

Povrcháři

2. číslo Únor 2019

Povrchové úpravy z pohledu vývojových etap a potřeb

Voda v povrchových úpravách kovů

Laser a jeho využití v povrchových technologiích

Hodnocení odolnosti nátěrových systémů pomocí elektrochemické impedanční spektroskopie

Vliv intermetalických částic na anodickou oxidaci hliníkové slitiny EN AW-1050A



Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Zdravíme Vás všechny z naší velké společné rodiny Povrcháře. Pokud někomu ve Vašem okolí nezbývá již vůbec žádný čas, a to ani na kousek čtení, pozdravy prosím předejte. A to ať nezdržujeme, pokud možno krátce. Tímto nechceme být vůbec neslušně arogantní, jen připomínáme, že v životě člověka je hlavní vědět vždy co je hlavní a že jeho pracovní energetické možnosti a výkon jsou průměrně jen 100 až 200 Wattů.

U strojů, a to i u těch chytrých, digitálních, přetěžovaných nad jejich provozní možnosti, může dojít k „vyhození“ pojistek. U člověka je ale to „nahození“ mnohdy složitější. Přejeme proto všem pevné zdraví a silné pojistky a hezký čas před jarní rovnodenností.

Přinášíme pár článků napsaných i podepsaných jejich autory. Zatím jako online časopis máme výjimku a na články psané přímo samotnými počítači nemusíme reagovat. Za to na ty Vaše slíbené stále čekáme a těšíme se na ně, až budeme moci zveřejnit, co je u Vás nového, resp. co vy na to.

Zároveň se těšíme i na setkání s Vámi na blížících se jarních Čejkovicích, tentokrát o Čištění a předúpravách.

Přejeme všem Povrchářům i Povrchářkám hodně splněných přání do blížícího se jara. A teď už zase všichni dočist, dopít kávičku a ať se kola točí!

Stejně, co ty Povrcháři a hlavně Povrchářky s těmi 100 W stihnou udělat práce a vůbec?

Za Povrcháře Vás zdraví Vaši



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Povrchové úpravy z pohledu vývojových etap a potřeb

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., Ing. Jan Kudláček, Ph.D. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Výšku našich hor a hladinu našich řek zvýšíme jen stěží. Neméně těžký úkol zvýšit potenciál a výkony naší ekonomiky z důvodu udržitelného rozvoje společnosti, průmyslu a každého z nás, musíme pomoci řešit všichni.

Soutěž s technicky vyspělou konkurencí z hlediska kvality, ekologických kritérií i direktivní legislativy naše firmy, a především naši lidé úspěšně zvládají. Důkazem je nejen úspěšná certifikace a akreditace výrobců a firem, ale i řízení kvality dle platných světových norem. Především však úspěšný export na nejvyspělejší světové trhy.

Při pohledu do nezbytně nutné úspěšné budoucnosti našeho průmyslu, a především strojírenství, je nezbytné vycházet z kvalitních vědomostí a informací, z odborných dovedností, a především z technické vyspělosti a samostatnosti našich lidí.

Bez patřičných znalostí, zodpovědnosti, ale i rizik, není pokroku. Určitý stupeň zodpovědnosti i rizik, podle pracovního zařazení a postavení, musíme podstoupit každý z nás, chceme-li cokoli vyrábět, prodávat, řídit či vyučovat a rozvíjet. Přitom všem vždy platí, že největším rizikem je nedělat vůbec nic!

S ohledem na současný technologický ale i bezpečnostní vývoj v celém světě, a tím stoupajícími nároky na ochranu celé společnosti i každého jednotlivce, je nezbytné změnit a opustit letité „analogové“ zvyklosti institucí, firem i každého z nás. Uvědomit si nezbytnost zcela nových přístupů s rychle přicházejícími změnami ve výrobě, ale i občanském životě v nové, skutečně „digitální“ etapě rozvoje v globálním světě, se všemi pozitivními, ale i těmi ostatními změnami.

Poznání a vývojové změny

Zkrátili jsme vzdálenosti v čase, za poznáním i k uzdravení. Slunci a počasí stále ještě neumíme úplně poroučet, ale díky zástupům pracovitých a nadaných, jsme se k tomu značně přiblížili.

Poznání a znalosti nepřicházejí k lidstvu ani k jednomu každému z nás v konečné podobě.

James Watt nevymyslel parní stroj, ale pouze jej vylepšil natolik, že umožnil jeho praktické využití a vytvořil tak první průmyslově využívaný zdroj energie, který přetváří hmotu v práci v řadě aplikací stále.

Alessandro Volta pochopil až po čase skutečnou podstatu Galvaniho objevů a cíleně vytvořil z galvanického článku první baterii, na jejímž zdokonalení se stále intenzivně pracuje, neboť na ní závisí do budoucna mnohé.

Michaěl Faraday dokázal, že elektřina a magnetismus jsou pouze dva různé projevy jediného jevu, elektromagnetismu, který umožnil následně výrobu elektrické energie.

Albert Einstein svými objevy pozměnil fyzikální teorii známým vzorcem o vztahu hmoty a v ní uzavřené energii, ale i tím, že popsal vliv fotonů na elektrony a položil tak základ solárnímu článku.

Galileo Galilei porozuměl principu kyvadla při pozorování kývajících se kostelních lampy, Issac Newton si uvědomil spojitost síly držící měsíc na obloze s tou, co způsobila pád jablka ze stromu, když pod ním přemýšlel.

Toma Alva Edison, Tomáš Baťa, František Křížík, Laurin i Klement, František Janeček.....

Tito všichni a tisíce dalších změnili způsob, jakým dnes nahlížíme na svět. Přitom, po vyslovení myšlenky, se zdá být vždy vše tak jasné a snadné. Stejně to bývá někdy i po vyslovení odpovědi na otázku, jak se co dělá?

Předávání myšlenek a jejich aplikace je bezesporu jedinou z hlavních cest pokroku, bez ohledu na skutečnost, koho to napadlo.

Vždyť když si dva vymění své myšlenky, mají rázem oba myšlenky dvě. A co teprve, když se těch přemýšlivých sejde více!

Třeba na setkávání povrchářů.

Vývojové etapy průmyslu

V posledním desetiletí se intenzivně mluví a píše o digitální budoucnosti v souvislostech s termíny „Průmysl 4.0“ až dokonce značně nadčasově o čtvrté průmyslové revoluci. Vzhledem k vývojovým evolučním změnám a rozporu termínů Evoluce a Revoluce je tuto etapu průmyslové (r)Evoluce brát zcela vážně a zodpovědně, a to i v terminologii. Je nutné si uvědomit, že „Průmysl 4.0“ není pouze určitý stav, jehož bychom chtěli nebo měli dosáhnout. Je to evoluční proces, do něhož je potřeba se zapojit a pomáhat jej ve vlastním zájmu spoluvytvářet, pokud chceme udržet vysokou úroveň technologickou, kvalitu životního prostředí i hospodářský rozvoj a efektivnost výroby.

Zároveň je třeba však také nezapomínat, že pokročilá průmyslová automatizace, nejenom digitalizace v průmyslové výrobě, byla v našich zemích do strojírenství implementována už v druhé polovině minulého století. Snadno můžeme uvést řadu příkladů, které potvrzují, že jsme vždy drželi krok s vyspělými průmyslovými státy v technickém i technologickém vývoji a výrobě.

Přispěl k tomu i široký potenciál výzkumné základny jak ve firmách, tak ve státem financovaných výzkumných ústavech a vyspělé odborné školství, které produkovalo potřebné množství kvalitních absolventů pro průmyslově vyspělou zemi, kterou jsme vždy byly bez ohledu, ve které etapě vývoje či společenského zřízení jsme se nacházeli.

Pro zopakování a upřesnění pojmů! Rozvoj průmyslu v historii významně ovlivnilo několik zásadních vynálezů a jejich aplikace do prostředí průmyslové výroby a společnosti.

Jako první průmyslovou revoluci na přelomu 18. a 19. století, označujeme využitím vynálezu parního stroje a její prvou etapou je zavedení tohoto převratného zdroje energie do průmyslu, dopravy i zemědělství.

Druhá etapa prvé průmyslové revoluce, na přelomu 19. a 20. století je spojována s využitím elektrických strojů a zařízení do průmyslu, dopravy i celé společnosti.

Další v pořadí třetí etapa převratného vývoje, datovaná do druhé poloviny minulého století, souvisí s počátkem zavádění automatizace, robotizace a počátků rozvoje výpočetní techniky a elektroniky.

Na počátku druhého desetiletí 21. století objevuje se v řadě zemí nezávisle na sobě myšlenka, že prudký rozvoj digitalizace je další rozvojovou etapou průmyslové revoluce.

Prvé ucelené dokumenty popisující kam směřuje vývoj průmyslu i celé společnosti jsou vydávány a iniciovány vládami všech průmyslově vyspělých zemí. V Německu Ministerstvem vzdělávání a výzkumu, iniciativou s termínem – Industry 4.0, v Japonsku – Industrial Value Chain Initiative, v USA – Smart Manufacturing Leadership Coalition, v ČR, v nejprůmyslovější zemi Evropy, tato iniciativa od samotného počátku těchto aktivit probíhá pod označením – Průmysl 4.0.

Myšlenka „Průmyslu 4.0“, datovaná do začátku druhého desetiletí 21. století, přináší projekty využití kyberneticko-fyzikálních systémů, podle nichž vzniknou „chytřejší továrny“ či „chytřejší budovy“ na základě „internetu věcí“ či „internetu služeb“ s využitím propojování fyzických systémů s virtuálními modely pomocí simulačních nástrojů a rychlých sítí na základě automatizačního rozpoznávání a predikce situací. Tyto systémy tak převzou opakující se jednoduché činnosti, které zatím vykonávají lidé a připraví podmínky k postupnému dalšímu duševnímu vývoji.

Vývoj lidstva byl po mnoho tisíciletí bolestně pomalý, téměř neviditelný. Před pouhými dvěma sty lety se náhle stalo cosi zásadního až revolučního, co zalomilo křivku vývoje lidských dějin, společenského rozvoje, ale i populace progresivně téměř o 90 stupňů.

Této náhlé změně, ke které došlo díky několika souběžným objevům ve fyzice, chemii, metalurgii a dalších disciplínách, jsme si zvykli říkat průmyslová revoluce. Došlo k prolomení omezení daného fyzickou silou.

Tato 1. průmyslová revoluce uvedla v život „první světový věk strojů“, které vzhledem k neomezené možnosti vytvářet obrovská množství energie započaly pohánět technické inovace a vývoj na naší Zemi.

Dnes stojí lidstvo na prahu „druhého věku strojů“, - 2. průmyslové revoluce. Obdobně jako omezení fyzických možností člověka u té 1. průmyslové s několika etapami vývoje, přináší ta poslední čtvrtá etapa s označením Průmysl 4.0 předzvěst příchodu 2. průmyslové revoluce, která zcela prolomí duševní možnosti a omezení člověka. Přesný budoucí vývoj těchto změn je stále ještě neznámý, ale zcela jistě přinese zásadní změny do vývoje lidských dějin a životů každého obyvatele planety. I když někteří v našem okolí píší a mluví již o 4. průmyslové revoluci, je a bude na nás, abychom solidně zvládli tu poslední čtvrtou etapu vývoje té první průmyslové revoluce na cestě k té druhé přicházející.

Udržitelný vývoj povrchových úprav

Cíle povrchových úprav, jako neoddělitelné součásti všech strojírenských technologií, jsou v souladu s požadavky výroby a udržitelného rozvoje strojírenství a ostatních výrobních oborů.

Jde především o zvyšování provozní spolehlivosti a životnosti, snižování výrobních nákladů, zlepšování kvality, ale i omezování znečišťování životní prostředí. Zaváděním nových technologií a provozů, i rekonstrukcemi a certifikacemi stávajících pracovišť povrchových úprav, postupně dochází k vyrovnání technicko-ekonomických ukazatelů s průmyslově vyspělými zeměmi v tomto oboru.

Vlivem pokroku ve vědě a technice i vzhledem k mnoha praktickým zkušenostem, dosáhl obor povrchových úprav značných kvalitativních změn, nabyl širšího rozsahu a zasahuje svým významem do všech oborů lidské činnosti.

Nejde již jen o ochranu povrchů, ale o nové technologie, materiály a vlastnosti povrchů, které pro svůj další rozvoj vyžaduje strojírenství, elektrotechnika, stavebnictví, energetika, ale i zcela nové obory mikrotechniky, biomedicíny, nanotechnologií a elektroniky.

Aplikace povrchových úprav prokazatelně dokazují svůj význam na výrobcích všude kolem nás. Pozitivní směry rozvoje povrchových úprav je možno spatřovat v řadě oblastí. Především při zvyšování objemu prací prováděných při výrobě polotovárů a ve větších provozech povrchových úprav, čímž dochází k efektivnějšímu využívání materiálů, snižování energetické náročnosti a snížení celkových nákladů.

Využitím nových poznatků z chemie, fyziky, elektroniky, nových materiálů a technologií, mimo jiné především na principu plasmu, vakua, laseru a nanomateriálů, je rozvoj úprav povrchů velice výrazný, přičemž z pohledu svého vývoje téměř na počátku svého vývoje.

Důležitá data ve vývoji technologií povrchových úprav ve 20. století.

- 2000 Nanotechnologická iniciativa vlády USA
- 1985 Povlaky PVD, CVD
- 1981 Skenující tunelový mikroskop G. Binning, H. Rohver
- 1980 Laserové zpracování plechů
- 1974 Termín „Nanotechnologie“ Novio Tanaguči
- 1970 Kompozitní a slitinové povlaky
- 1960 Plazmové nástřiky kovů a keramiky
- 1959 První zmínka o nanotechnologiích – „Tam dole je spousta místa“ R. Feynman
- 1955 Difúzní procesy (Inchromování, Alumetování, Sherardizování)
- 1953 Elektrostatické nabíjení částic E. Gemmer
- 1931 Elektronový mikroskop M. Knoll, E. Ruska
- 1921 Princip fluidisace F. Winkler
- 1916 Wattsův elektrolyt pro niklování
- 1906 Žárové stříkání kovů G. Schopp

Možnosti rozvoje oboru úzce souvisí s technicko-ekonomickými podmínkami v místě i čase, a především s technickými a technologickými vědomostmi.

Povlaky se zcela novými vlastnostmi, s vysokými parametry kvality, dlouhou životností, otěruvzdorné povlaky, povlaky samomazné s tichým chodem a bezúdržbovým provozem, žáruvzdorné povlaky odolávající extrémním teplotám při vysokém stupni bezpečnosti, povlaky zabraňující vzniku zápalné jiskry, povrchy s elektrickými a magnetickými parametry pro zpracování a uchování informací, to jsou jen některé z běžně aplikovaných technologií funkčních povlaků a vrstev o parametrech a rozměrech potřebných a požadovaných pro další obory.

Svémi novými výsledky, a především záměry vývoje v nových dimenzích i oblastech, přitahují technologie povrchových úprav zájem o jejich využitelné výsledky konstruktéry i projektanty všech oborů.

Vzdělávání v oboru povrchových úprav

Po nezodpovědném a cíleném rozpadu výzkumné základny a odborného školství v našich zemích je více než potřebné prohlubovat vzájemnou spolupráci firem na bázi vzájemné informovanosti o technických a technologických možnostech v rámci celoživotního vzdělávání a sdružovat vlastní prostředky a kapacity na výzkumná pracoviště.

Vzhledem ke kritickému nedostatku technicky vyspělých a vzdělaných absolventů, je potřeba podpořit myšlenku obnovy odborného technického školství na potřebné technické úrovni a podporovat celoživotní formy vzdělávání vlastních zaměstnanců za podpory vedení a majitelů firem.

Na požadavky dnešního rychlého průmyslového vývoje v souladu s digitalizací budou obecně jakékoli dovednosti a vědomosti velmi rychle zaostávat. Vytlačeny budou velmi rychle jednoduché a opakující se činnosti. Ohrožena je i řada pracovních míst v administrativě, v obchodu i v logistice a dopravě na všech úrovních. Zatím se nezapojili do přípravy nových generací na jejich budoucnost pracovníci v řadě oblastí vzdělávání. Oblast celoživotního vzdělávání téměř chybí. Podniky mnohdy vyčkávají, co nastane. Je nezbytné vytvářet podmínky pro rekvalifikace na podnikcích nebo blízkých odborných školách.

Vstupujeme do zcela nové doby. Počítače a roboti začínají sami řídit, psát, optimalizovat, obsluhovat, diagnostikovat, operovat. V posledních letech se skokově zvýšily jejich schopnosti a postupně zvládají činnosti dosud vyhrazené pouze lidem. Firmám rostou zisky, přibývá nezaměstnaných, kteří neobstojí v konkurenci strojů. Jak obstát a co učít děti i ostatní co chtějí v konkurenci chytrých strojů žít v nových podmínkách digitální doby? Chceme-li obstát, musíme začít u sebe!

Nepochopení nebezpečí technologického zaostávání a ztráty motivace zaměstnanců je vážným nebezpečím v soutěži s technicky vyspělými a nezaadulženými zeměmi, především i mimo Evropu.

Cílem vzdělávání, a to i formou odborných setkávání, není jen získání nových informací, ale především navázání spolupráce a získání vzájemných kontaktů se specialisty v jednotlivých oblastech.

A tak podle hesla „vlastní silou“ F. J. Gerstnera, který se v našich zemích přičinil jako stavitel železnic o naplnění a realizaci té prvé průmyslové revoluce, je na nás na všech přičinit se o rozvoj té příští, která přichází.

Voda v povrchových úpravách kovů

Ing. Pavel Franče, CSc. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Voda a její vize

Jedním z nejvíce zkoumaných rizik lidstva v poslední době je očekávaná změna zemského klimatu. Globální změny klimatu v současnosti úzce souvisí se skleníkovým jevem v atmosféře, který je způsoben zvyšováním obsahu skleníkových plynů převážně v důsledku lidské činnosti (např. při spalování fosilních paliv). Pokud skleníkových plynů přibývá oproti jejich rovnovážnému stavu je zřejmé, že atmosféra Země se více ohřívá. Modelové výpočty ukazují, že v důsledku lidské činnosti dochází ke globálnímu oteplení – předpokládá se, že celková odchylka by mohla být až 6 °C. S tím pochopitelně dojde k významnému ovlivnění přirozeného oběhu vody. Téměř určitě bude provázena častějším výskytem extrémních situací: horkých období, ale i mrazů, silných větrů a dešťů či období such. Zvláště významný bude vliv na srážky, které v některých oblastech mohou významně poklesnout, jinde naopak vzrůst. V kombinaci s oteplením se mohou výrazně změnit i říční průtoky. Nová zpráva Organizace spojených národů ohledně stavu vodních zásob naznačuje, že do deseti let bude čelit nedostatku vody tři miliardy lidí ze 48 zemí světa. V roce 2030 se zásoby vody sníží o 40 procent a dostanou se na kriticky nízkou úroveň. Problémem globální klimatické změny není pouze nedostatek vody v potřebném množství a kvalitě, ale především schopnost přizpůsobení lidské společnosti, jejích ekonomických a politických systémů. Větší změny klimatu totiž mohou vyvolat nebezpečné konflikty, které byly a jsou pro člověka vždy nebezpečnější než vlivy okolního prostředí.

Člověk potřebuje vodu ke svému životu a také ke většině činností, které vykonává. Bez vody nemůže tedy existovat ani průmysl. Omezené zdroje vody a stále větší nároky na ochranu životního prostředí nás nutí s vodou lépe hospodařit. Také v poslední době stále více diskutované sucho, jehož výskyt není pro odborníky ničím novým, ovlivní v blízké budoucnosti celosvětově dostupnost vody v potřebném množství i kvalitě. S výjimkou let 1997 a 2002, kdy v důsledku neobyčejně intenzivních srážek došlo k rozsáhlým povodním na území Moravy a Čech, bylo a je sucho běžnou součástí i našeho klimatu ve střední Evropě. Extremita počasí by měla podle klimatických scénářů v příštích desetiletích narůstat. Výkyvy by ale měly být na obě strany, deště a bouřky budou střídat období sucha a měli bychom si na ně proto zvykat.

Cena vody

Nedostatek zdrojů vody a náklady vynaložené na její úpravu se pochopitelně projeví v její ceně. V roce 2015 byla dle šetření Českého statistického úřadu průměrná cena, včetně 15 % DPH, pro vodné 40,94 Kč/m³ a průměrná cena pro stočné představuje po zpřesnění metodiky výpočtu 35,30 Kč/m³. V následujících letech dochází k dalším úpravám. Např. v Praze byla cena vody na rok 2018 stanovena takto: vodné - 48,30 Kč/m³, stočné - 39,09 Kč/m³, celkem 87,39 Kč/m³. Oproti roku 1990, kdy celková cena vody pro domácnost za 1 m³ činila 80 haléřů, se jedná o více než 100 násobné navýšení její ceny. Od 1. 1. 2019 došlo k dalšímu navýšení ceny, vodné - 48,96 Kč/m³, stočné - 40,70 Kč/m³, celkem 89,66 Kč/m³, tedy o více než 2 Kč za 1 m³. V nejbližších letech nelze očekávat, že by se tento trend změnil.

Vývoj vodného a stočného v Praze:

Období	Cena vody v Kč/m ³ včetně 15 % DPH		
	Vodné	Stočné	Celkem
1990	Domácnost 0,60	Domácnost 0,20	0,80
	3,70	2,35	6,05
1994	Domácnost 8,40	Domácnost 6,60	15,00
	12,20	7,60	19,80
1998*	14,62	11,57	26,19
2018	48,30	39,09	87,39
2019	48,96	40,70	89,66

*) Od roku 1998 byla cena pro domácnost a ostatní odběratele sjednocena.

Legislativa

Současná legislativa na úseku čištění odpadních vod v ČR vychází z principů příslušných směrnic Evropské unie (91/271/EEC a 2000/60/EC) a navazuje na tradici předchozí legislativy, která byla ve směru k čištění odpadních vod mimořádně dobře a prozíravě koncipována (zákon o vodách č. 138/1973 Sb. a prováděcí nařízení vlády č. 25/1975 Sb.). Určitým potvrzením kvality této původní právní úpravy je fakt, že vodní zákon byl po předchozích novelách celý změněn až v roce 2001 a novelizován teprve v loňském roce.

Od 1. ledna 2019 nabývá účinnosti novela vodního zákona č. 113/2018 Sb., která mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 388/1991 Sb., o Státním fondu životního prostředí České republiky, ve znění pozdějších předpisů. Novela definuje způsob udělování výjimek vodoprávním úřadem pro případy, kdy realizací záměru dojde ke zhoršení stavu vodního útvaru povrchové nebo podzemní vody, novelizuje správu poplatků a mění či zpřesňuje i další ustanovení starších právních předpisů.

Hlavní změny se týkají:

- Rozšíření vodoprávního souhlasu i na geologické práce spojené se zásahem do pozemku, jejichž cílem je následné využití průzkumného díla na stavbu k jímání podzemní vody nebo pro vrty pro využívání energetického potenciálu podzemních vod.
- Úpravy v oblasti odpadních vod (upřesnění odpadních vod, prokazování odborné způsobilosti pro rozbor odpadních vod a provádění odběrů vzorků, dokladování zneškodňování odpadních vod z bezodtokových jímek 2 roky zpětně)
- Změny v poplatcích: zrušení záloh, změna správce poplatku z ČIŽP na SFŽP.
- Změny v poplatcích za vypouštění odpadních vod: osvobozuje se vypouštění nepřekračujících hmotnostní nebo koncentrační limit. Poplatkové příznání se nepodává, jen pokud je vypouštění odpadních vod od poplatku zcela osvobozeno.

Důležitou změnou, kterou novela přináší, je nová definice pojmu odpadní voda a způsoby likvidace odpadních vod. V Díle 5 „Ochrana jakosti vod“. V paragrafu 38 v odst. 5 je ukládána povinnost: **„Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Při stanovování těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k nejlepším dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod, kterými se rozumí nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použité technologie zneškodňování nebo čištění odpadních vod, vyvinuté v měřítku umožňujícím její zavedení za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek a zároveň nejúčinnější pro ochranu vod.“** Dále se v tomto paragrafu v odstavci 10 konstatuje: „Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních stanoví vodoprávní úřad nejvýše přípustné hodnoty množství a koncentrace vypouštěného znečištění (emisní limity) a objem vypouštěných vod“. Rovněž § 38, odst. 8 novely stanoví, že ten, kdo akumuluje odpadní vody v bezodtokové jínce (žumpě), je povinen zajistit jejich odvoz na čistírnu odpadních vod a prokázat tento způsob jejich likvidace vodoprávnímu úřadu nebo České inspekci životního prostředí předložením dokladu, a to zpětně za období posledních dvou kalendářních let. K odvozu odpadních vod je oprávněn pouze provozovatel čistírny odpadních vod nebo osoba oprávněná podle živnostenského zákona.

Nařízení vlády č. 25/1975 Sb. bylo změněno až v roce 1992 (č. 171/1992 Sb.), přičemž seznam ukazatelů množství látek v povrchových vodách zůstal zachován v tomto i dalším nařízení vlády (č. 82/1999 Sb.). Od té doby bylo nařízení vlády změněno celkem 4x (č. 82/1999 Sb., č. 61/2003 Sb., č. 229/2007 Sb. a č. 23/2011 Sb.). V současné době platí již páté nařízení vlády č. 401/2015 Sb., které stanoví přípustné znečištění odpadních vod i vod povrchových, emisní standardy a normy environmentální kvality (dříve emisní a imisní standardy). Již od května 2016 leží na Úřadu vlády další novela tohoto nařízení, která mění limity pro nejlepší dostupné technologie v oblasti zneškodňování odpadních vod a podmínky jejich použití, což se neobejde bez dalších investic do čistíren odpadních vod.

Vypouštění odpadních vod do veřejné kanalizace je obecně upraveno kanalizačním řádem správce veřejné kanalizace. Zde jsou uvedeny jednak seznamy látek, které nesmí do kanalizace vniknout a jednak ukazatele nejvyšší přípustné míry znečištění vypouštěných z jednotlivých objektů. Základními právními normami, jimiž se řídí vztahy ke kanalizaci pro veřejnou potřebu a jež jsou podstatné z hlediska kanalizačního řádu, jsou zákon č. 254/2001 Sb. o vodách, zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a prováděcí právní předpisy, zejména vyhláška č. 428/2001 Sb.

Dalším normativem, který se bezprostředně dotýká odpadních vod z povrchových úprav, je ČSN 75 6505 „Zneškodňování odpadních vod z povrchových úprav kovů a plastů“. Tato norma nabyla účinnosti od 1. 8. 1991 a nahradila předchozí ČSN 83 0809 z 13. 1. 1976. Norma stanoví zásady pro navrhování, výstavbu a provoz zařízení pro zneškodňování uvedených odpadních vod a principy navrhování a výstavby provozů povrchových úprav. Povrchové úpravy ve smyslu této normy zahrnují veškeré postupy předúpravy a úpravy kovů, plastů a dalších materiálů, jejich galvanické či bezproudové pokovování, postupy odstraňující zbytky solí použité v tepelné úpravě, oplachy vodou, postupy používané pro nanášení nátěrových hmot či smaltů, postupy pro odstraňování povlaků kovů, smaltů a nátěrových hmot. I přes její částečnou zastaralost je stále vhodnou pomůckou pro vodohospodáře a technologv provozech povrchových úprav.

Pokud odpadní vody z povrchových úprav obsahují ropné látky, postupuje se podle ČSN 75 6551. Norma byla vydána v únoru 1995 a nahradila ČSN 83 0917 z 13. 12. 1977. Ve velmi podrobně zpracované normě jsou stanoveny všeobecné požadavky, dále návrhy na technologii čištění, a pak zejména postupy a způsoby zneškodňování odpadních vod. Norma platí pro čištění odpadních vod s obsahem ropných látek, přítomných ve formě volně vzplývavé, dispergované nebo usaditelné. Norma neplatí pro čištění odpadních vod z těžby a rafinerií ropy a odpadních vod s obsahem stabilizovaných emulzí.

Druhy a složení odpadních vod

Podle tzv. Modré zprávy MŽP & MZe v roce 2015 do kanalizací bylo vypuštěno (bez zpoplatněných srážkových vod) celkem 445,5 mil. m³ odpadních vod. Z tohoto množství bylo čištěno 97 % odpadních vod (bez zahrnutí vod srážkových), což představuje 432 mil. m³. Z toho množství méně než 160 mil. m³ představovaly vody průmyslové a ostatní. I když objem odpadních vod z povrchových úprav kovů představuje ve srovnání s objemem ostatních průmyslových vod nevýznamný podíl, cca 0,02 %, vzhledem k obsahu zvláště nebezpečných látek se jedná o nejproblémovější průmyslové odpadní vody. Omezování vypouštěného znečištění je proto v provozech povrchových úprav kovů nutností každého technického řešení vodního hospodářství. Hlavním zdrojem znečištění v provozech povrchových úprav kovů jsou vedle vyčerpaných funkčních lázní především oplachové vody z jednotlivých procesů předúprav i vlastních galvanických operací. Tedy z:

- odmašťování
- moření
- galvanických (chemických) úprav

Odmašťování kovů slouží k odstranění nečistot z povrchu, především konzervačních olejů a tuků. K hrubému odmaštění se používají organická rozpouštědla a jejich směsi. S oblibou se provádělo odmašťování v chlorovaných uhlovodících trichlorethylenu a perchlorethylenu. Vzhledem k jejich charakteru zvláště nebezpečných látek se nahrazují jinými rozpouštědly např. přírodními terpeny D-limonen, který se získá při zpracování citrusů. Navíc se jedná o látku dobře biologicky odbouratelnou. Nevýhodou je jeho hořlavost a vysoká cena. Proto je stále nejvýhodnější jejich náhrada alkalickými vodními odmašťovači. Tyto přípravky obsahují anorganické složky, které určují hodnotu pH elektrolytu, např. metakřemičitany, fosforečnany, hydroxid sodný nebo draselný, uhličitán sodný, borax, dusitany a organické složky, povrchově aktivní látky, které zesilují odmašťovací účinek.

Moření kovů se běžně provádí v anorganických kyselinách za účelem odstranění korozních produktů, naleptání nebo aktivaci povrchu (dekapování) před následujícími povrchovými úpravami. Také se používá ke stahování vyloučených kovů ze závěsů nebo zmetkového zboží. Většinou se k moření používá kyselina sírová, chlorovodíková, dusičná, fluorovodíková a fosforečná. K moření hliníku se používá roztok alkalického hydroxidu. Do mořících lázní se také přidávají povrchově aktivní látky a inhibitory.

Při galvanickém pokovování, případně chemickém pokovování se na kovových předmětech nebo na elektricky vodivém povrchu vylučují kovy, které slouží k jejich antikorozi ochráně, dekorativnímu vzhledu nebo jiným funkčním vlastnostem povrchu. Přitom vznikají odpadní vody, převážně kyselé nebo alkalické, obsahující těžké kovy, kyanidy, povrchově aktivní látky a komplexotvorné látky, např. kyselinu nitriltriocetovou (NTA), ethylendiamintetraocetovou (EDTA), vinnou, glukonovou, octovou, citronovou, triethanolamin, ethylendiamin a řadu dalších. Zvláště komplikované odpadní vody vznikají v elektrotechnickém průmyslu při výrobě plošných spojů. Odpadní vody z této výroby obsahují těžké kovy, např. měď, zinek, olovo, chrom, paladium a komplexotvorné látky EDTA, polyvinilalkohol, formaldehyd, amoniak a amonné soli. Koncentrace komplexně vázaných kovů se řádově pohybují i ve stovkách mg/l. Vlastní galvanické pokovování se provádí v kyselém nebo alkalickém prostředí. V kyselém prostředí se provádí např. zinkování, niklování, cínování, mědění, chromování. V alkalickém prostředí pak zinkování, mědění, mosazení, stříbření a zlcení. Nejrozšířenější je galvanické zinkování, které má nejen vynikající antikorozi vlastnosti, ale i dekorativní. K tomu slouží široká paleta chromátovacích přípravků a finální úpravy vodou ředitelnými laky na bázi akrylátů, které prodlužují životnost vyloučeného zinku. Kromě toho se v menší míře používají i slitinové zinkovací lázně, vylučující povlaky zinku s jednotlivými kovy železa, kobaltu a niklu. Všechny tyto slitinové povlaky mají lepší antikorozi vlastnosti než pouze zinkové.

Prakticky všechny obory povrchových úprav jsou zdrojem znečišťování životního prostředí plynnými, kapalnými i tuhými produkty. Galvanovny jsou zdrojem:

- Plynných škodlivin ve formě aerosolů, kde dochází k vývinu plynů chemickou a elektrochemickou reakcí a ve formě rozkladných produktů (nitrozní plyny při moření v kyselině dusičné, chlorovodík při moření v kyselině chlorovodíkové).
- Kapalných škodlivin ve formě odpadních vod, resp. koncentrátů, které vznikají při vypouštění vyčerpaných galvanických nebo chemických lázní. Dále při výměně úsporných oplachů, pokud je nelze již využít a při likvidaci lázní, v nichž se stahují vadné povlaky. Lze sem také zařadit odpadní vody z regenerací iontoměničových stanic. Hlavním zdrojem odpadních vod na čistící stanici jsou oplachové vody. Kvalitativní chemické složení je obdobné jako u funkčních lázní, po kterých se výrobky oplachují. Zředění bývá podle typu oplachu alespoň 1:100 nebo větší, protože se zpravidla oplachové vody z několika operací spojují.
- Tuhých odpadních produktů z mechanických úprav a kalů vznikajících při zneškodňování odpadních vod srážením.

Je tedy zcela pochopitelné, že snižování množství odpadů v provozech povrchových úprav kovů je prioritou každého vodohospodáře. Toho nelze dosáhnout pouze rekonstrukcí nebo modernizací čistírny odpadních vod, ale racionalizací celého provozu povrchových úprav, tj. zavedením celého souboru organizačních a technických opatření.

Trendy v čištění odpadních vod

Odpadní vody, odtékající z provozů povrchových úprav kovů, se dělí podle druhu a množství závadných látek v nich obsažených. Rozdělení odpadních vod je velmi důležité, protože jen tak je možné zvolit vhodný systém čistící stanice a navrhnout účinnou technologii čištění. Podle složení se odpadní vody dělí do těchto základních skupin:

- kyselé a alkalické s obsahem kovů
- s obsahem chromu (Cr^{VI})
- s obsahem kyanidů
- s obsahem komplexotvorných látek a kovů
- s obsahem dusitanů
- s obsahem laků a dispergovaných látek
- s obsahem minerálních olejů a tuků
- s obsahem fluoridů
- speciální druhy vod s obsahem drahých kovů

Toto rozdělení je pouze orientační a v provozu je nutné řešit vždy případ od případu. Je však základním předpokladem, že daná skupina odpadních vod bude za použití dostupných čistících technologií vyčištěna tak, aby kvalita vypouštěných vod splňovala požadavky vodoprávních úřadů. Průmyslové odpadní vody, pokud se čistí v samostatných ČOV, byly i v minulosti jako zdroj nebezpečného znečištění dobře ošetřeny a ani dnes nepředstavují za běžných situací významnější vodohospodářský problém. Průmyslové čistírny odpadních vod ale neřeší problém odstranění organických látek, které se stále ve větší míře i spektru v povrchových úpravách kovů používají. Jedná se především o povrchové aktivní látky – tenzidy, přítomné v odmašťovacích i pokovovacích lázních. Dalším zdrojem organických látek jsou samotné komplexotvorné látky obsažené ve funkčních lázních a dále také látky, které se v souvislosti s jejich čištěním používají k separaci těžkých kovů. Odpadní vody z těchto provozů jsou v naprosté většině případů čištěny pouze chemicky, kdy se organické látky odstraňují jen nepatrně, obvykle účinnost nepřesahuje jednotky procent. Z ekologického hlediska je proto žádoucí, aby již vyčištěné průmyslové odpadní vody byly regulovaně odváděny na biologickou čistírnu, kde by se zajistilo odstranění organických látek biologickým dočištěním. Samozřejmě za předpokladu, že se připouštěním těchto vod neohroží funkce biologické čistírny. Jedná se mnohdy o vody z drobnějších provozoven a podniků, kde není zcela optimální provoz vlastního čistírenského zařízení. Pro mnohé z těchto vod je naopak vhodné společné čištění na komunálních čistírnách. O tom, zda je vhodné tyto vody přijmout či nepřijmout k čištění na komunální čistírně odpadních vod, nejlépe rozhodne technolog čistírny. V každém jednotlivém případě a v okamžiku, kdy mají odpadní vody jakýkoliv negativní vliv na funkci ČOV, tak příjem okamžitě zastaví.

Specifické organické látky, v závislosti na svých vlastnostech – biologické rozložitelnosti, se odstraňují sorpcí na primárním kalu, odvětráním, vytěsněním proudem plynů biodegradací a sorpcí na aktivovaném kalu. V případě, že přebytečný aktivovaný a primární kal je anaerobně stabilizován, dochází k dalšímu odbourávání organických látek, a především k jejich dechloraci. Rovněž dochází ke snížení zbytkových koncentrací těžkých kovů, v důsledku adsorpce na primárním a aktivovaném kalu.

Čistírenské kaly jsou z hlediska zákona považovány za odpady, zatímco v minulosti mohly být považovány za kvalitní hnojivo. Kaly z ČOV patří, dle ustanovení § 25 odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech v úplném znění, mezi tzv. vybrané odpady. Vyhláška č. 382/2001 Sb. stanovuje povinnost aplikovat pouze upravené kaly. Nakládání s těmito odpady v zemědělství je doposud zatíženo řadou specifických povinností a nejasností, které se budou muset řešit v návaznosti na legislativu EU. Čistírenské kaly jsou cenným zdrojem jak organického uhlíku, tak nutrientů (především fosforu), a jejich aplikace na zemědělskou půdu za stanovených podmínek bude nadále podporována, protože tato metoda nakládání s kalem přináší výhody jak ekologické (recyklace živin – na rozdíl od spalování; snížení aplikovaného množství minerálních hnojiv, které je třeba vytěžit; snížení množství kalů ukládaných na skládky; atd.), tak ekonomické, protože je to nejlevnější metoda zneškodňování tohoto materiálu.

Je nesporné, že i v budoucnu bude průmysl důležitým odběratelem vody. Lze předpokládat, že množství odběru vody bude ovlivněno zaváděním nových úsporných technologií a racionalizací hospodaření s vodou. Zavádění úsporných opatření, v souvislosti se snižováním dostupnosti zdrojů vody, zvyšováním její ceny a požadavků vodoprávních úřadů na snižování vypouštěného znečištění, bude nutností každého odběratele vody.

Použitá literatura

- [1] Kolektiv autorů : Voda v České republice, MZe ČR 2006
- [2] Wanner J. : Čištění odpadních vod v ČR, kulturní dům v Soběslavi 3.11.2018
- [3] Wanner J., Koller J., Franče P. : Právní a technické aspekty vypouštění průmyslových odpadních vod, INFO CENTRUM Praha 5.4.2000
- [4] Franče P. : Opatření ke snížení těžkých kovů v odpadních vodách z průmyslových odvětví, Centrum technologických informací a vzdělávání ČVUT 2007
- [5] Szelag. P. : Galvanické pokovení, Centrum technologických informací a vzdělávání ČVUT 2018

Hodnocení odolnosti nátěrových systémů pomocí elektrochemické impedanční spektroskopie

Ing. Martina Pazderová, Ph.D., Ing. Vít Jonák – Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s., Praha

Obvyklý způsob ověřování odolnosti povrchových úprav představuje využití urychlených klimatických a korozních zkoušek. Elektrochemické metody umožňují sledovat změny chování systému substrát/povrchová úprava v čase a rozpoznat příčiny poškození ať už nátěrového systému nebo samotného podkladu. Elektrochemická impedanční spektroskopie byla využita při hodnocení degradace nátěrových systémů aplikovaných na hliníkových substrátech. Cílem experimentu bylo ověření, do jaké míry substrát a jeho předúprava ovlivňují celkovou odolnost systému s povrchovou úpravou a v neposlední řadě i ověření, zda je metoda použitelná a vhodná při hodnocení vysokoimpedančních nátěrových systémů.

Úvod

Elektrochemickými metodami lze posuzovat chování organických povlaků v prostředích, která odpovídají reálnému prostředí působícímu na povrch a hodnotit jejich trvanlivost v daných podmínkách. Oproti klasickým korozním zkouškám mají výhodu v kratší době měření, poskytují informace o mechanismech selhání povlaku, umožňují kvantifikovat výsledky a nejsou zatíženy subjektivním hodnocením, jako v případě vizuálního hodnocení u urychlených korozních zkoušek. V případě aplikace povrchových úprav na kovový substrát jsou dokonce schopny zjistit změny povlaku dříve, než je poškození viditelné na povrchu a často je možné odhalit i příčinu selhání povlaku. Určitou překážku v oblasti organických povlaků představuje skutečnost, že v počáteční fázi jsou povlaky nevodivé a nedochází k průniku korozního prostředí k substrátu. Z tohoto důvodu je doporučeno využití metod, které jsou založené na střídavém proudu (AC metody).

Nejčastěji používanou elektrochemickou metodou využívající střídavý proud je elektrochemická impedanční spektroskopie (EIS). Metoda je založena na odezvě elektrody na vložený napěťový nebo proudový signál sinusového tvaru o malé amplitudě ve zvoleném rozsahu frekvencí. V systému substrát/organický povlak jsou sledovány dva jevy, jednak poškození povlaku způsobené vlivem elektrolytu, a dále změna korozní rychlosti substrátu, poté co dojde k poškození ochranné vrstvy a jeho napadení elektrolytem.

Nastavení měření

Vzorky byly připraveny ze třech typů hliníkových slitin s předúpravou eloxováním nebo chromátováním, na které byl aplikován nátěrový systém S 2318 + U 2081NG (viz Tab. 1). Měření EIS probíhalo na vzorcích neexponovaných, které byly použity jako referenční a dále na vzorcích, které byly podrobeny zkoušce vlhkým teplem cyklickým (56 dní) [1], korozní zkoušce solnou mlhou (21 dní) [2] a korozní zkoušce oxidem siřičitým (21 dní) [3]. Vyhodnocením naměřených dat bylo možné sledovat změny, ke kterým došlo v důsledku působení korozního prostředí. Aplikace EIS při hodnocení vysoce-impedančních povlaků je definována v normě ČSN EN ISO 16773 [4].

Označení systému	Substrát	Povrchová úprava
01	D16ATV	Elox
02	D16ATV	Chromát
03	2124	Elox
04	2124	Chromát
05	7475	Chromát

Tab. 1 – použité vzorky a jejich označení

K měření byla použita přítlačná cela PTC1 (Paint test cell) od firmy Gamry, určená pro měření nátěrových systémů. V klasickém tříelektrodovém zapojení představoval pracovní elektrodu vzorek s nátěrovým systémem, jako referenční elektroda byla použita nasycená Ag/AgCl elektroda a pomocnou elektrodu tvoří platinový drát. Měřicí cela byla připojena k potenciostatu VoltaLab PGZ 100, řízenému programem VoltaMaster 4 (Radiometer Analytical SAS, France). Měření probíhalo v 20% roztoku H₂SO₄, bez míchání, při laboratorní teplotě a za přístupu vzduchu. Nastavení parametrů měření záviselo na skutečnosti, zda se jednalo o vzorky před expozicí nebo po expozici.

Neexponované vzorky

- 24 h
- Ustalování Open Circuit Potential (OCP, potenciál otevřeného obvodu) se záznamem 10 min před EIS
- Měření EIS při korozním potenciálu, amplituda perturbačního systému 20 mV, frekvence v rozmezí 100 kHz – 1 Hz
- 96, 120, 144, 168 a 360 h
- Ustalování OCP se záznamem 10 min před EIS
- Měření EIS při korozním potenciálu, amplituda perturbačního systému 20 mV, frekvence v rozmezí 100 kHz – 40 Hz

Exponované vzorky

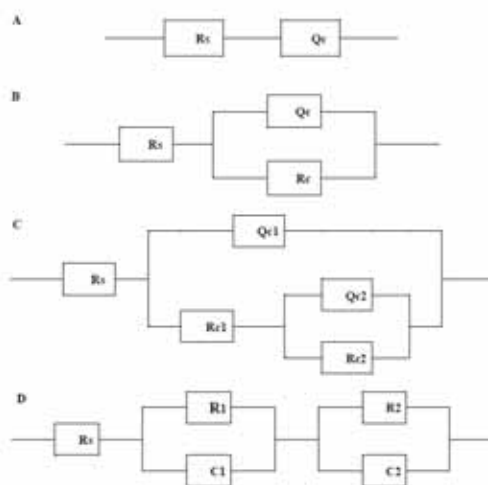
- Měření OCP po dobu 60 min
- Měření EIS při korozním potenciálu, amplituda perturbačního systému 20 mV, frekvence v rozmezí 100 kHz – 40 Hz

Výsledky a diskuze

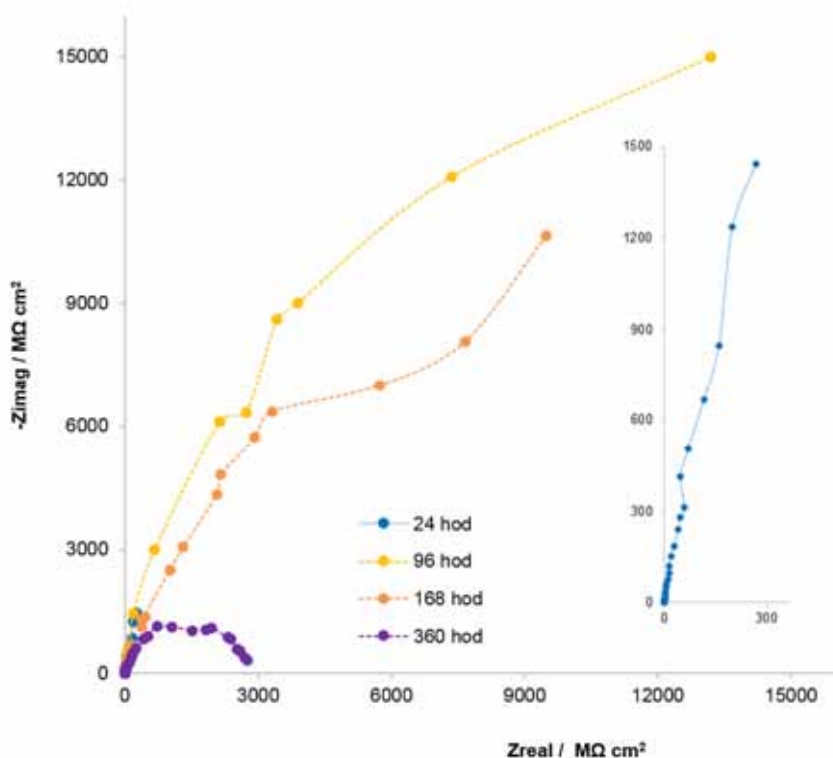
Měření probíhalo podle výše uvedeného schéma. Porovnáním hodnot získaných po 24 h měření v případě neexponovaných vzorků s hodnotami získanými při měření exponovaných vzorků bylo možné sledovat změny, ke kterým docházelo vlivem působení různých korozních prostředí. Další část měření byla tvořena dlouhodobým měřením neexponovaných vzorků. Porovnáním těchto hodnot bylo možné průběžně sledovat změny v chování nátěrových systémů a porovnávat výsledky s údaji naměřenými u exponovaných vzorků. Pro dosažení přesnějších údajů by bylo nezbytné použití stejných korozních prostředí jako v případě klimatických a korozních zkoušek.

Při fitování naměřených impedančních spekter neexponovaných vzorků byly použity ekvivalentní obvody, které jsou uvedeny na Obr. 1. Nátěrové systémy byly po celou dobu expozice velmi odolné, což odpovídá i uvedeným typům ekvivalentních obvodů. V případě hodnocení vzorků exponovaných byl použit ekvivalentní obvod typ C. Všechny nátěrové systémy si i po jednotlivých expozicích ponechaly vysokou korozní odolnost a vykazovaly velmi vysokou impedanci, která se pohybovala v řádech až 10^{11} . Tato skutečnost se projevila zejména na rozkolísanosti měřených dat impedančních spekter. Z tohoto pohledu se ukázalo jako vhodnější porovnávat kapacitu vysokoimpedančních povlaků, neboť je méně závislá na rozmezí fitovaných frekvencí než odpor nátěru. V grafu na Obr. 2 je možné vidět výsledky impedančních měření v jednotlivých časech.

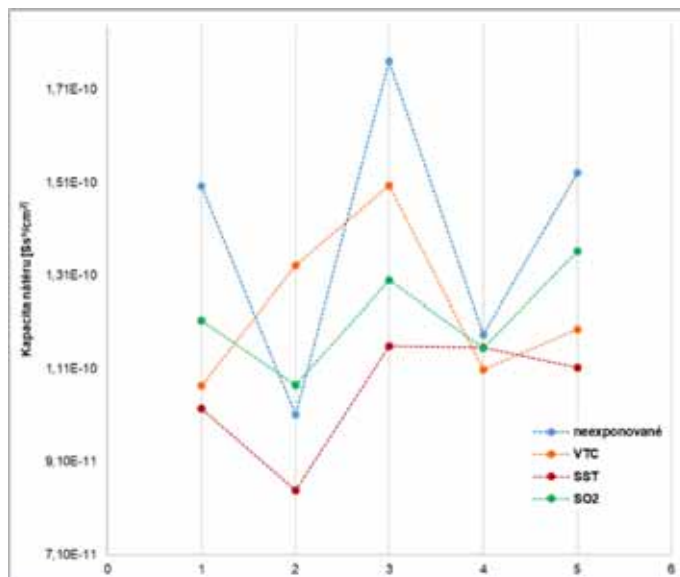
V následujících grafech (Obr. 3 – Obr. 5) byly srovnány hodnoty kapacit, odporů a rozptylových koeficientů. U neexponovaných vzorků byly použity hodnoty naměřené po 24 h a v případě exponovaných vzorků bylo použito měření po poslední zkoušce, kterou bylo celé klimatické a korozní testování vzorků zakončeno. Tzn. vlhké teplo cyklické (VTC), solná mlha (SST) a zkouška oxidem siřičitým (SO_2). Z grafů je zřejmé, že hodnoty vyfitovaných odporů nátěrů jsou méně přesné než hodnoty kapacit a jim příslušných rozptylových koeficientů. Je také zřejmé, že největší rozdíly mezi nátěry byly naměřeny před expozicí, což bylo pravděpodobně způsobeno dovytvrzením vzorků během vlastních zkoušek nebo blokáci pórů sloučeninami ze zkušebních roztoků. Výsledky ukázaly, že sice docházelo k průniku korozního prostředí do nátěru, ale u žádného ze systémů nedošlo k průniku prostředí až na substrát. Odolnost celého systému tak zůstala v průběhu měření vysoká a nebyla měřena odezva podkladu. Tuto skutečnost potvrdily i hodnoty rozptylových koeficientů, pro které platí, že s nárůstem objemu absorbovaného roztoku dochází k většímu odklonu od ideálního chování ($n = 1$), tzn. hodnota koeficientu je nižší. Nejlepších výsledků prokazujících výbornou odolnost bylo dosaženo u systému s označením O2 a nejhorsí odolnost vykazovaly vzorky ze série O3.



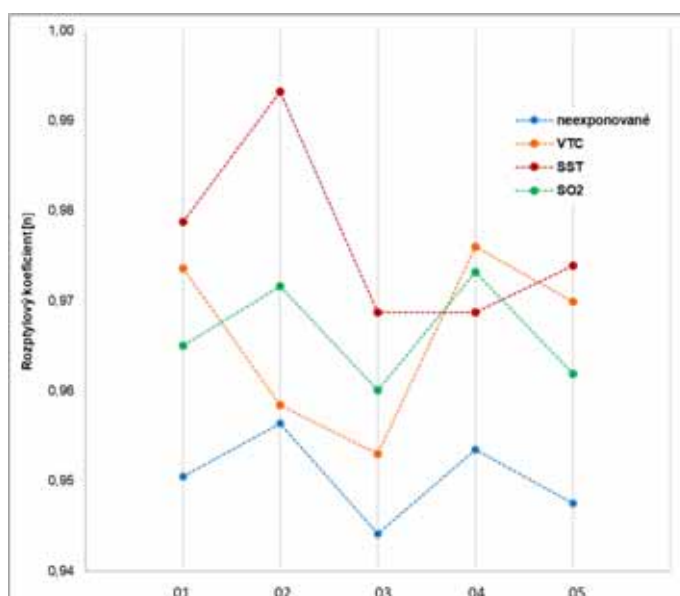
Obr. 1: Ekvivalentní obvody aplikované pro vyhodnocení impedančních spekter vzorků (znázorněné schematicky); A - $R_s Q_c$, B - $R_s (R_c Q_c)$, C - $R_s (Q_c1 (R_c1 (Q_c2 R_c2)))$; D - $R_s (Q_c1 R_c1) (Q_c2 R_c2)$; význam prvků: R_s – odpor elektrolytu, R_c1 – odpor základního nátěru, Q_c1 – kapacita základního nátěru, R_c2 – odpor vrchního nátěru, Q_c2 – kapacita vrchního nátěru



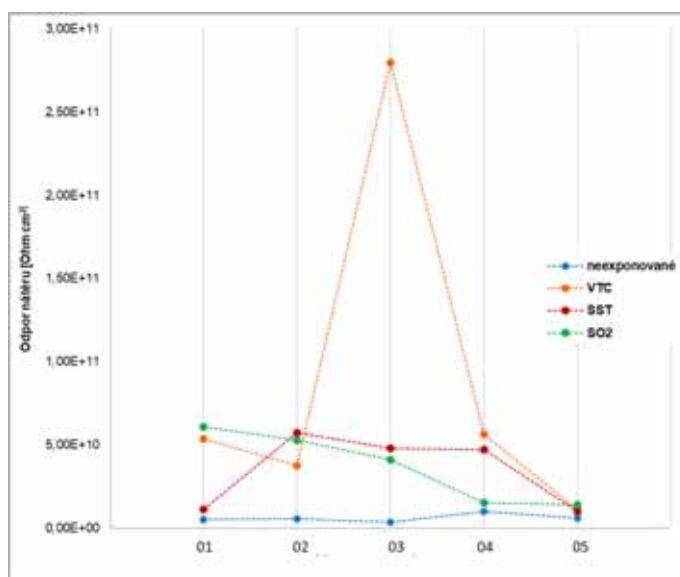
Obr. 2: Nyquistův diagram impedančních spekter série O2; detail po expozici 24 h



Obr. 3: srovnání kapacit exponovaných a neexponovaných vzorků



Obr. 4: srovnání rozptylových koeficientů exponovaných a neexponovaných vzorků



Obr. 5: srovnání odporů exponovaných a neexponovaných vzorků

Závěr

Práce byla zaměřena na testování vysokoimpedančních nátěrových systémů v prostředí 20% kyseliny sírové s cílem ověřit aplikovatelnost EIS při měření jejich korozní odolnosti. Vzorky byly hodnoceny jednak neexponované, tzn. bez korozního napadení a následně i po klimatických a korozních zkouškách. Vzhledem ke skutečnosti, že nedošlo během klimatických a korozních zkoušek ke zhoršení kvality povlaků, neprojevil se výrazné rozdíly ani mezi jednotlivými sériemi vzorků. Všechny nátěrové systémy vykazovaly velmi vysoké hodnoty odporů, které se pohybovaly mezi 10^9 a $10^{11} \Omega\text{cm}^2$, přičemž pro ztrátu ochranných vlastností je uváděn limit $10^6 \Omega\text{cm}^2$.

Na základě dosažených výsledků lze říci, EIS je metoda dobře použitelná při hodnocení i vysokoimpedančních nátěrů.

Tento příspěvek byl vytvořen v rámci řešení projektu TE02000011 s finanční podporou TA ČR.

Použitá literatura

- [1] ČSN EN 60068-2-30, Zkoušení vlivů prostředí – Část 2-30: Zkoušky – Zkouška Db: Vlhké teplo cyklické, Český normalizační institut, Praha, 2006
- [2] ČSN EN ISO 9227, Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou, Český normalizační institut, Praha, 2017
- [3] ČSN ISO 6988, Kovové a jiné anorganické povlaky. Zkouška oxidem siřičitým s povšechnou kondenzací vlhkosti, Český normalizační institut, Praha, 1994
- [4] ČSN EN ISO 16773, Nátěrové hmoty – Elektrochemická impedanční spektroskopie pro povlaky s vysokou impedancí, Český normalizační institut, Praha, 2009

Laser a jeho využití v povrchových technologiích

Libor Mrňa – Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Královopolská 147

Průmyslové využití laserů je od jeho počátků směřováno převážně do oblasti dělení materiálů a jejich svařování. Nicméně s rozvojem laserů a dalších souvisejících technik s lasery čím dál více začínají používat i v povrchových technologiích.

Laserové zdroje

V posledních deseti letech došlo k prudkému rozvoji laserových technologií také díky pokroku v oblasti laserových zdrojů. Dá se říci, že plynové lasery na bázi jsou nahrazovány lasery pevnolátkovými. Výhodou je kratší pracovní vlnová délka znamenající vyšší absorpci v kovech, vyšší energetická účinnost (tedy méně elektrické energie se přemění v neužitečné teplo) a konečně také možnost pro dopravu od laserového zdroje k aplikaci využít flexibilní optické vlákno. Kromě toho pokrok zaznamenal i rozvoje optických technologií umožňující například flexibilní transformace optického svazku vycházející z laseru přesně dle potřeby dané technologie.

Nejrozšířenější jsou dnes vláknové, diskové a polovodičové lasery. Při srovnání s doposud používanými CO_2 lasery (vlnová délka $10,6 \mu\text{m}$, účinnost 5–8%) se jejich vlnová délka se pohybuje okolo $1 \mu\text{m}$, účinnost přeměny elektrické energie na laserový svazek přesahuje u všech typů 30 % a u vláknových laserů se blíží dokonce k 50%. Výhodou této pracovní vlnové délky (blízká infračervená oblast) je obecně vyšší absorpce v kovech, možnost používat skla pro optiku a tedy i využít optických vláken pro flexibilní dopravu laserového svazku ze zdrojového laseru k aplikační laserové hlavě. Také klesá potřeba údržby a obecně tyto lasery představují sice vyšší investiční náklady, ale provozní náklady jsou již nízké.

Věnujme se nyní aplikacím uplatňovaným v povrchových technologiích:

Laserové značení

Znamená tepelné ovlivnění povrchu kovů, nebo odpaření krycí povrchové vrstvy. Používá se například na značení kotoučových pil, vytváření různých měřítek apod. Dále lze využít u některých materiálů i modulaci výkonu k vytváření barevného značení – vznikají oxidy s odlišným barevným tónem.

Laserové povrchové kalení

Při této technologii se laserový paprsek pomocí speciální prizmatické optiky transformuje do plošky (lze využít i mechanické rozmitání laserového svazku pomocí zrcadel). Dosažená hustota energie stačí pouze na velmi rychlý ohřev povrchu kaleného materiálu na teplotu blízkou teplotě tání. Následně ochlazení se děje odvodem tepla do celé hmoty kaleného materiálu. Vlivem tohoto efektu je gradient teploty opačný než např. při indukčním kalení (kdy se po indukčním ohřevu chladí povrch ostřikem vody). Díky tomuto efektu je podpovrchová tvrdost u laserového kalení vyšší a vlivem rychlého ohřevu i odvodu tepla je výsledná mikrostruktura velice jemnozrná. Důsledkem je kromě vyšší dosažené tvrdosti lepší otěruvzdornost a menší pnutí – tedy i následná deformace zakaleného dílce. Hloubka prokalení dosahuje hodnoty 1–2 mm. Principiální nevýhodou této technologie je nemožnost rovnoměrného prokalení větší plochy – tato vždy sestává s kalených pásků, mezi nimiž je dosažená tvrdost nižší. Z tohoto důvodu je nutno zvolit vhodnou strategii kalení, aby byla tato nevýhoda byla potlačena na nezbytné minimum. Na druhé straně díky pokrokům v senzorech je možné při laserovém kalení aktivně řídit povrchovou teplotou a díky tomu dosahovat rovnoměrné tvrdosti i u rozměrově komplikovaných dílců (kalení hran, proměnná tloušťka apod.)

Laserové navařování

Principiálně vychází z laserového kalení – tedy optika v aplikační hlavě vytvoří z laserového paprsku v ohnisku plošku na předmětu, ve které dochází k ohřevu povrchu. Navíc je na tuto zónu nasměrován proud prášku – ten se laserovým zářením taví a tím dochází k jeho navaření (tzv. plátování) na povrch materiálu. Zrnitost prášku bývá v rozmezí 15 – 150 μm , tloušťka plátované vrstvy se typicky pohybuje v rozmezí 0,2 - 2 mm. U této technologie je důležité nastavení procesních parametrů tak, aby docházelo jen k malému promísení navařovaného prášku s nataveným povrchem. Důvodem je odlišné chemické složení a tím i mechanické vlastnosti plátované vrstvy. V porovnání s žárovým nanášením (plamen, elektrický oblouk, plasma) vykazuje navařená vrstva lepší vlastnosti jak z hlediska adheze plátované vrstvy, tak z hlediska mikrostruktury (jemnější zrno) a konečně i mechanických vlastností (tvrdost, houževnatost apod.). Touto technologií je možné za použití speciálních aplikačních hlav provádět i plátování vnitřních povrchů trubek a podobných dutin, což konvenčními metodami je většinou těžko proveditelné. Technologie se postupně rozvíjí, v dnešní době je již možné vytvářené návary kovu s tloušťkou typicky 0,1 mm a rychlostí nanášení v desítkách metrů za minutu.

Laserové čištění

Princip této technologie je založen na rozdílné absorpci laserového záření v povrchové nečistotě a čistém povrchu. Pokud je absorpce v nečistotě vyšší, pak dojde po dopadu laserového záření k jejímu ohřevu a následnému odpaření. Při této technologii je klíčové využití pulzního laseru s délkou pulzu v oblasti nanosekund (10^{-9}sec) a energií pulzu v řádu 10^{-3}J – pak laser dosahuje pulzního výkonu v řádu MW. Opakovací frekvence pulzů se pohybuje v intervalu 10 – 500 Hz. Používá se tzv. skenovací hlava, která umožňuje rychlý rozkmit laserového svazku po čištěné ploše. Z aplikačního hlediska dnes existují systémy pro strojní i ruční čištění. Využití směřuje do oblasti plastikářství, gumárenství (mezioperační čištění lisovacích forem), odstraňování starých lakovaných povrchů, rzi apod. Možnosti této metody jsou prozatím omezeny pořizovací investicí.

Laserové vytvrzování

Laser shock peening. V tomto technologickém procesu je povrch materiálu vytvrzován rázovou vlnou vyvolanou intenzivním pulzním laserovým zářením. Rázová vlna v povrchové vrstvě materiálu vyvolává tlaková pnutí, která významně zlepšují únavové vlastnosti materiálu, omezují vznik a rozvoj povrchových trhlin a zvyšují tvrdost povrchu. Nejedná se tedy o tepelné působení, ale o tvorbu plastických deformací. Největší výhodou technologie oproti běžným mechanickým metodám (např. kuličkování) je především možnost ovlivnit povrch do větší hloubky, vyšší přesnost (lokalizace místa na součásti) a flexibilita. Laserové zpeňování povrchů nachází uplatnění zejména při opravování součástí, které jsou během provozu extrémně namáhány a jejichž funkčnost je kritická pro činnost celého systému (např. lopatky v plynových turbínách apod.). Klíčové je pro tuto technologii použití laserového zdroje s energií pulz kolem 100 J a délkou pulzu v oblasti $1 \cdot 10^{-9}$ sekundy. Pak se pulzní výkon pohybuje v oblasti 100 GW! Doposud ale existuje jen málo laserových zdrojů nabízející výše uvedené parametry, navíc jsou to zařízení velice komplikovaná s drahým provozem, proto ještě nelze hovořit o zcela komerční fázi této technologie.

Laserové mikrostrukturování

Při této technologii se využívá opět pulzních laserů s dobou pulzu okolo 1 ps (tedy 10^{-12} sec) a energií pulz v intervalu mJ. Při takto vysokých energiích a krátkosti pulzu se prakticky nešíří teplo z místa dopadu laserového svazku do okolí, navíc z fyzikálního pohledu je termoablace minoritní a uplatňuje se efekt netepelné fotoablace (kdy se část materiálu pod intenzivním laserovým pulzem odtrhne působením odporových elektrických sil). Touto technologií lze strukturovat povrchy, což znamená vytvářet v něm pravidelnou síť válcových či kónických dutin nebo dokonce i jehlancovité struktury. Rozměry povrchových struktur a jejich perioda bývá v řádu jednotek až desítek mikrometrů. Naladěním geometrie strukturovaného povrchu lze pak vytvářet například (super) hydrofobní či (super) hydrofilní povrchy pro daný typ kapaliny. Další možností je ovlivnění tribologických vlastností, kdy strukturovaný povrch „nasaje“ vhodné mazivo, které v něm dostatečně drží a tím nevznikají poruchy v mazacím filmu. V současné době jsou již potřebné typy výkonových pikosekundových laserů komerčně dostupné, nejdůležitějším se stává vhodná optomechanická technologie pravidelného rozmitání laserových pulzů po ovlivňovaném povrchu (skenovací hlavy s vychylovacími zrcadly, polygonová rotující zrcadla apod).

Závěrem lze konstatovat, že aplikací využívajících laser pro modifikaci povrchu přibývá nejen vlivem zvyšujícím se potřebám a nárokům průmyslu, ale i díky pokroku v laserových zdrojích a souvisejících oborech optiky, mechaniky a elektroniky. Lze očekávat, že tento trend bude pokračovat i v blízké a vzdálenější budoucnosti.

Vliv intermetalických částic na anodickou oxidaci hliníkové slitiny EN AW-1050A

Michaela Remešová, Ivana Ročňáková, Ladislav Čelko, Jozef Kaiser – Výzkumná skupina Charakterizace materiálů a pokročilé povlaky

CEITEC – Středoevropský technologický institut, Vysoké učení technické v Brně

Úvod

Anodická oxidace neboli eloxování je elektrochemický proces povrchové úpravy nejčastěji hliníku (Al) a jeho slitin využívající jeho přirozené tendenci k oxidaci. Na povrchu součásti lze vytvářet porézní nevodivou ochrannou vrstvu oxidu hlinitého (Al_2O_3), která má lepší mechanické a chemické vlastnosti než samotný základní materiál. Anodicky vytvářené vrstvy našly své uplatnění v automobilovém, leteckém, strojírenském průmyslu a v poslední době se používají také v oblastech mikroelektroniky a nanotechnologií pro tvorbu aluminových membrán a šablon [1, 2]. Legující prvky nebo přísady ve formě sloučenin, tj. dalších fází, významně ovlivňují homogenitu, korozní odolnost a mechanické vlastnosti oxidické vrstvy. Byla publikována řada studií [3-5], které se zabývají chováním a vlivem intermetalických částic na kvalitu a vlastnosti vzniklé oxidické vrstvy. V závislosti na typu intermetalických částic obsažených v hliníkové matici mohou být tyto částice uzavřeny ve vytvořené oxidické vrstvě, oxidovat a/nebo rozpouštět se a ovlivňovat tak morfologii pórů, vytvářet dutiny a trhliny ve vrstvě.

V tomto příspěvku byl zkoumán pomocí rastrovacího elektronového mikroskopu (Lyra3, Tescan) s EDX analyzátozem vliv intermetalických částic (Al-Fe a Al-Fe-Si) obsažených v hliníkové slitině EN AW-1050A na anodickou oxidaci.

Technologie anodické oxidace

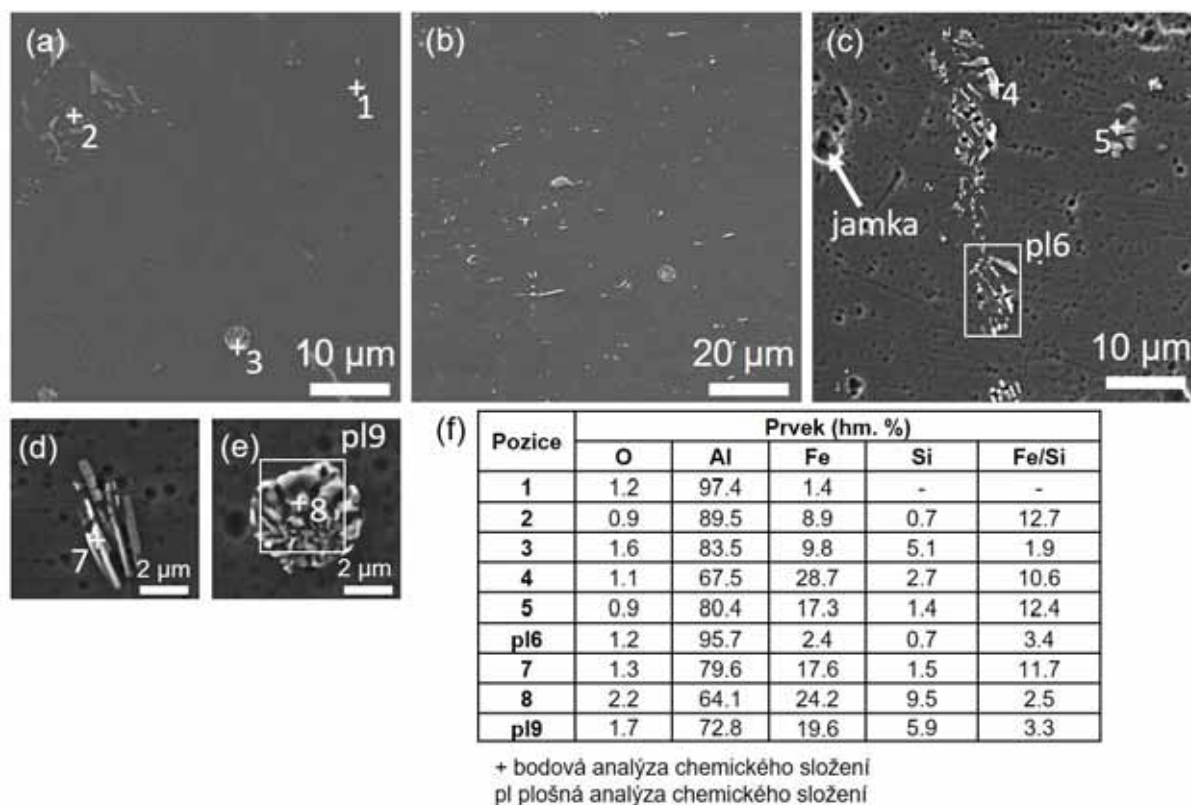
Pro experiment byl použit jako základní materiál leštěný hliníkový plech tvářený za studena EN AW-1050A o rozměru $60 \times 50 \times 6$ mm. Analýza chemického složení základního materiálu potvrdila 99,6 % Al, 0,3 % Fe a 0,1 % Si. Technologie anodické oxidace se skládala z předúpravy (odmaštění, moření a vyjasnění) a samotné anodizace v 15% H_2SO_4 , viz Tab. 1. Mezi jednotlivé operace byl zařazen dvoustupňový oplach v destilované vodě a na závěr byl vzorek osušen stlačeným vzduchem.

Tab. 1: Technologie anodické oxidace

Operace	Lázeň	Teplota [°C]	Doba [s]	Proudová hustota [A dm^{-2}]
Odmaštění	Aceton	21	120	
	Ethanol		120	
	Isopropylalkohol		120	
Moření	10% NaOH	35	30	
Vyjasnění	$\text{HNO}_3\text{:H}_2\text{O}$ (1:1)	21	60	
Anodizace	15% H_2SO_4	21	1800	3

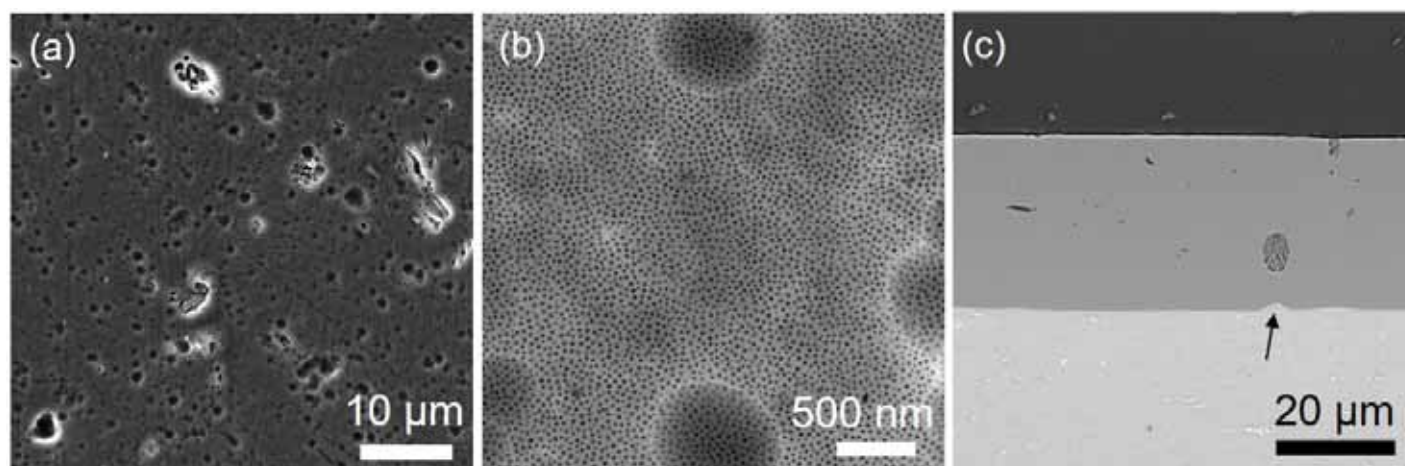
Výsledky a diskuze

Na Obr. 1a lze vidět, že vyleštěný a odmaštěný povrch základního materiálu je hladký, obsahuje nevýrazné intermetalické částice a rýhy po leštění. Na povrchu a v příčném řezu základního materiálu byly po celé ploše ve směru tváření pozorovány intermetalické částice s: (i) pravidelným tvarem – sférické a (ii) nepravidelným tvarem. Hustota částic s nepravidelným tvarem byla vyšší než s pravidelným tvarem, jak je patrné z Obr. 1a, b. Analýza chemického složení ukázala, že intermetalické částice přítomné v hliníkové slitině jsou nejčastěji na bázi Al-Fe a Al-Fe-Si. Dále analýza potvrdila, že částice s pravidelným tvarem obsahují více Si, v porovnání s částicemi nepravidelného tvaru, viz Obr. 1f. Operace moření a vyjasnění měly za následek zdrsnění povrchu a zvýraznění intermetalických částic, jelikož hliník se v 10% NaOH lázni rozpouští rychleji než Fe [6]. V důsledku rychlejšího lokálního rozpouštění hliníkové matrice v NaOH lázni, která obklopuje částice, došlo ke vzniku jamek na povrchu základního materiálu, Obr. 1c, d, e.

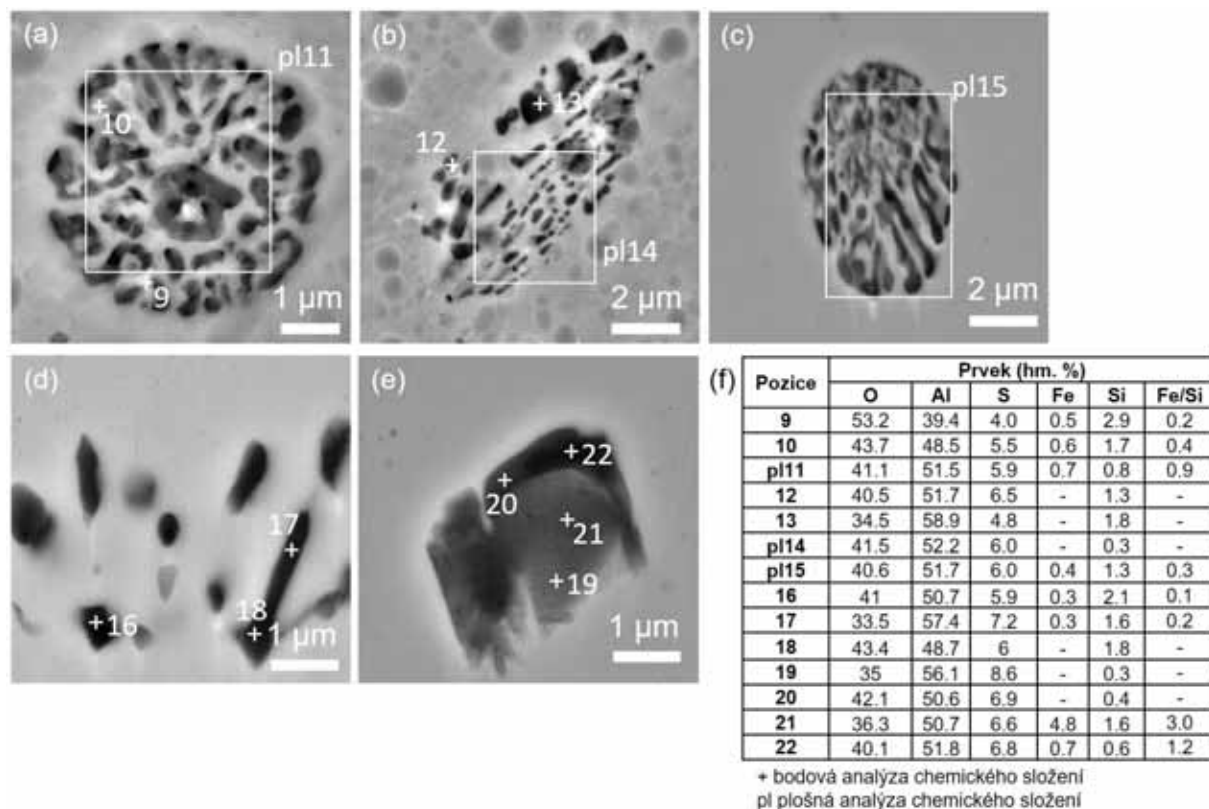


Obr. 1: (a) Povrch základního materiálu před mořením, (b) příčný řez základním materiálem, (c-e) povrch materiálu po operaci moření a vyjasnění (SEM-SE) a (f) tabulka s analýzami chemického složení

Anodickou oxidací hliníkové slitiny v 15% H_2SO_4 byl vytvořen porézní typ oxidické vrstvy o tloušťce 30 μm a průměru pórů 20 nm, viz Obr. 2. Plošná analýza chemického složení potvrdila přítomnost 50,2 % Al, 5,8 % Si a 44 % O. V porovnání s původním povrchem před anodizací obr. 1c-e nebyly na povrchu vzorku po anodické oxidaci viditelné intermetalické částice (Obr. 2a). Většina intermetalických částic vyskytujících se na povrchu vzorku byla rozpuštěna během anodizace a na povrchu oxidické vrstvy, tak vznikly lokální nerovnosti ve formě dutin, jejichž tvar připomínal tvar intermetalických částic (Obr. 2a, 3a, b). Intermetalické částice na bázi Al-Fe a Al-Fe-Si mají nižší oxidační rychlost než hliník, a proto mohou být během procesu anodizace uzavřeny ve vznikající oxidické vrstvě a redukovat tak lokální růst oxidické vrstvy [7]. V příčném řezu vrstvou (Obr. 2c), pod částicí s pravidelným sférickým tvarem a vyšším podílem Si, byla pozorována nerovnost na rozhraní základní materiál-oxidická vrstva, což naznačuje pomalejší oxidační rychlost Al-Fe-Si částice. Zároveň u daného typu částic byly pozorovány dutiny ve vrstvě. Z analýz chemického složení (Obr. 1f a 3f) je zřejmé, že obsah Fe se značně snížil po anodické oxidaci, což znamená, že Fe se během anodizace rozpouští vyšší rychlostí než Si. V místě výskytu intermetalických částic, byl také zaznamenán nárůst kyslíku, což naznačuje částečnou oxidaci těchto částic.



Obr. 2: (a) Povrch vzorku po anodické oxidaci (SEM-SE), (b) detail porézní oxidické vrstvy a (c) příčný řez vrstvou (SEM-BSE)



Obr. 3: (a, b) Detail povrchu vzorku po anodické oxidaci, (c-e) detaily příčného řezu vrstvou (SEM-BSE) a (f) tabulka s analýzami chemického složení

Závěr

Tvářený hliníkový plech EN AW-1050A obsahuje intermetalické částice na bázi Al-Fe a Al-Fe-Si s pravidelným a nepravidelným tvarem. Operace moření a vyjasnění měla za následek vznik jamek a zvýraznění intermetalických částic. Anodickou oxidací této slitiny v 15% H₂SO₄ byl vytvořen porézní typ oxidické vrstvy. Poměr Fe/Si se po anodické oxidaci snížil, což naznačuje rozpouštění Fe během anodizace. Intermetalické částice obsažené ve slitině vykazují nižší oxidační rychlost, než má samotná hliníková matrice. Částice s pravidelným sférickým tvarem a vyšším obsahem Si vytvářely dutiny ve vzniklé oxidické vrstvě, naopak nepravidelné částice s nižším obsahem Si byly uzavřeny ve vrstvě, částečně rozpuštěny a oxidovány. Intermetalické částice narušily vznik pravidelné porézní struktury, což negativně ovlivňuje použití dané slitiny pro výrobu aluminových membrán a šablon.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory VUT v Brně v rámci vnitřního studentského projektu: Výzkum a vývoj technologie anodické oxidace hliníkové slitiny EN AW-1050A za účelem přípravy dopovaných konverzních vrstev.

Použitá literatura

- [1] Edited by DONG, H. Surface Engineering of Light Alloys: Aluminum, Magnesium and Titanium Alloys. Boca Raton: CRC Press, 2010. ISBN 978-1-84569-537-8.
- [2] SULKA, G. D. Highly Ordered Anodic Porous Alumina Formation by Self-Organized Anodizing. Nanostructured Materials in Electrochemistry. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag, 2008. ISBN 9783527621507.
- [3] RATILA-APACHITEI, L.E. H. TERRY, P. SKELDON, G.E. THOMPSON, J. DUSZCZYK a L. KATGERMAN. Influence of substrate microstructure on the growth of anodic oxide layers. Electrochimica Acta. 2004, 49(7), 1127-1140.
- [4] LI, S.-M., Y.-D. LI, Y. ZHANG, J.-H. LIU a M. YU. Effect of intermetallic phases on the anodic oxidation and corrosion of 5A06 aluminum alloy. International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials. 2015, 22(2), 167-174.
- [5] SAENZ DE MIERA, M., M. CURIONI, P. SKELDON a G.E. THOMPSON. The behaviour of second phase particles during anodizing of aluminium alloys. Corrosion Science. 2010, 52(7), 2489-2497.
- [6] WITKOWSKA, M., G. E. THOMPSON, T. HASHIMOTO a E. KOROLEVA. Assessment of the surface reactivity of AA1050 aluminium alloy. Surface and Interface Analysis. 2013, 45(10), 1585-1589.
- [7] HAKIMIZAD, A., K. RAEISSI a F. ASHRAFIZADEH. Characterization of aluminum anodized layers modified in sulfuric and phosphoric acid baths and their effect on conventional electrolytic coloring. Surface and Coatings Technology. 2012, 206(8-9), 2438-2445.

Odborné vzdělávání

Centrum pro povrchové úpravy v rámci celoživotního vzdělávání v oboru povrchových úprav připravuje základní kvalifikační kurz pro pracovníky práškových lakoven:

POVLAKY Z PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ

PŘEDPOKLÁDANÉ ZAHÁJENÍ KURZU – Duben 2019

Kurz je určen pro pracovníky práškových lakoven, kteří si potřebují doplnit vzdělání v této technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům protikorozi ochrany a získat potřebné vědomosti o základních technologiích práškového lakování.

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků lakoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu realizovaných povrchových úprav. Postupně je probírána problematika této technologie v celém rozsahu potřebám pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Základy koroze a protikorozi ochrany
- Předúpravy povrchů
- Práškové plasty
- Technologie práškového lakování
- Bezpečnost práce a provozů v lakovnách
- Zařízení a vybavení práškových lakoven
- Kontrola kvality povlaků
- Příčiny a odstranění vad v povlacích
- Související procesy (zdroj vzduchu a jeho čištění, vytvrzovací pece aj.)



V případě potřeby připravíme program dle požadavků firmy.

Garanti kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin) (3 x 2 dny)

Centrum pro povrchové úpravy v rámci celoživotního vzdělávání v oboru povrchových úprav připravuje základní kvalifikační kurz pro pracovníky galvanoven:

GALVANICKÉ POKOVENÍ

PŘEDPOKLÁDANÉ ZAHÁJENÍ KURZU – Květen 2019

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

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků galvanoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu galvanických povlaků. Postupně je probrána problematika této technologie v celém rozsahu potřeb pro získání kvalifikačního certifikátu.

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



V případě potřeby připravíme program dle požadavků firmy.

Garanti kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Ing. Petr Szelag (Pragochema spol. s r.o.)

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)
(3 x 2 dny)

V případě potřeby jsme schopni připravit školení z oboru povrchových úprav dle požadavků firmy.

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

Více informací:

info@povrchari.cz

Odborné akce



POŘÁDÁ

3/4 – 4/4/2019

ODBORNÝ SEMINÁŘ

TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ

HOTEL

ZÁMEK ČEJKOVICE



PARTENER

BVV

Veletrhy
Brno

Rámcový program semináře

- Strojírenské materiály a jejich čištění
- Optimalizace volby předúpravy povrchů
- Čištění pro náročné aplikace
- Netradiční způsoby předúprav povrchu
- Chyby, příčiny a důsledky nevhodné předúpravy
- Prostředky a zařízení pro předúpravy povrchu
- Technologie na zítra (lepení, 3D aditivní ...) pro strojírenství
- Měřicí technika a způsoby vyhodnocení čistoty povrchů
- Environmentální povinnosti ve výrobě

W POVRCHARI.CZ

ZÁKAZNICKÉ DNY 2019

IKV **OKLICOHAČI S.R.O.**

Firmy I.K.V., s.r.o a Odlučovače s.r.o. si Vás dovolují pozvat ve spolupráci s partnery na Zákaznické dny 5.4.2019 10 - 16 hod K AMP 2025/2b, Kuřim na téma:

ZEFEKTIVŇOVÁNÍ VÝROBY, AUTOMATIZACE A ROBOTIZACE

ODLUČOVAČE OLEJOVÉ MLHOVINY


MÝCÍ A ODMAŠŤOVACÍ STROJE


PRŮCESNÍ KAPALINY


TŘÍSKOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ


FILTRACE CHLADÍCÍCH KAPALIN


ROBOTIKA A AUTOMATIZACE


OBŘÁBĚČÍ STROJE


PRŮMYSLOVÉ OMÍLACÍ STROJE + 30 MĚŘICÍ PŘÍSTROJE


ŘEZNÉ NÁSTROJE


I.K.V., s.r.o., areál SmartZone, K AMP 2025/2b, 664 34 Kuřim, e-mail: ikvbrno@ikvbrno.cz, tel: +420 513 833 950-1

I.K.V., s.r.o., areál SmartZone, K AMP 2025/2b, 664 34 Kuřim, e-mail: ikvbrno@ikvbrno.cz, tel: +420 513 833 950-1

Stainless2019

10th International Stainless Steel Fair



15.–16. května 2019
Brno / Česká republika

Až se 15.–16. května 2019 otevřou vstupní brány

10. mezinárodního veletrhu korozivzdorných ocelí **Stainless 2019**,

stane se Brno centrem setkání reprezentantů mezinárodního průmyslu korozivzdorných ocelí.

www.Stainless2019.com

BVV

Veletrhy
Brno



PROTEZINK

*PRO*gresivní *TE*chnologie *ZINK*ování

26. a 27. června 2019
Vysočina - Žďárské vrchy
Orea Resort Devět Skal

Odborné fórum

Pod záštitou:

Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky
Česká asociace ocelových konstrukcí



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU



Generální partner:



Partner fóra:



Mediální podpora:

Technický týdeník



PRŮMYSLOVÉ
SPEKTRUM



KONSTRUKCE



www.inpu.cz

Inzerce



*Nabízíme dodávky zinku
pro žárové a galvanické
technologie
ve kvalitě SHG 99,995 % Zn min.*

Dodávky do týdne, zpětný odběr odpadů, výhodné ceny.

*Více informací na emailu dodavky-zinku@seznam.cz
nebo na telefonu 602 341 597*

BONATRANS GROUP a. s.,

jako přední světový výrobce železničních kol a dvojkolí, jehož kola jezdí ve více než 80 zemích, hledá výkonnou posilu na pozici:

TECHNOLOG POVRCHOVÝCH ÚPRAV

- Orientujete se v oblasti protikorozi ochrany?
- Dokážete řešit problémy tvůrčím způsobem?

Pak možná hledáme právě Vás!

Budete definovat technologické postupy, zajišťovat technologickou přípravu výroby - zejména v oblasti předúpravy a aplikace nátěrových hmot, optimalizovat výrobní procesy, kontrolovat jakost či spolupodílet se na vývoji a technologických zkouškách. Práce má kombinovaný charakter s částečnou realizací ve výrobních prostorách na linkách povrchových úprav montáže dvojkolí, částečně administrativní povahy v kanceláři.

Pro tuto pozici nutně potřebujete:

- technické a kreativní myšlení,
- znalosti a praxi v oblasti protikorozi ochrany,
- dobrou znalost a aktivní užívání programů MS Office,
- dobré komunikační schopnosti, pečlivost, zodpovědnost,
- znalost jednoho cizího jazyka na komunikační úrovni (AJ nebo NJ),
- samostatnost.

Pokud budete úspěšní:

- čeká na Vás zodpovědná, odborná a různorodá práce,
- budete se podílet na zlepšování procesů povrchových úprav,
- dostanete prostor pro komunikaci se zákazníky a dodavateli,
- dostanete motivující finanční ohodnocení,
- zaškolíme Vás v adaptačním programu po nástupu.

Pokud Vás pozice zaujala, pošlete svůj životopis na e-mail: kariera@ghh-bonatrans.com

Informujeme Vás, že pro účely tohoto výběrového řízení bude naše společnost BONATRANS GROUP a.s., IČ 27438678, se sídlem Revoluční 1234, Bohumín 735 94, zpracovávat Vaše osobní údaje v rozsahu nezbytném pro potřebu výběru vhodného zaměstnance na tuto konkrétní inzerovanou pozici. Vámi poskytnuté osobní údaje budeme zpracovávat pouze po dobu výběrového řízení, které zpravidla nepřekročí 3 měsíce. V souladu s příslušnými právními předpisy Vás taktéž informujeme, že máte právo požadovat opravu, výmaz nebo omezení zpracování Vámi poskytnutých osobních údajů.





AmonisMetal

NEREZ SVÁŘENÍ HLINÍK SVÁŘENÍ OCEL

Použité metody svařování: WIG/TIG a MIG/MAG

Výroba: závěsových přípravků pevných a otočných s převodem háčků a kleštin bezpečnostních prvků strojů a zařízení ocelových konstrukcí, hal, bran, vrat, schodišť... sériová i kusová



AmonisMetal s.r.o.

Vrbátky 1166

696 04 Svatobořice – Místřín

Mail: marketa.luzova@amonismetal.cz

Tel.: +420 739 474 220

www.amonismetal.cz





SurTec 609 ZetaCoat



Bezfosfátová předúprava před lakováním

- Konverzní pasivace na bázi zirkonu a trojmocného chromu
 - Multimetalická aplikace
 - Vhodné pro ponor i postřik
 - Robustní a provozně velice jednoduchá lázeň
 - Provoz prakticky bez kalu a bez ohřevu lázně
- Moderní náhrada zinečnatého i železnatého fosfátování
 - Vhodné na ocel, hliník i pozink
 - Optimální flexibilita procesu
 - Maximální spolehlivost procesu
 - Nízké náklady na provoz a údržbu linky

SurTec ČR s.r.o.

Tel.: +420 234 714 720
surtec@surtec.cz

www.SurTec.com

SurTec SK, s.r.o.

Tel.: +421 377 834 001
surtec@surtec.sk



ČIŠTĚNÍ VNITŘNÍCH POVRCHŮ



Nabízíme

- ☒ *Analýzu stavu systému*
- ☒ *Návrh optimálních způsobů čištění a výpočet nákladů*
- ☒ *Výběr vhodných technologií a čisticích prostředků*
- ☒ *Spolupráci při čištění*
- ☒ *Kontrolu stavu systému po vyčištění*
- ☒ *Návrh úsporných opatření při vytápění a optimalizace provozu*
- ☒ *Servis proškolení obsluhy*
- ☒ *Bezpečné a rychlé čištění otopných, chladicích, průmyslových i energetických zařízení*

CTIV - Centrum technických informací a vzdělávání
Ústav strojírenské technologie
Fakulta strojní, ČVUT v Praze
Kontakt: viktor.kreibich@fs.cvut.cz, tel: 602 341 597



Q-FOG

Cyklické korozní komory SSP, CCT, CRH

www.q-lab.com

[LABIMEX CZ](http://www.labimex.cz)



modely Q- FOG SSP a CCT

- Komory pro zkoušky v solné mlze
 - NSS, AASS, CASS
- Kondenzační zkoušky
- Kombinované a cyklické zkoušky

Zkušební normy:

- ISO 9227, ASTM B 117, ASTM G85
- VW PV 1210, VDA 621- 415,
- ISO 6270-2, Prohesion testy...

Pracovní objemy
640 a 1100 litrů

model Q-FOG CRH

• Zkušební normy:

- Volvo VCS 1027, 149
- GMW 14872, SAE J2334
- normy Ford, ISO, GB/T, VW, Volvo, Chrysler, Renault...

• **regulace relativní vlhkosti vzduchu v komoře**

• **samočisticí spray systém pro sprchování vzorků**



Zajišťujeme prodej, servis, instalace, zaškolení, poradenství, kalibrace ISO 17 025

LABIMEX CZ s.r.o.
Počernická 96
108 00 Praha 10
Česká republika
info@labimex.cz
www.labimexcz.cz
Tel: +420 241 740 120

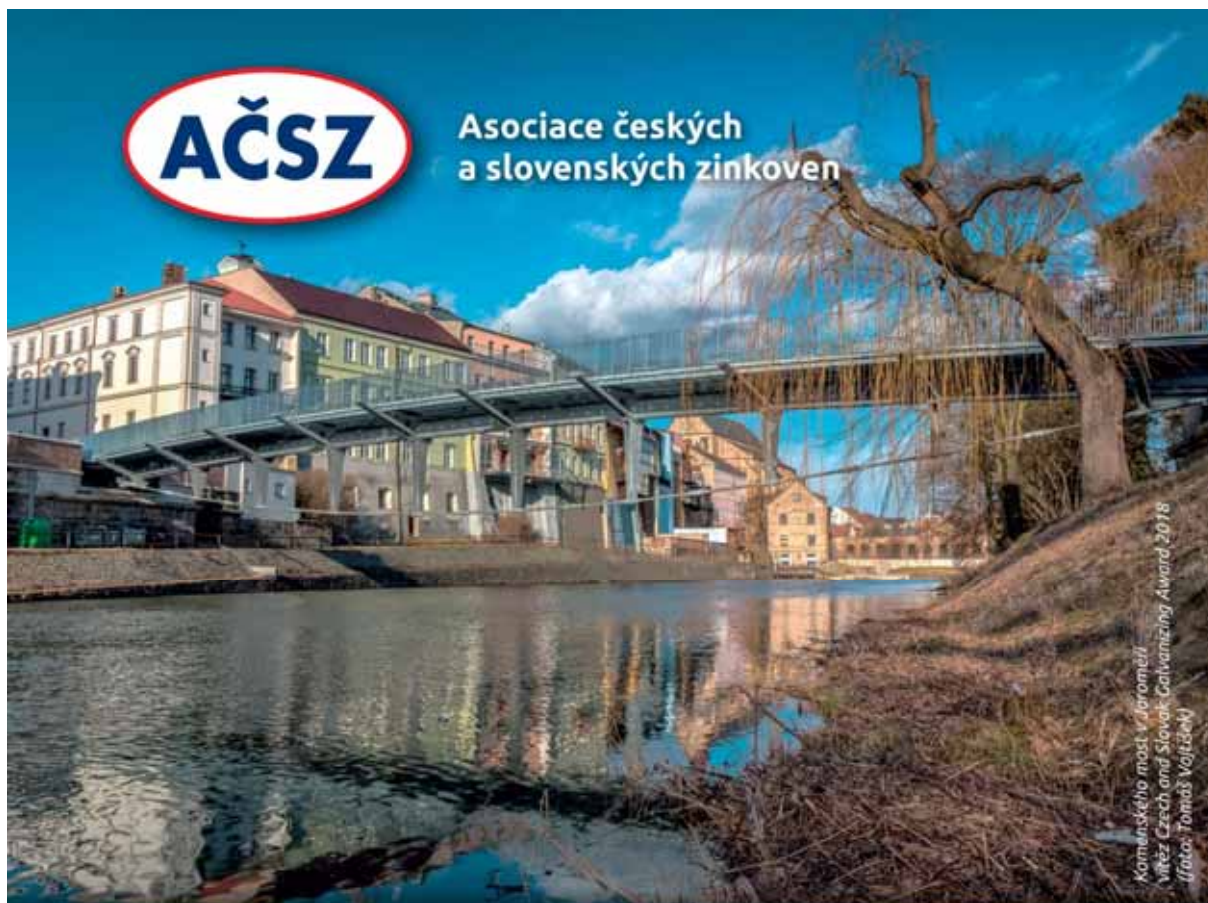
Dr. Ing. Milan Pražák
prazak@labimex.cz
+420 602 366 407

Ing. Jan Kolačný
kolacny@labimex.cz
+420 727 835 669

Ing. Jozef Maco
ingjozefmaco@gmail.com
+421 327 798 346
+421 910 970 699
Rakoľuby 697
916 31 Kočovce
Slovensko



Asociace českých
a slovenských zinkoven



Koránskýho most v Jihlavě
vítěz Czech and Slovak Galvanizing Award 2018
(foto: Tomáš Vojtěch)

Žárové zinkování zaručuje:

- dlouhodobou životnost povlaku
- výbornou mechanickou odolnost
- nízkou pořizovací cenu úpravy
- vysokou rychlost aplikace bez dodatečných úprav
- dokonalé pokovení dutin a hran
- katodickou ochranu
- dobrý kovový vzhled povlaku
- po aplikaci okamžitou možnost montáže
- dobrou přilnavost povlaku
- snadnou kontrolu kvality pokovení
- šetrnost k životnímu prostředí
- v kombinaci s nátěrovým systémem životnost až 100 let (duplexní systém)



EN ISO 1461

ASOCIACE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH ZINKOVEN, z. s.

Československá 1663/6, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava

Tel.: +420 596 110 783, fax: +420 960 596 110 783, mobil: +420 602 690 089

e-mail: info@acsz.cz • www.acsz.cz

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

Šéfredaktor

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

Redakce

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Ing. Michal Pakosta, Ph.D.

Ing. Petr Drašnar, Ph.D.

Ing. Dana Benešová, Ph.D.

Ing. Michal Zoubek

Ing. Jakub Svoboda

Ing. Jiří Kuchař

Ing. Hana Hrdinová

Redakční rada

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

Ing. Vlastimil Kuklík, Ph.D., InPÚ z.ú.

Ing. Miloslav Skalický, ZVVZ MACHINARY, a.s.

Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

Ing. Jan Kudláček, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Ing. Jakub Horník, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Přihlášení k zasílání online časopisu je možno provést na info@povrchari.cz

Všechna vyšší čísla je možné stáhnout na www.povrchari.cz

Vydavatel

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605 868 932

Povrcháři ISSN 1802-9833

Časopis Povrcháři byl vybrán v roce 2011 jako kvalitní pokračující zdroj informací u Českého národního střediska ISSN.

Tento on-line zdroj je uchováván jako součást českého kulturního dědictví.