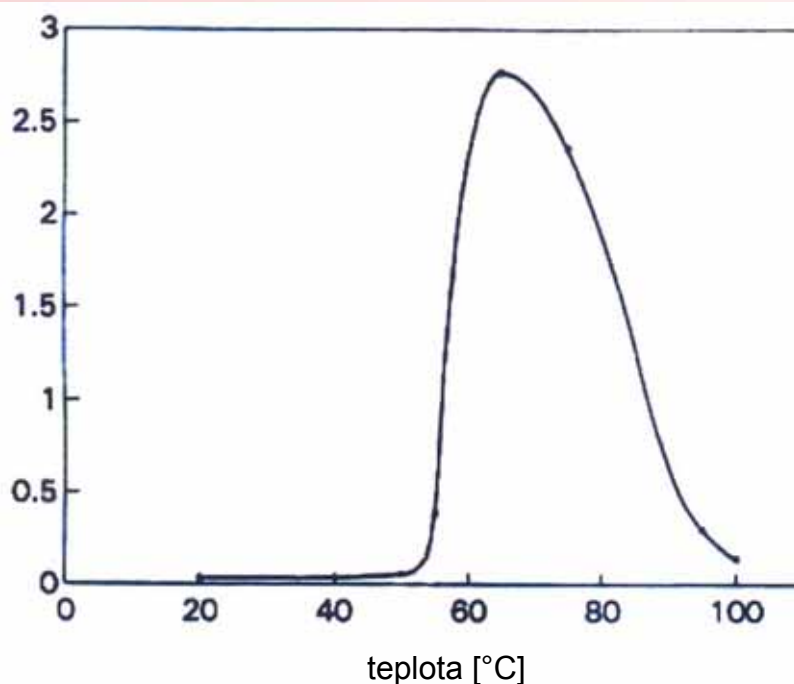
- bariérově, brání kyslíku a vlhkosti, aby se dostaly do kontaktu s ocelí, přičemž bariérová ochrana je dána tloušťkou zinku a jeho korozní rychlostí v daném prostředí
- elektrochemickým mechanismem, zajištěním katodické ochrany ocelí v místě poškození povlaku a pórů v povlaku

Zinek je kov s nízkým elektrochemickým potenciálem. Jeho korozní rychlost je ve většině prostředí nízká vlivem svých korozních produktů, kterými se povlak, respektive povrch zinku rychle pokryje a které ho obvykle v běžných prostředích a za určitých podmínek chrání před další korozi.

Korozní rychlost je obecně dána úbytkem tloušťky povlaku [ $\mu\text{m.rok}^{-1}$ ] nebo úbytkem plošné hmotnosti [ $\text{g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$ ] a závisí na korozní agresivitě daného prostředí (atmosféře, kapalině, vodě, půdě). V atmosféře závisí korozní odolnost u zinku především na teplotě, vlhkostních podmínkách a na znečištění prostředí. Ve styku se vzdušným kyslíkem se na povrchu zinku zpočátku tvoří oxid zinečnatý s malou ochrannou schopností. Působením vlhkosti a oxidu uhličitého se tvoří dále na povrchu zinku zásadité uhličitany zinku, které jsou velmi málo rozpustné ve vodě a mají dobrou přilnavost k zinku, a tak vytváří kompaktní dobrou ochranu zinku v čisté atmosféře. Při znečištění ovzduší větším obsahem oxidu siřičitého dochází k reakci uhličitanu zinečnatého na rozpustný siřičitan zinečnatý a na síran zinečnatý a tak k nebezpečí místního zvýšení korozní rychlosti v znečištěné atmosféře oxidy síry v součinnosti z vlhkostí či dešťovými srážkami. Proces korozních dějů zinku je místně ovlivněn elektrochemickou korozi v případě ovlhčení povrchu. Korozní odolnost zinku v atmosféře je obecně velmi dobrá.

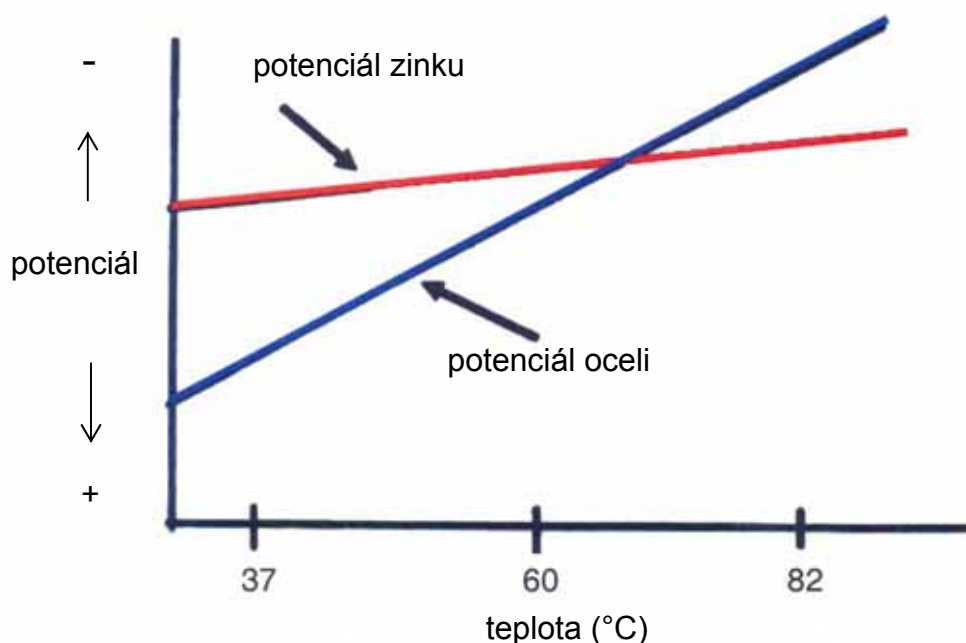
Ve vodách má zinek svoji korozní odolnost závislou především na složení daného prostředí. Největší význam má její teplota, hodnota pH, rychlost proudění a obsah rozpuštěných nebo pevných látek (pro zinek agresivních resp. se zinkem reagujících). Navíc v závislosti na elektrické vodivosti kapaliny dochází k elektrochemickým (korozním) dějům, které mají podstatný význam na životnost zinku resp. chráněného materiálu. Rychlost koroze zinku je poměrně nízká v rozsahu pH 5,5 až 12,5 a při nízkých teplotách 0° až 20°C.

Teplota má na korozi zinku ve vodách značný význam. Například v intervalu 55° až 100°C ztrácí ochranné vrstvy zinku přilnavost, odpadávají a odhalují nový čistý povrch zinku. Korozní rychlost je největší u teplot blízkých 70°C (obr. 2).

úbytek zinku [ $\text{mm}\cdot\text{r}^{-1}$ ]

Obr. 2 Rychlost koroze zinku v provzdušněné destilované vodě v závislosti na teplotě.

Zinkový povlak vykazuje určité specifické chování již v teplé vodě blízké 60°C. Vlivem změny polarity zinkového povlaku (obr. 3) vůči chráněné oceli dochází k intenzivnímu koroznímu napadení oceli (voda znečištěna korozními produkty) a začíná velmi intenzivní bodová koroze oceli podporovaná navíc nedostatkem kyslíku pod korozními úsadami (obr. 4). Při teplotě 55°C lze předpokládat rovnoměrnou korozní rychlost zinku v TUV cca 40 až 50  $\mu\text{m}\cdot\text{rok}^{-1}$ . (Tloušťka povlaku žárového zinku na ocelovém potrubí a zařízení je obvykle v souladu s platnými normami 50  $\mu\text{m}$  až 60  $\mu\text{m}$ .)

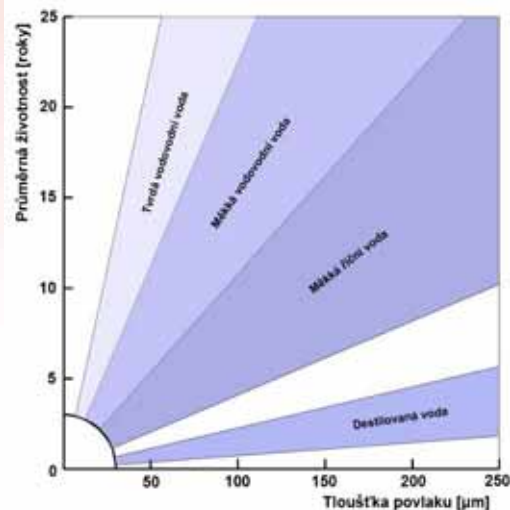


Proudící voda a dostatek minerálních látek jsou důležité pro protikorozní ochranu zinku. Rychlost vody vyšší než 0,5 m.s-1 na povrchu zinku však brání vzniku a udržení se ochranných vrstev, na jeho povrchu. Ochranné vrstvy, které brání, či zpomalují korozi zinku, jsou většinou málo rozpustné uhličitany. Jejich tvorba závisí na obsahu látek v kapalině, které napomáhají jejich vzniku i obnově (oxid uhličitý, vápník, hořčík).

Obr. 4 Korozní produkty bodové koroze tzv. tuberkule

Na životnost elektrochemicky méně ušlechtilých kovů (reaktivnějších, anodických) má obecně negativní vliv kontakt s kovy ušlechtilými v podmínkách možnosti vzniku korozních mikročlánků (ve vodě i při ovlhčení). Tak je tomu např. při kontaktu mědi se zinkem nebo ocelí (železem). Ušlechtilejší měď vyvolá rychlé korozní poškození zinku nebo oceli. Taktéž platí i pro mosaz a slitinové materiály s vysokým obsahem mědi obecně.

Koroze zinku ve vodách, jak bylo naznačeno, je velmi složitý problém. Pro praktické určení životnosti zinku ve vodách lze na základě měření i praktických zkušeností poměrně přesně určit z průměrné doby životnosti zinkových povlaků v závislosti na parametrech vody (obr. 5). Žárově zinkovanou ocel lze ve vodách používat pouze s přihlédnutím k výše uvedeným parametrům (především k doporučené maximální hodnotě teploty).



Obr. 5 Životnost zinkových povlaků v různých vodách.

### Příklady korozního poškození žárově pozinkovaného materiálu



Obr. 6 Bodová koroze na vnitřní stěně žárově pozinkovaného ocelového potrubí Ø3/4 palce.



Obr. 7 Výskyt bodového korozního poškození na vnitřní žárově pozinkované stěně zásobníku TUV.

## Závěr

Z místních šetření řady korozních poškození vyplynulo, že ke koroznímu poškození dochází především vlivem provozu rozvodů TUV nad doporučené maximální teploty vody a zároveň také v některých případech vlivem kontaktu mosazi se zinkem.

Je proto nezbytné používat pro rozvody TUV materiály s poniklovaným povrchem součástí z mosazi a mědi z důvodu omezení vzniku nebezpečí koroze vlivem vzniku korozních makročlánků mezi Zn a Cu, resp. Fe a Cu. U studené vody pak navíc z důvodu zdravotních (zamezení výskytu iontů Cu v pitné vodě).

Pro uspokojení požadavků hygienických z důvodu potlačení respektive zamezení výskytu bakterií zvyšováním teploty v rozvodech TUV je nutné používat pro tyto rozvody potrubí z plastů (PPR).

Používání žárově pozinkovaných ocelových potrubí je nezbytné a nutné v rozvodech v místech nebezpečí poškození požárem (např. v garážích umístěných v suterénu budov). Vždy však s omezením s maximální teplotou vody pod 60 °C, resp. 55°C.

Při použití žárově pozinkovaných ocelových materiálů je obecně potřebné vždy dbát všech poznatků o jejich chování v podmínkách různých aplikací a dle platných provozních předpisů (např. pro rozvody TUV).

## Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory projektu SGS SGS10/259/OHK2/3T/12: Výzkum vlivu technologických procesů na zpracovatelnost perspektivních neželezných materiálů.

## Použitá literatura

- [1] Kreislová K., Stryž P., Optimalizace výrobních a provozních podmínek žárově zinkovaných trubek pro systémy vnitřního rozvodu, MPO - FR - T / 1 / 560, Technická zpráva, 2009.
- [2] Vrána J., Rozvody teplé vody, VUT Brno, 2009
- [3] Tuleja S., Pozinkované rúrky v rozvodech teplej vody, sborník 15. konference žárového zinkování, AČSZ, 2009
- [4] Janda V., Oborová příručka pro život, Úprava a rozvod užitkové vody, Hospodářská komora ČR, OKM Stavebnictví, 2007
- [5] Ševčíková J., Analýza príčin korózneho porušenia pozinkovaných rúrok rozvodov teplej vody, Výzkumná zpráva P - 102 - 0043 / 07, Hutnická fakulta Technickej univerzity v Košiciach, 2007
- [6] Mráz L., Korózia pozinkovaných rúr rozvodu teplej vody, zborník 54. mezinárodní galvanické konference, SSPÚ, Kočovce, 2012
- [7] Kreibich V., Poškození pozinkovaných trubek v rozvodech teplé užitkové vody, 18. Konference žárového zinkování, ACSZ, 2012, s. 97-105, ISBN 978-80-905298-0-9

## Ochrana potrubí proti korozi z kovových materiálů

Jaroslav Červený, Karel Řezáč, Jan Kudláček,

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie.

## Anotace:

Předmětem tohoto článku je stručné pojednání o požadavcích na potrubní materiály a o způsobech protikorozi ochrany materiálů.

## Klíčová slova:

- Koroze
- Potrubní materiály
- Ochrana proti korozi

## Úvod

Koroze je definována jako fyzikálně-chemická reakce materiálu a prostředí, která vede ke změnám jeho vlastností a zhoršení funkčnosti systému vyrobeného z daného materiálu. Jedná se o nevratný děj, při kterém kovy přecházejí do stabilnějšího stavu s menším obsahem energie a méně uspořádanou strukturou. Kov se navrácí do stavu, v jaké se nachází v přírodě (železná ruda a siřníky). Korozi kovů se vnímá většinou jako nežádoucí proces, ale jsou i případy kdy se jedná o povrchovou ochranu kovu, neboť zoxidovaný kov je mnohem odolnější proti vnějším vlivům.

## Požadavky na potrubní materiály

Pro vodovodní potrubí lze použít trubky a tvarovky z litiny šedé nebo tvárné, dále z oceli a plastová potrubí. Lze se ještě setkat s troubami ze sklolaminátu a azbestocementu. Při návrhu trubního materiálu se musí uvážit a respektovat řada hledisek a kritérií, podle nichž je třeba některé trubní materiály pro daný případ zcela vyloučit, nebo u některých počítat s nižší efektivností použití.

Rozhodující pro návrh trubního materiálu jsou tato hlediska:

- pracovní přetlak a hydraulické rázy v potrubí
- způsob a druh vnějšího zatížení potrubí
- druh, únosnost a agresivita okolní zeminy
- výskyt bludných proudů
- kvalita dopravované vody
- požadovaná životnost potrubí
- způsob provádění
- finanční náklady na realizaci a následně provoz

Materiál pro pitnou vodu musí být zdravotně nezávadný. Vnitřní ochrana potrubí a ostatní zařízení na vodovodní síti nesmí nepříznivě ovlivňovat jakost pitné vody dopravované potrubím. Trubky, tvarovky, armatury a jiné příslušenství použité pro vodovodní potrubí musí vyhovovat příslušným normám a musí mít hygienický atest. U potrubí uloženého v zemi je možno používat přírubové spoje jen u tvarových kusů a armatur. Šrouby použité pro tyto spoje musí být chráněny proti korozi. U ocelových šroubů např. antikorozním olejem, kadmiováním, pozinkováním. V současné době lze použít šrouby i z korozivzdorné oceli.

Materiál tvarovek, armatur a příslušenství, použitých ve vodním potrubí, má být rovnocenný materiálu potrubí, zejména z hlediska životnosti. V mimořádných případech, tj. při nedostatku místa, zjednodušení uzlů apod. je možno použít speciální tvarovky, např. tvarovky svařované.

Na potrubí které není trvale naplněno vodou, se nesmí použít ocelový trubní materiál ani trubky s nasávkovým a tedy i vysychajícím materiálem spojů.

Se zřetelem na výše uvedené hlediska je možno uvést následující obecné zásady a některá kritéria vhodnosti použití jednotlivých materiálů pro vodovody, v každém jednotlivém případě je však nutno provést podrobné zhodnocení všech vlivů a základních podmínek a na jejich základě navrhnout nejvhodnější materiál.

- Vzhledem k vnitřnímu přetlaku v potrubí jsou nejvhodnější trubky ocelové a z tvárné litiny.
- Se zřetelem na odolnost proti venkovnímu zatížení jsou nejvhodnější rovněž trubky s ocelové a tvárné litiny. Ostatní trubní materiály snesou běžná venkovní zatížení při normálním způsobu uložení a za normálních okolních podmínek.
- Při korozním ohrožení potrubí vlivem okolního prostředí (agresivní zemina, agresivní podzemní vody, bludné proudy) jsou nejvhodnější potrubí z plastů a tvárné litiny. U tvárné litiny může výrobce podle požadavku investora upravit zvýšenou odolnost proti korozi. Potrubí z oceli a šedé litiny je třeba proti korozi chránit.
- Kvalita dopravované vody by neměla ovlivňovat volbu trubního materiálu, protože při vhodné úpravě vody je možno vyloučit jak její chemické působení na potrubí, tak i tvoření inkrustací v potrubí. Obecně je možno konstatovat, že při méně vhodné kvalitě dopravované vody je nejvhodnější potrubí z plastů a tvárné litiny. Nejméně vhodná jsou ocelová potrubí jak pro nepříznivé chemické působení dopravované vody, tak i pro snadnější vznik a tvorbu inkrustací. Toto se hlavně týká potrubí přivádějící surovou vodu do úpraven.
- Zkušenosti s životností trubních materiálů s výjimkou litinových a ocelových trub jsou u nás shromážděny za poměrně krátké období. Používání tvárné litiny u nás se datuje po roce 1989 a doba životnosti je v podstatě přebírána ze zkušeností zemí, které tvárnou litinu používaly dlouho před rokem 1989. Pokud jde o plasty, které se u nás používají zhruba od šedesátých let minulého století, je jejich životnost značně zkreslena nekvalitní surovinou pro jejich výrobu, vlastní výrobou a rovněž tak nekvalitní montáží. Současné dodávky plastového potrubí jsou kvalitativně nesrovnatelné, a tudíž lze uvažovat s životností, kterou uvádějí výrobci.

#### **Přehled životnosti podle jednotlivých druhů materiálů:**

- šedá litina od 60 do 90 let
  - tvárná litina 80 let - údaj výrobce ověřen od zemí, které tvárnou litinu používají
  - ocel od 25 do 40 let
  - azbestocementové trubky od 20 do 30 let - dnes se již nepoužívají
  - plastové potrubí podle výrobců až 25 let
- Hledisko provádění stavby potrubí se posuzuje podle dvou hlavních aspektů, podle pracnosti při manipulaci s trubami a podle snadnosti a bezpečnosti montáže trub.

Z hlediska pracnosti manipulace jsou nejvhodnější trubky z plastů, které jsou nejlépe; nejméně vhodné jsou trubky ze šedé litiny a oceli. Z hlediska pracnosti montáže a spojení trub jsou nejvhodnější trubky těsněné pryžovými kroužky nebo prstenci. Tuto podmínku dnes již splňují všechny druhy trub s výjimkou trub ocelových

## **Ochrana potrubí proti korozi**

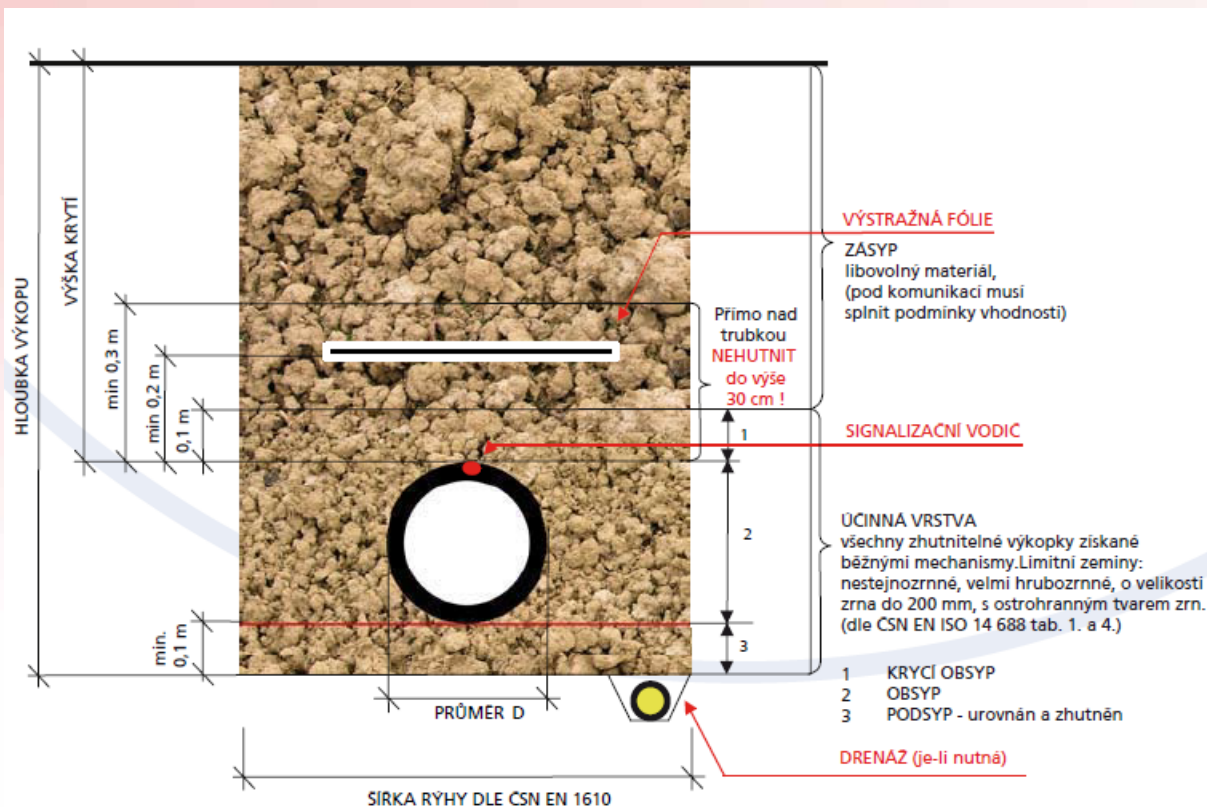
Koroze zhoršuje hydraulické vlastnosti a způsobuje poruchy, ztráty těsnosti a předčasné vyřazení vodovodního potrubí. Proto je velmi důležité správné posouzení korozivzdornosti používaných materiálů v určitých podmínkách a výběr a provedení spolehlivých protikorozních ochranných. Ve vztahu ke korodujícímu materiálu, zejména u potrubních systémů, je z vodárenského hlediska významná koroze kovů (litiny, oceli, zinku, mědi ale dosud i olova a hliníku), plastů a ostatních nekovových materiálů. U potrubí ze slitin železa je nutné rozlišovat korozi vnějšího a vnitřního potrubí.

## **Způsoby ochrany proti korozi**

Ke zmírnění účinků elektrochemické koroze a bludných proudů – je možné způsoby ochrany vodovodních potrubí proti korozi rozdělit do tří základních skupin.

- zvýšení korozní odolnosti používaných materiálů
- mechanické oddělení povrchu trub od elektrolytů (pasivní ochrana)
- přímý zásah do korozního pochodu a ovlivnění jeho pochodu (aktivní ochrana)

V praxi se obvykle uplatňuje více způsobů ochrany současně, zejména pasivní a aktivní ochrana. Důležitým prvkem návrhu ochrany proti korozi je také volba vhodného trubního materiálu.



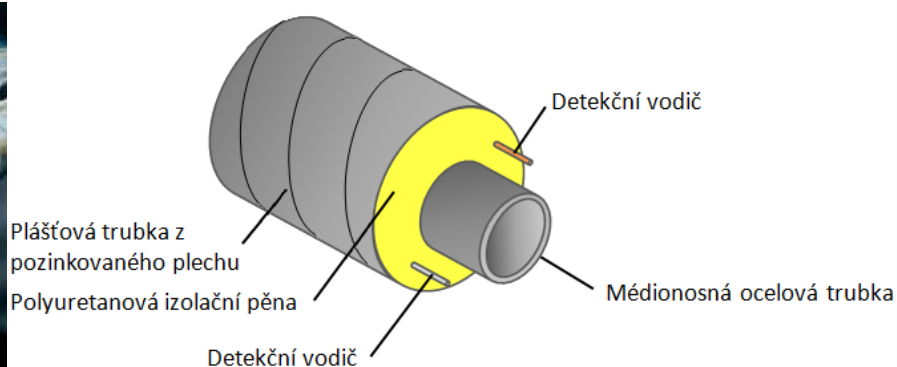
Obr. 1: Schéma uložení vodovodního potrubí

## Pasivní ochrana potrubí:

Pasivní ochranou se rozumí taková opatření, kterými se co nejvíce zvýší přechodový odpor na rozhraní mezi kovovým povrchem potrubí a půdou. Druh a provedení pasivní ochrany se volí podle geologické skladby a agresivity prostředí, charakteru dopravovaného média, jeho provozního tlaku a teploty, světlosti potrubí, vzdálenosti trasy potrubí od komunikací a zástavby, plánované životnosti potrubí. K pasivní ochraně patří **izolace, izolační spoje a stavební ochrany**. Zvláštním způsobem pasivní ochrany je použití obsypových materiálů, jejichž hlavní funkcí je snížení agresivity prostředí, popř. ochrana izolace proti mechanickému poškození.

## Izolace potrubí:

Izolace potrubí proti korozi jsou bitumenové, z plastů a speciální. Mezi kritéria jakosti izolace patří vysoká odolnost vůči chemickým vlivům látek obsažených v půdě, vysoký elektrický odpor, odolnost vůči biologickým a elektrochemickým vlivům, teplotní stálost pro dopravu, trvalá přilnavost ke kovu potrubí, nesmí být porézní, nesmí obsahovat látky podporující korozi, musí být odolné vůči mechanickému poškození.



Obr. 2: Izolace ocelového potrubí

## Izolační spoje:

Slouží ke snížení podélné vodivosti potrubí, popř. izolování jednotlivých úseků mezi sebou. Používají se izolační spoje lepené, přírubové (byly používány dřívě), elektricky nevodivé mezikusy, izolační šroubení. Na litinovém hrdlovém potrubí se izolační spoje nepoužívají.

## Stavební ochranou:

Je např. uložení potrubí v kanálu, v kolektoru, v chrániče.



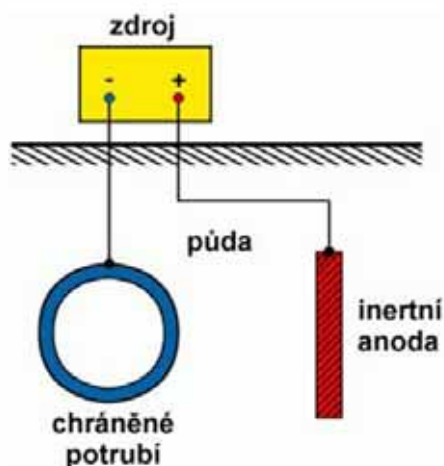
Obr. 3: Chránička na potrubí

## Aktivní ochrana potrubí

Aktivní ochrana potrubí pouze doplňuje jeho pasivní ochranu a je závislá na její kvalitě. Používané způsoby aktivní ochrany proti korozi jsou:

### Katodická ochrana vnějším zdrojem proudu

Používá se převážně u ocelových dálkových potrubí a u zařízení s větší chráněnou plochou proti korozi agresivitou zeminy. Základním kritériem katodické ochrany potrubí je hodnota jeho potenciálu vůči referenční elektrodě uložené v půdě obklopující potrubí. Potenciál potřebný k zabránění korozního děje se nazývá ochranný potenciál. U ocelových potrubí byl např. stanoven minimální ochranný potenciál na hodnotu  $-0,85$  V.



Obr. 4: Katodická ochrana vnějším zdrojem proudu

### Katodická ochrana galvanickými anodami

Používá se při malém odběru ochranného proudu, zejména u kratších potrubních řádů, chrániček a podobně s malou chráněnou plochou, uložených v půdách s nízkým měrným odporem. Také se používá pro částečnou katodickou ochranu.

### Ochrana elektrickými drenážemi

Používá se u dálkových potrubí v místech s výskytem bludných proudů a kde zdroj těchto proudů je v takové vzdálenosti od potrubí, že drenážní ochrana zlepšuje korozní situaci na určitém úseku potrubí. Kombinace katodické ochrany s vnějším zdrojem proudu s ochranou elektrickými drenážemi se používají v případech, kdy řešení aktivní ochrany jednou z uvedených metod by bylo neekonomické nebo nedostatečné.

### Zásady ochrany proti korozi kovových potrubí ve městech a závodech

Velká hustota úložných zařízení v těchto lokalitách vyžaduje podrobný korozní průzkum. Použití aktivní ochrany v místech staré stavby s hustou sítí úložných zařízení je obvykle nemožné s ohledem na těžko řešitelné interferenční problémy. Je však možnou použít galvanické anody. Při výstavbě nového potrubí je nutné zajistit co nejkvalitnější pasivní ochranu. Tam, kde jsou úložná zařízení ohrožena bludnými proudy, nebo kde se uvažuje s použitím aktivní ochrany proti korozi, musí být všechna úložná zařízení opatřena měřícími body. Aktivní ochrana ve městech a v závodech musí být řešena jako společná aktivní ochrana pro všechna kovová úložná zařízení v uvažované oblasti.

### Provoz a údržba zařízení aktivní protikorozi ochrany

K zajištění řádného a bezporuchového provozu zařízení ochrany proti korozi potrubí je nutno provádět jejich periodické prohlídky, revize, údržbu a vézt o nich záznamy. Nemá-li provozovatel potřebné vybavení a příslušné kvalifikované pracovníky, doporučuje se zajišťovat servis odbornou organizací. U společné aktivní ochrany více provozovatelů je nutná vzájemná spolupráce a informovanost.

Výčet zařízení podléhající provozní kontrole, obsah kontroly a minimální lhůty kontrol jsou uvedeny v připojené tabulce. Organizace může stanovit častější lhůty, pokud to charakter a stav zařízení vyžaduje.



Tabulka 1: Přehled nejdůležitějších provozních kontrol aktivní ochrany proti korozi

	Název operace	Stručný popis	Četnost
1	Neporušenost izolace potrubí	Kontrola vad v izolaci potrubí opatřených pasivní ochranou	min. 1x za 10 let
2	Neporušenost izolace pláště kabelu	Měření izol. odporu protikorozní bezešvé ochrany kabelu	1x za půl roku
3	Kontrola stanic kat. ochrany	Vnější prohlídka, odečet přístrojů, kontrola jističů, pojistek, řídicího obvodu apod., měření potenciálu, záznam do deníku	min. 1x za měsíc
4	Kontrola elektrických drenáží	Vnější prohlídka, odečet přístrojů, kontrola jističů, pojistek, řídicích obvodů, měření potenciálů napojených zařízení a proudu, záznam do deníku	min. 2x za měsíc
5	Kontrola galvanických anod	Vnější prohlídka nadzemní části, měření proudu, potenciálu, záznam parametrů do deníku	4x za rok
6	Kontrola izolačních spojů	Měření zemních odporů, odporu izolačního spoje, potenciálu úložné zařízení-půda na kontrolního vývodu nebo propojením objektu	1x za rok
7	Kontrola funkce aktivní ochrany	Dtto 3 (5) + měření potenciálu u stanic kat. ochrany atd. v kritických bodech, doregulování ochranných parametrů, záznam do deníku	4x za rok
8	Regulace a měření aktivní ochrany	Měření parametrů (prou, napětí, odpor), vyregulování celého systému aktivní ochrany, měření na všech měřících objektech, kontrolních vývodech, provozní záznamy, vypracování potenciálového diagramu, záznam do deníku	min. 1x za rok
9	Kontrola chráničky	Měření potenciálu chránička-půda, odporu, záznam odporu mezi chráničkou a potrubím	1x za rok

## Ochrana vnitřních povrchů potrubí

V této části se budu zabývat problematikou vnitřních povrchů potrubí, zejména u kovových potrubí, a také jakostí dopravované vody, která může výrazně ovlivňovat hydraulické, i jiné podmínky při její dopravě potrubím.

### Faktory ovlivňující průběh koroze

Za nejdůležitější faktory ovlivňující průběh koroze kovů je nutno považovat teplotu, obsah kyslíku, oxidu uhličitého, obsah organických látek a hydraulické podmínky.

### Mikrobiologická koroze

Koroze může být působena, nebo ovlivňována činností mikroorganismů a to přímo nebo nepřímo. Největší význam mají bakterie redukcující sírany, které vegetují v anaerobních podmínkách spíše v alkalickém prostředí. Obdobně bakteriologickou korozi mohou působit železité a manganové bakterie.

### Koroze betonu a stavebních hmot

Korozní stálost některých druhů cementů je závislá především na jejich chemickém a mineralogickém složení. Působení  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}^+$  na beton obsahující  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  a  $\text{CaCO}_3$  závisí na tom, zda je nebo není soustava ve vápenato-uhličitanové rovnováze. Čím více se voda svým složením blíží vápenato-uhličitanové rovnováze, tím menší korozi betonu je možno očekávat. Požadavky na jakost betonářských vod vymezuje ČSN 73 2028 Voda pro výrobu betonu.

## Způsoby ochrany proti korozi vnitřních povrchů potrubí

### Metody založené na úpravě vody

Tato metoda spočívá ve vylučování nerozpustné sraženiny mající značnou přilnavost ke stěnám korodujícího potrubí (podle převažující složky  $\text{CaCO}_3$ , křemičitanové vrstvy, fosforečnanové vrstvy). Kromě úpravy uhličitanové rovnováhy vody je možno korozní děje omezit.

### Dávkováním inhibitorů koroze

Funkce inhibitorů spočívá v tom, že chrání povrch kovu před elektrochemickým napadením agresivními roztoky. Účinnost inhibitorů závisí na složení vody, na množství a složení inkrustací v rozvodné síti, i dalších faktorech. Např. u velmi měkkých (povrchových) vod může mít dávkování polyfosforečnanů zcela opačný důsledek - místo snížení koroze výrazné zvýšení vyluhování kovů z potrubí. Platí, že před použitím inhibitorů, je nutno provést dlouhodobé korozní zkoušky a monitorovat provozní síť vodovodů.

### Ochranné vrstvy a nátěry na potrubí

Velmi dokonalou ochranou proti korozi vnějších i vnitřních stěn kovových potrubí jsou ochranné vrstvy, které mohou být kovové (žárové pozinkování, hliníková vrstva), z plastů (polyethylen, polyuretan), cementové, z ostatních materiálů např. smaltované povrchy, případně různé kombinace uvedených ochranných vrstev. Nepříliš dokonalou ochranou potrubí jsou ochranné nátěry.

**Kovovými vrstvami** se potrubí chrání většinou již při výrobě. Dříve se převážně používaly pro domovní instalace výhradně pozinkované ocelové trubky. Zinek koroduje stejně jako ocel, ale pomaleji.

**Vrstvu z plastů** může být provedena izolace vnitřních stěn potrubí již ve výrobě. Ochrana a izolace potrubí může být prováděna také dodatečně, za provozu při opravách a rekonstrukcích vodovodních sítích tzv. bezvýkopovými technologiemi vkládáním folií či návlků z různých materiálů.

**Cementové vystýlky**, jak se také říká cementovým vrstvám vnitřních stěn potrubí, se provádí jak ve výrobě (zejména u litinových potrubí), tak dodatečně za provozu.

**Ochranné nátěry.** Podmínkou použití této izolace je hygienická nezávadnost nátěrů. To bylo jednou z příčin, proč bylo upuštěno po r. 1980 od bitumenových nátěrů vnitřních stěn ocelových potrubí pro vodovody. Použití nechráněných potrubí z té doby dosud působí provozovatelům potíže, zejména při dopravě vody v nerovnovázném stavu a vod s nízkým obsahem Ca a  $\text{HCO}_3$  iontů.

## Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory projektu SGS SGS10/259/OHK2/3T/12: Výzkum vlivu technologických procesů na zpracovatelnost perspektivních neželezných materiálů.

## Použitá literatura

- [1] Josef Novák a kolektiv: Příručka provozovatele vodovodní sítě. Líbeznice u Prahy: Medim, 2003
- [2] Tesařík a kolektiv: Vodárenství. Praha: SNTL, 1987
- [3] Žáček L.: Chemické a technologické procesy úpravy vody. NOEL 2000 s.r.o., 1999
- [4] Technické normy: ČSN 03 8373
- [5] Technické normy: ČSN 03 8375
- [6] Novák P., Bystrianský J., Štajer P., 2002: VŠCHT: Korozní inženýrství [online].  
Dostupné z: [http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/korozni\\_inzenyrstvi\\_se/](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/korozni_inzenyrstvi_se/)
- [7] MATEICIUC a. s., [online]  
Dostupné z: <http://www.mat-plasty.cz/nase-produkty>
- [8] Fintherm Praha - KWH Pipe a.s., [online]  
Dostupné z: [http://www.fintherm.cz/WebRoot/1124934/KWH\\_Basic.aspx?id=1174431](http://www.fintherm.cz/WebRoot/1124934/KWH_Basic.aspx?id=1174431)
- [9] Pipelife Czech s.r.o., [online]  
Dostupné z: <http://www.pipelife.cz/cz/downloads/ke-stazeni-schemata-ulozeni-potrubni.php>

## Centrum pro povrchové úpravy CTIV – Celoživotní vzdělávání

CTIV a Fakulta strojní ČVUT v Praze ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy, nabízí technické veřejnosti, pro školní rok 2012 – 2013, v rámci programu Celoživotního vzdělávání studijní program

## POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ

### Korozní inženýr.

**Od února 2013 bude zahájen další běh studia, do kterého je možné se ještě přihlásit.**

V rámci programu Celoživotního vzdělávání na ČVUT v Praze na Fakultě strojní se připravuje pro velký zájem další běh dvousemestrového studium „Povrchové úpravy ve strojírenství“. Cílem tohoto studia je přehlednou formou doplnit potřebné poznatky o tomto oboru pro všechny zájemce, kteří chtějí pracovat efektivně na základě nejnovějších poznatků a potřebují získat i na základě tohoto studia potřebnou certifikaci v oblasti protikorozních ochranných a povrchových úprav.

Způsobilost v tomto oboru je možno prokázat akreditovanou kvalifikací a certifikací podle standardu APC Std-401/E/01 „Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozi ochrany“, který vyhovuje požadavkům normy ČSN P ENV 12837.

Posluchačům budou po ukončení studia předány doklady o absolvování, resp. mohou po složení potřebných zkoušek (dle požadavků a potřeb posluchačů) ukončit studium kvalifikačním a certifikačním stupněm

### Korozní inženýr.



Podrobné informace včetně učebních plánů a přihlášky ke všem formám studiu je možno získat na adrese:

**Fakulta strojní ČVUT v Praze, Centrum technologických informací a vzdělávání**

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Technická 4, 166 07 Praha

Tel: 224 352 622, Mobil: 605 868 932

E-mail: [Jan.Kudlacek@fs.cvut.cz](mailto:Jan.Kudlacek@fs.cvut.cz); [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

Info: [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)

## Centrum pro povrchové úpravy v rámci vzdělávání v oboru povrchových úprav dále připravuje.

Na základě požadavků firem a jednotlivců na zvýšení kvalifikace a rekvalifikace pracovníků a především zvýšení kvality povrchových úprav je možné se přihlásit na:

Kurz pro pracovníky práškových lakoven  
„Povlaky z práškových plastů“

Kurz pro pracovníky žárových zinkoven  
„Žárové zinkování“

Kurz pro pracovníky galvanických procesů  
„Galvanické pokovení“

Kurz pro pracovníky lakoven  
„Povlaky z nátěrových hmot“

Kurz pro metalizéry  
„Žárové nástřiky“

Kurz zaměřený na protikorozní ochranu a povrchové úpravy ocelových konstrukcí  
„Povrchové úpravy ocelových konstrukcí“

Rozsah jednotlivých kurzů: 42 hodin (6 dnů)

Zahájení jednotlivých kurzů dle počtu přihlášených (na jeden kurz min. 10 účastníků)

Podrobnější informace rádi zašleme.

Email: [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

**V případě potřeby jsme schopni připravit školení dle požadavků firmy.**

Kromě specializace na technologie povrchových úprav je možné připravit školení z dalších výrobních technologií.



## Kvalifikační a rekvalifikační kurz pro pracovníky galvanoven „Galvanické pokovení“

Kurz je určen pro pracovníky galvanických provozů, kteří si potřebují získat či si doplnit vzdělání v této kvalifikačně náročné technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům a získat potřebné vědomosti o základních technologiích galvanického pokovení.

Cílem kurzu je zabezpečit potřebnou kvalifikaci a certifikaci pracovníkům galvanoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu galvanických povrchových úprav.

### Obsah kurzu:

- Příprava povrchu před pokovením
- Principy vylučování galvanických povlaků
- Technologie galvanického pokovení
- Následné a související procesy
- Bezpečnost práce a provozů v galvanovnách
- Zařízení galvanoven
- Kontrola kvality povlaků
- Ekologické aspekty galvanického pokovení
- Příčiny a odstranění chyb v povlacích
- Exkurze do předních provozů povrchových úprav



Rozsah hodin: 42 hodin (7 dnů)

Termín zahájení: dle počtu uchazečů - předpoklad únor 2013

Garant: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Ing. Petr Szelag

## Odborné akce

**Centrum pro povrchové úpravy**

pořádá **20.11. - 21.11. 2012**

**9. Mezinárodní odborný seminář**

**“Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav”**

**Hotel Myslivna Brno**

**MM Průmyslové spektrum**

**KONSTRUKCE Technický týdeník**

BVV  
Veletřhy Brno

[www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)



Česká společnost pro povrchové úpravy o.s. Jihlava

Vás zve na

## 46. Celostátní aktiv galvanizérů

5. - 6. února 2013

HOTEL GUSTAV MAHLER

Organizační zajištění:

PhDr. Drahomíra Majerová, Lesní 2946/5, 586 03 Jihlava

Tel.: 737 346 857, e-mail: [cspu@seznam.cz](mailto:cspu@seznam.cz)



## Projektování a provoz povrchových úprav

### 39. konference s mezinárodní účastí

#### Projektování a provoz povrchových úprav

13. - 14. března 2013 v hotelu Pyramida, Praha 6

Informace:

PhDr. Zdeňka JELÍNKOVÁ, CSc. - PPK

Korunní 73

130 00 PRAHA 3

Tel./Fax: 224 256 668

e-mail: [jelinkovazdenka@seznam.cz](mailto:jelinkovazdenka@seznam.cz)

[www.jelinkovazdenka.euweb.cz](http://www.jelinkovazdenka.euweb.cz)

## Ceník inzerce na internetových stránkách [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz) a v on - line odborném časopisu POVRCHÁŘI

- Umístění reklamního banneru
- Umístění aktuality
- Umístění loga Vaší firmy – Partnera Centra pro povrchové úpravy
- Možnost oslovení respondentů Vaší firmou, přes naši databázi povrchářů (v současné době je v naší databázi, evidování přes 1100 respondentů)
- Inzerce v on-line Občasníku Povrcháři

### Ceník inzerce

**Reklamní banner** umístěný vždy na aktuální stránce včetně odkazu na webové stránky inzerenta

Cena:

- 1 měsíc - 650 Kč bez DPH
- 6 měsíců - 3 500 Kč bez DPH
- 12 měsíců - 6 000 Kč bez DPH

Banner je možné vytvořit také animovaný, vše na základě dohody.

Partner centra pro povrchové úpravy - logo firmy včetně odkazu na webové stránky inzerenta

Cena:

- 1 měsíc – 150 Kč bez DPH
- 6 měsíců - 650 Kč bez DPH
- 12 měsíců – 1000 Kč bez DPH

Textová inzerce v on-line odborném Občasníku POVRCHÁŘI

Cena:

- 1/4 strany - 500 Kč bez DPH
- 1/2 strany - 900 Kč bez DPH
- 1 strana – 1500 Kč bez DPH

Umístění reklamy v on-line odborném Občasníku POVRCHÁŘI

- 1/4 strany - 500 Kč bez DPH
- 1/2 strany - 900 Kč bez DPH
- 1 strana – 1500 Kč bez DPH

Rozeslání obchodního sdělení respondentům dle databáze Centra pro povrchové úpravy elektronickou poštou.

Cena bude stanovena individuálně dle charakteru a rozsahu.

**Slevy:** Otištění

- 2x 5 %
- 3-5x 10 %
- 6x a více cena dohodou

**Zde může být místo  
i pro Vaši  
reklamu !!!**

## Reklamy



# NEJVĚTŠÍ PRÁŠKOVÁ LAKOVNA V EVROPĚ



S námi  
jste vždy  
o stupeň výš

Lakujeme nejvyšší  
budovu v ČR

## AZ TOWER

Prášková lakovna disponuje **NEJVĚTŠÍ**  
a **NEJRYCHLEJŠÍ** plně automatickou  
linkou s chemickou předúpravou, možností  
velmi rychlé výměny odstínu barvy  
a vypalovací tunelovou pecí s regulovanou  
teplotou i rychlostí průjezdu.

Součástí lakovny je také **linka DECORAL**,  
která umožňuje vtisknout kovům jedinečný  
a designově náročný vzhled. Mimo různé  
dekory dřeva, které jsou využívány zejména  
pro okenní profily a bazénová zastřešení,  
nabízí dekory imitující karbon, měď, žulu,  
mramor, kapky deště a mnoho dalších.



Barvy s duší...



**ALBIXON a.s.**  
Cintlovka 535  
268 01 Hořovice

[www.PRASKOVALAKOVNA.cz](http://www.PRASKOVALAKOVNA.cz)

Tel.: +420 251 094 094  
Fax: +420 251 094 056  
Email: [lakovna@albixon.cz](mailto:lakovna@albixon.cz)

[www.ALBIXON.cz](http://www.ALBIXON.cz)



**NOVÝ PRODUKT NA TRHU**

# KLUZNÝ GALVANICKÝ ZINEK

**CVP Galvanika s.r.o. představuje  
nový galvanický kompozitní  
povlak Zn-PTFE.**

Tento nový povlak spojuje výhody galvanického zinku a kluzných vlastností polytetrafluorethylenu (PTFE). Nabízíme závěsové i bubnové pokovení.



Povlak Zn-PTFE vykazuje nižší koeficient tření oproti klasickému galvanickému Zn.

## Kontakt:

CVP Galvanika s.r.o.  
PROVOZ 02 - PŘÍBRAM  
Březnická 83  
261 01 Příbram IV  
Tel.: (+420) 318 622 235  
Fax.: (+420) 318 622 235  
E-mail: [cvp@cvp-galvanika.cz](mailto:cvp@cvp-galvanika.cz)

**VÁŠ VÝROBEK + NAŠE POVRCHOVÁ ÚPRAVA = SPOLEČNÝ ÚSPĚCH**

Vyvinuto ve spolupráci s:



**CVP GALVANIKA**  
s.r.o. PŘÍBRAM



Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s. CVP Galvanika s.r.o. ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Tento projekt byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu.

*„Vývoj komplexních, ekologicky přijatelných technologií kompozitních povrchových úprav na bázi zinku s nízkým koeficientem tření“ - FR-TI1/047*



General Metal Finishing

## Master Remover Chemické odlakování



Atotech CZ, a.s.  
Belgická 5119 · 466 05 Jablonec nad Nisou · www.atech.cz  
Tel. +420 483 570 000 · Fax +420 483 357 033 · jablonec@atech.com



**Master Remover** – Technologie pro chemické odlakování Master Remover nabízí mnoho výhod oproti tradičním odlakovacím technologiím.

### Technologické výhody

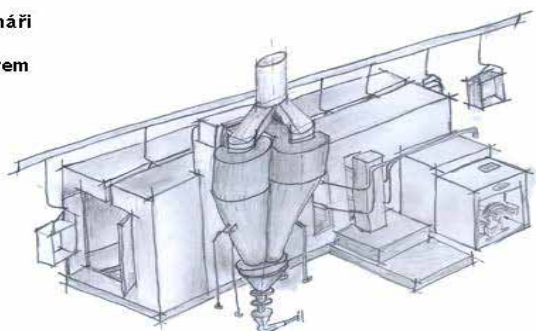
- Účinně stahuje všechny druhy laků, KTL i mokrých barev z oceli, litiny, pozinku, hliníku i barevných kovů a jejich slitin,
- Úspora energie
- Nenapadá základní materiál
- Vysoká rychlost odlakování
- Neobsahuje chlorovaná rozpouštědla ani fenol
- Díky filtračnímu systému je zaručena dlouhá životnost bez výměny lázně i v řádu několika let

**Master Remover** Vám umožní podstatně snížit celkové náklady na odlakování. Odlakovače řady Master Remover dosahují díky inovativní technologii velice dlouhé životnosti.

## Centrum pro povrchové úpravy

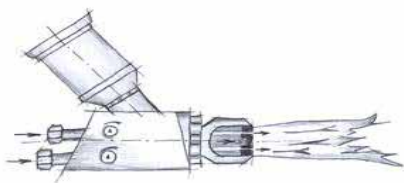
### Centrum pro povrchové úpravy nabízí a zajišťuje

- Informace na stránkách elektronického časopisu Povrcháři
- Kontakty na nové zakázky tuzemských i zahraničních firem
- Informace z oboru na stránkách www.povrchari.cz
- Odborné semináře (Myslivna, Čejkovice)
- Rekvalifikační kurzy (Kurz lakýrníků, Kurz galvanizérů)
- Celoživotní vzdělávání  
(Povrchové úpravy ve strojírenství -  
Korozní inženýr)



### Aktivity Centra

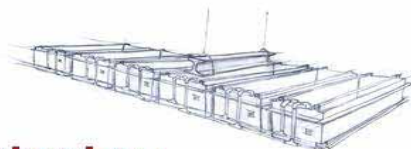
- Posouzení životnosti ocelových konstrukcí
- Dozor nad dodržáním technologické kázně
- Návrhy protikorozi ochrany a její údržby
- Stanovení korozní agresivity
- Korozní a laboratorní zkoušky
- Znalecké posudky
- Výběr vhodných dodavatelů a zakázek
- Technologické a ekonomické audity



[www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.: +420 602 341 597  
Ing. Jan Kudláček, Ph.D.: +420 605 868 932

[info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)





## Nabídka povrchových úprav kovových materiálů



Přehled povrchových úprav spolu s rozměrem van v mm:

Tvrdé chromování č.1	1600 x 1200 x 2800
Tvrdé chromování č.2	1180 x 780 x 1700
Tvrdé chromování č.3	1200 x 800 x 1200
Eloxování v kyselině chromové	1200 x 700 x 1500
Eloxování v kyselině siroborité	1200 x 800 x 1800
Kadmiování - nízkonavodíkovací	1200 x 1000 x 2500
Kadmiování - lesklé	750 x 700 x 850
Niklování sulfamátové	1200 x 800 x 1800
Zinkování	1200 x 300 x 500

Dále můžeme nabídnout odvodňování a obrábění.

### Kontakty:

*Martin Vábr, vedoucí Údržby letadlových podvozků:*

Tel. 220 112 103, e-mail. vabr.martin@csatechnics.com

*Ing. Alena Faltýnková, technolog galvanovny:*

Tel. 220 114 853, email. faltynkova.alena@csatechnics.com

*Ing. Lenka Králová, prodej technických služeb:*

Tel. 220 113 670, e-mail. kralova.lenka@csatechnics.com

Generální opravy letadlových podvozků zavedly ČSA a.s. ve spolupráci s Lufthansa Technik v r. 2000. Deset let této činnosti představuje provedení víc jak 200 generálních oprav podvozků letadel Boeing B737 a údržbu více jak 2500 dalších letadlových celků. Na základě potřeb bylo upraveno pracoviště galvanovny, jehož volné kapacity Vám nyní nabízíme.

Pracoviště se nachází v areálu letiště Praha – Ruzyně. Naše činnosti probíhají v souladu s následujícími oprávněními: EASA Část-145, FAA Part-145 a ISO 14001: 2004.



## Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

Časopis Povrcháři je registrován jako pokračující zdroj u Českého národního střediska ISSN.

Tento on-line zdroj byl vybrán za kvalitní zdroj, který je uchováván do budoucna jako součást českého kulturního dědictví.

**Povrcháři ISSN 1802-9833.**

### Šéfredaktor

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., tel: 602 341 597

### Redakce

Ing. Jan Kudláček, Ph.D. tel: 605 868 932

Ing. Jaroslav Červený, tel: 224 352 622

Ing. Michal Pakosta, tel: 224 352 622

Ing. Petr Drašnar, tel: 224 352 622

Ing. Karel Vojkovský, tel: 224 352 622

Ing. Dana Benešová, tel: 224 352 622

### Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Na Studánkách 782

551 01 Jaroměř

e-mail: [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

### Redakční rada

Ing. Roman Dvořák, šéfredaktor, MM publishing, s.r.o.

Ing. Jiří Rousek, marketingový ředitel, Veletrhy Brno, a.s.

Ing. Jaroslav Skopal, ÚNMZ

Ing. Kvido Štěpánek, ředitel Isolit-Bravo, spol. s r.o.

Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

### Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, tel: 224 352 622

Přihlášení k zaslání online časopisu je možno provést na [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

Všechna vyšlá čísla je možné stáhnout na [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)