

Povrcháři

1. číslo

Leden 2018

Čištění a předúpravy povrchu letos v Čejkovicích

Ověření doby zasychání metodou s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání pro rychleschnoucí nátěrové hmoty

Lepení – novodobý trend ve výrobě

Nová technologie oxidace neželezných kovů – „elox2“

PROLAQ SYSTÉM – čištění lakovacího příslušenství pomocí kapalin se sníženým obsahem VOC

Zinkový prášek jako antikoroziční složka v ochranných nátěrech. Přehled vývoje a aplikace. Část 2.

Netradiční ozdobně-ochranné povlaky materiálu

Koroziční odolnost galvanického pokovení, aneb když dva dělají totéž, není to totéž

Speciální případy korozičního namáhání - chloridy

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři,

jménem našeho společného média přejeme Vám všem osobně, vašim nejbližším doma i ve firmách vše pěkné do nového roku 2018.

Osmičková léta obzvláště často měnily osudy našich zemí a především původních obyvatel a jejich rodin. Osudové osmičkové roky (18, 38, 48, 68, ale i ten poslední z osmičkové dekády) poznamenaly všechny naše země (Zakarpatskou Ukrajinu, Slovensko, Slezsko, Moravu, Čechy a to včetně Sudet) nenávratným přerozdělením celého původního Československa z roku 1918. Tyto změny poznamenaly celé generace, rodiny našich předků, naše blízké i mnohé z nás. Potvrdilo se tak ono známé, že: „Změna může být i cestou k horšímu„.

Obecně vzato z hlediska vyšších principů rovnováhy při jakékoliv změně, průmyslové či politické, to není ani jinak možné. Natož při změnách revolučních, převrately, znárodněních či volbách. Tyto změny jsou obvykle tak dobře skryté, že občan, či chcete-li volič, se o nich dozví až když je definitivně „vymalováno„. V našich dějinách tomu v minulosti bylo především pod vlivem silného západního souseda, kdy nám v podstatě tou osmičkou v třicátém osmém navařil na zbytek celého století, přes všechny ostatní osmičky, kterých by jinak nebylo.

V životě i v politice hrají důležitou roli symboly. V našem případě nadějí: Pražské jaro 68', Listopad 89', EU... Ale třeba i odporu: Nevolení tradičních stran respektive volba prezidenta...

Každý z nás, který má tu možnost si uvědomit letošní vážnost prezidentské volby a sílu oprostít se od malicherností má v této osmičkové chvíli v rukou velmi zodpovědnou volbu. Hodně zjednodušeně na jedno nebo dvě volební období.

Snahou každého našeho člověka je dosáhnout toho čím opravdu chce být – tedy sám sebou. Už se totiž postupně hodně dozvěděl z „Poučení z krizového vývoje„, ze zvonění klíči, z ekonomických výsledků předchozích vlád, které skončily schodkem 1,5 bilionů, tedy 1500 miliard Kč z úsporných balíčků, ze ztráty Muchovi Slovanské epopeje, Lithia, černého uhlí či krevní plazmy. Škrábeme se z toho z 5% „zrychlením„, ekonomických ukazatelů a vstáváme přitom většinou na šestou. Přijďte se někdy podívat, jak se dělá přidaná hodnota!

Hodně štěstí do práce i do života, Vám všem a především těm, pro které se všichni snažíme co nejvíc, aby se měli co nejlépe. Tak jim to nepokazte ani v druhém kole! Tahle chyba nepůjde totiž přebrousit ani přelakovat, natož zakecat. Mohla by nám opravdu přijít draho...

S přáním a pozdravem za Povrcháře Vaši



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Čištění a předúpravy povrchu letos v Čejkovicích

Napsat cosi smysluplného o způsobech přípravy povrchu před vlastní povrchovou úpravou do povrchářského časopisu a profesionálům je velmi troufalé až nepatřičné.

Všichni však víme, že bez těch několika operací nelze žádná kvalitní povrchová úprava spáchat, natož bez rizika prodat.

S rostoucími požadavky na parametry i kvalitu, navíc při stále více omezujících podmínkách legislativy, vodohospodářů a požadavcích na úspory energií, vody i času jsou často na hranici svých možností.

Navíc nové technologie a materiály, nové mazací a chladící kapaliny, dotovaná konkurence, zpevňování výkonů, měny i tlaku zákazníků, kteří nechtějí slyšet vůbec nic o předúpravách a čištění jejich „čistého zboží“, natož za tyto operace zaplatit. Až taková je někdy realita.

Není ani lehké navrhnout vhodný a dostupný systém předúpravy v podmínkách daných omezenými možnostmi zařízení, kapacity čistíčky i kvalifikace personálu v těchto provozech.

Znáte-li toto jen z doslechu a jste-li v pohodě, není tato informace dále pro Vás. Pokud by Vás ostatní zajímalo, zda jsou nějaká řešení zmíněných problémů na takovém modelovém a virtuálním pracovišti, pak je možné zkusit si poslechnout řešení a zkušenosti na setkání podobně se trápících „potížistů“, a přihlásit se na odborný seminář „Čištění a předúpravy povrchů,“. Ten se uskuteční letos v dubnu v Čejkovicích. Předběžný rámcový program uvádíme na této pozvánce. Pokud chcete slyšet i vidět to co Vás speciálně zajímá, ozvěte se pořadatelům na adresu:

info@povrchari.cz

s požadavkem či doporučením patřičné přednášky k tématu tohoto semináře, ať podle Vašich potřeb můžeme připravit zajímavý a hodnotný program.

Pokud se chcete zúčastnit, ozvěte se laskavě včas, neboť Čejkovice jsou svou speciální kapacitou omezené ve dne, večer i na plánovaných a doprovodných exkurzích o předúpravách.

Za pořadatele CPU s pozdravem:



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Rámcový program semináře:

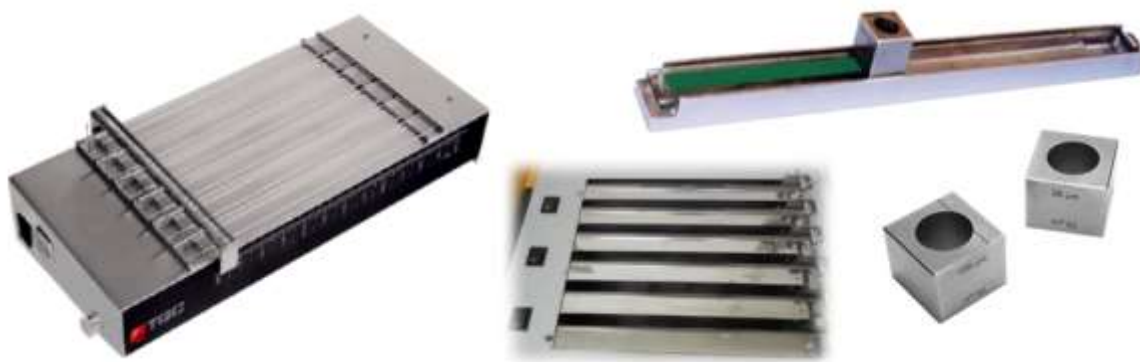
- Význam a volba předúprav povrchů
- Strojírenské materiály a jejich čištění
- Optimalizace volby předúpravy povrchů
- Čištění a předúpravy pro náročné aplikace
- Netradiční způsoby předúprav povrchu
- Chyby, příčiny a důsledky nevhodné předúpravy
- Prostředky a zařízení pro přípravy povrchu
- Technologie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

Ověření doby zasychání metodou s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání pro rychleschnoucí nátěrové hmoty

Ing. Michal Zoubek, Ing. Jan Kudláček, Ph.D. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie
Ing. František Matas – Viton, s.r.o.

Úvod

Metoda s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání dle normy ČSN EN ISO 9117-4 je určena k napodobení podmínek při skladování natřených výrobků jeden na druhém. Existují dvě varianty zkoušky, varianta A s lineárním záznamem nebo varianta B s kruhovým záznamem. U varianty A se nátěr nanese na skleněné pásky o rozměrech 300 mm x 25 mm. Pásky se umístí tak, aby na každý mokrý nátěr mohla být spuštěna jehla. Jehly se po skleněných páscích pohybují konstantní rychlostí. Zkouška se u obou variant provede nejméně na dvou vzorcích při teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti okolního prostředí, pokud není dohodnuto jinak.



Obr. 1: Přístroj TQC pro mechanický záznam doby zasychání (vlevo), nanášecí přípravek (vpravo)

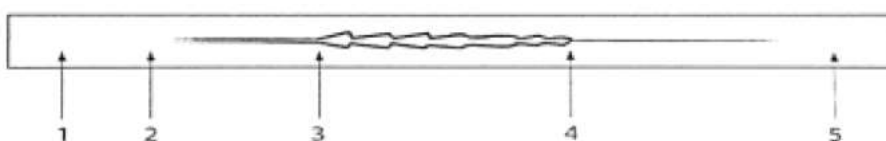
V rámci experimentu realizovaném na Ústavu strojírenské technologie FS ČVUT v Praze bylo použito 5 různých rychleschnoucích nátěrových hmot od společnosti Viton s. r. o. z kterých vzniklo 6 variant nátěrů. Experiment byl realizován na přístroji s lineárním záznamem BK3 od společnosti TQC B. V. a dosažené výsledky byly porovnány s časy získanými měřením dle ČSN 67 3052. Dále byly ověřeny kvalitativní vlastnosti zkoušených povlaků, tedy přilnavost – mřížkovou zkouškou dle normy ČSN EN ISO 2409, křížovým řezem dle ČSN EN ISO 16 276-2 a elasticita – zkouškou hloubením dle ČSN EN 1520 a ohybovou zkouškou na kónickém trnu dle ČSN EN ISO 6860.

Testované nátěrové hmoty

- HAG 08 - základní vodouředitelná akrylátová antikoroziční nátěrová hmota.
- KE 30 - samozákladující alkydová nátěrová hmota s ředidlem KT 01 - ředidlo syntetické na stříkání.
- KE 30 - samozákladující alkydová nátěrová hmota s ředidlem KT 02 - ředidlo syntetické pomalé.
- KD 53 - vrchní alkyduretanová nátěrová hmota s ředidlem KT 01 - ředidlo syntetické na stříkání.
- ZG 13 - základní epoxidová antikoroziční nátěrová hmota s ředidlem ZT 03 - ředidlo epoxidové a tužidlem ZH 93 - tužidlo epoxidové.
- PG 13 - základní polyuretanová antikoroziční nátěrová hmota s ředidlem PT 03 - ředidlo polyuretanové a tužidlem PH 93 - tužidlo polyuretanové.

Experiment

Nátěrové hmoty byly po otevření zkontrolovány, důkladně promíchány a natuženy v kádince v hmotnostním poměru předepsaném výrobcem za pomoci laboratorních vah. Z kádinky injekční stříkačkou byly dále dávkovány do aplikátoru – nanášecího přípravku, pomocí kterého byly hmoty nanášeny na skleněný podklad umístěný v drážce. Z každé varianty nátěrové hmoty byly zhotoveny tři nátěry o tloušťce $36 \mu\text{m}$ a tři o tloušťce $76 \mu\text{m}$. Skleněné podklady s nátěrem byly následně vkládány do přístroje BK3. Kontaktní jehly byly zatíženy závažími o hmotnosti 5 gramů a jehla byla v kolmé poloze vůči nátěru. Jehly se konstantní rychlostí posouvaly po délce vzorku 12 hodin. Při zkoušce byly kontrolovány okolní podmínky v laboratoři, aby odpovídaly podmínkám nanášení doporučených výrobcem. Cílem měření bylo stanovit dobu potřebnou k zaschnutí nátěrové hmoty. Po dokončení zkoušky měla být na vzorku zpozorovatelná dráha jehly. V místech, kde ještě nátěrová hmota nebyla zaschlá, měla být dráha výrazná (až na sklo). Postupně mělo docházet ke zmenšení stopy až do stavu, kdy jehla pouze přejížděla po zaschlém nátěru. Touto zkouškou je tedy možné určit nejen dobu potřebnou k úplnému zaschnutí, ale z charakteru stopy i určit jednotlivé stavy zasychání (viz Obr.2).



Obr. 2: Fáze zasychání nátěrové hmoty při metodě lineárního záznamu – 1 - počátek zkoušky, 2 - doba zaschnutí na dotek, 3 - doba ztráty lepidlosti, 4 - doba zatvrdnutí, 5 - doba proschnutí

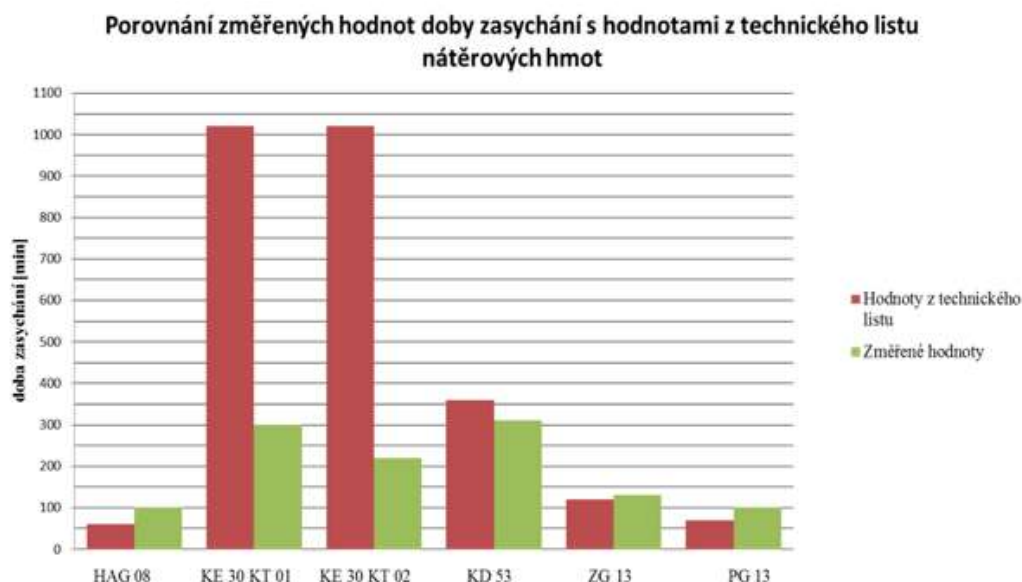


Obr. 3: Výsledek zkoušky zasychání metodou lineárního záznamu

Diskuze výsledků

Dle technického listu měla nátěrová hmota HAG 08 zasychat 60 minut, měřením vyšlo 105 minut. Nátěr KE 30 17 hodin. S ředidlem KT 01 i KT 02 byla doba zasychání výrazně nižší a spíše se blížila hodnotě zasychání na dotek z technického listu. To je nejspíš dáno menší nanášenou tloušťkou při měření. Hmota KD 53 dle technického listu měla zasychat 6 hodin, měřením vyšlo přes 5 hodin, což je vzhledem k rozdílné tloušťce odpovídající. Hmota ZG 13 měla zasychat 2 hodiny, měřením vyšla doba zasychání přes 2 hodiny. Nátěr PG 13 měl zasychat 70 minut, změřená doba byla pod dvě hodiny. Díky kontrolnímu měření nerychleschnoucí syntetické nátěrové hmoty je vidět, že metoda měření doby zasychání dle normy ČSN EN ISO 9117-4 je u rychleschnoucích nátěrových hmot vhodná hlavně k vzájemnému porovnání zasychání. Můžeme porovnat stopy jehel, které u dvou nátěrů stejné doby zasychání mohou zanechávat jiný vryp. Zhodnocením tak lze určit, která hmota bude dříve odolná například při manipulaci. Na hmotě S 2013 byly dobře pozorovatelné stopy jehly, které odpovídaly jednotlivým fázím zasychání a bylo je tak možné snadno určit. V případě rychleschnoucích nátěrových hmot je však při velmi krátké době zasychání obtížné tyto fáze stanovit.

Graf 1: Porovnání změřených hodnot doby zasychání s hodnotami z technického listu nátěrových hmot



Obr. 4: KD53 tl. 76 μm (vlevo), 38 μm (druhý zleva), KE30 KT02 tl. 76 μm (druhý zprava) 38 μm (vpravo)

Přilnavost a elasticita

Testované povlaky byly podrobeny zkouškám přilnavosti a elasticity za účelem ověření a vzájemného porovnání těchto klíčových vlastností. Bylo zhotoveno celkem 36 zkušebních nátěrů od každé hmoty. Hmoty byly nanášeny na hladký ocelový plech Q-panel o rozměrech 76x152 mm v tloušťce mokrého filmu WFT 120 μm nanášecím pravitkem Baker VF2146 dle normy ČSN EN ISO 1514. Výsledky mřížkové zkoušky (ČSN EN ISO 2409), zkoušky křížovým řezem (ČSN EN ISO 16 276-2), zkouškou hloubením (ČSN EN ISO 1520) a ohybové zkoušky na kónickém trnu (ČSN EN ISO 6860) předkládá tabulka 1.

Tab. 1: Klasifikace výsledků jednotlivých zkoušek povlaků

VZOREK NH	mřížková zkouška	křížový řez	zkouška ohybem	zkouška hloubením
HAG 08	0	1	vyhovuje	vyhovuje
KE 30 KT 01	2	1	vyhovuje	spíše nevyhovuje
KE 30 KT 02	2	1	vyhovuje	spíše nevyhovuje
KD 53	1	1	vyhovuje	nevyhovuje
ZG 13	0 – 1	1	vyhovuje	nevyhovuje
PG 13	0	1	vyhovuje	vyhovuje



Obr. 5: Charakteristický vzhled povlaků po zkoušce hloubením

Závěr

Při měření doby zasychání byla použita metoda s lineárním záznamem, která je vhodná pro nenáročný porovnání více typů nátěrových hmot. Po zhodnocení výsledků a porovnání s nerychlesnoucí nátěrovou hmotou by pro měření doby zasychání rychleschnoucích nátěrových hmot bylo vhodnější nastavit dobu zkoušky na výrazně kratší čas (rychlejší posuv zkušební jehly), například o polovinu či čtvrtinu. Díky tomu by bylo možné lépe porovnat zasychání nátěrových hmot s krátkou dobou zasychání, a to včetně jednotlivých fází. Experiment prokázal, že výsledné časy byly ve většině případů (vyjma hmot KT30) velice blízké časům zasychání uvedených v technických listech jednotlivých nátěrových hmot stanovených dle ČSN 67 3052. Z předchozích experimentů navíc vyplývá, že není vhodné používat přístroj BK3 s lineárním posuvem 12 hodin pro nátěrové hmoty, které dosáhnou stavu 5 za méně jak 30 min.

Poděkování

Článek byl vypracován na základě podpory Centra kompetence TE02000011 – WP2, Centrum výzkumu povrchových úprav (CVPÚ – TA ČR).

Použitá literatura

- [1] Malá R.: Nátěrové hmoty s krátkou dobou zasychání. Praha, 2017. Bakalářská práce. ČVUT.
- [2] Zeman V.: Rychleschnoucí nátěrové hmoty. Diplomová práce. Praha: 2015. Diplomová práce. ČVUT.
- [3] Zasimenco A.: Hodnocení zasychání nátěrových hmot. Praha, 2016. Bakalářská práce. ČVUT.
- [4] ČSN EN ISO 9117-4: Nátěrové hmoty – Zkoušky zasychání – Část 4: Metoda s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání. Praha: ÚNMZ, 2013.
- [5] ČSN EN ISO 2409: Nátěrové hmoty – Mřížková zkouška. Praha: ÚNMZ, 2013.
- [6] ČSN EN ISO 16276-2: Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku - Část 2: Mřížková zkouška a křížový řez. Praha: ÚNMZ, 2008.
- [7] ČSN EN ISO 1520: Nátěrové hmoty – Zkouška hloubením. Praha: ÚNMZ, 2007.
- [8] ČSN EN ISO 6860: Nátěrové hmoty – Zkouška ohybem (na kónickém trnu). Praha: ÚNMZ, 2006.

Lepení – novodobý trend ve výrobě

Mgr. Pavla Hanáčková – SVV Praha s.r.o., Centrum Lepení Brno

Úvod



Obr. 1: Příprava lepidla před lepením

Lepení (Obr.1) jako proces spojování je známý po staletí, ale donedávna mu nebyla přikládána taková váha jako např. spojování šrouby, svařování či nýtování. Dokáže ovšem vytvořit spoj pevný tak, že vlastnostmi předčí výše zmíněné metody. Navíc poskytuje mnohem větší variabilitu spojení. V průmyslu nabývá lepení stále více na důležitosti, a proto není možné na něj již pohlížet jako na druhořadou metodu. Moderní osobní automobily mají lepená čelní i zadní skla a dalších mnoho dílů, okna ve vlacích jsou výhradně lepená. Lepení je důležitou technologií v leteckém a kosmickém průmyslu, kde jde především o snížení hmotnosti se zachováním pevnosti. Dále se používá při opravách a servisu jako těsnící prostředek. Své uplatnění má také v zubařské technice. Lepidla nemusí nutně sloužit jen ke spojování, ale pomocí různých pryskyřic je možné vytvářet hotové výrobky a kompozitní materiály.



Obr. 2: Spojení materiálů sklo a kov

Výhody a nevýhody lepení

Mezi výhody lepení patří:

- rovnoměrné rozložení napětí kolmo ke směru zatížení
- nedochází k tepelnému ovlivnění struktury, jako je tomu u svařování
- nedochází k deformaci konstrukčních dílů vlivem tepla
- je možno spojovat odlišné materiály (např. kov a sklo – Obr. 2)
- je možno spojovat jak velmi tlusté, tak i velmi tenké materiály
- lepení poskytuje lehčí výslednou konstrukci
- je možno spojovat materiály citlivé na teplo
- lze spojovat kovy s odlišnými elektrochemickými vlastnostmi, aniž by docházelo ke korozi v důsledku styku dvou odlišných kovů
- lze dosáhnout velmi vysoké pevnosti spoje nebo lze vytvořit elastický spoj, který je schopen tlumit vibrace
- dochází k utěsnění spár – vytvoření spojů nepropustných pro vodu, plyny aj.
- je zde možnost automatizace procesu

Pro vytvoření adekvátního spoje je nutné znát i jeho nedostatky a pracovat s nimi.

Mezi nevýhody lepení se řadí:

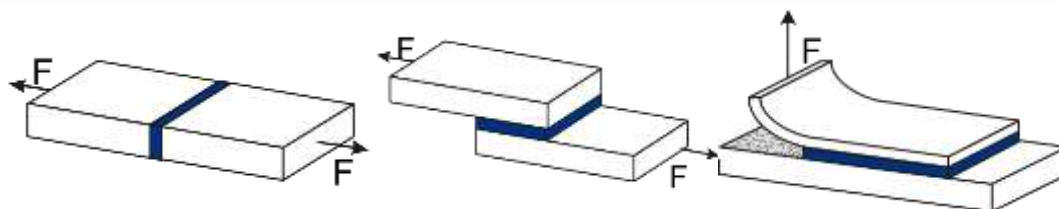
- nízká počáteční pevnost spoje
- vhodná příprava povrchu, neboť není možné lepit na znečištěný povrch s nízkou povrchovou energií
- omezená tvarová stálost za tepla zejména v případě lepidel, která jsou po vytvrzení termoplastická
- náchylnost k plastickému tečením opět zejména v případě termoplastických lepidel
- nízké hodnoty odporu při zatížení odlupováním
- omezená možnost opravy a rozpojitelnosti, složitá demontáž
- pečlivá a důsledná procesní kontrola
- náročné výpočty pevnosti

Lepený spoj musí být vždy konstruován jako lepený spoj. Pokud je spoj konstruován pro jinou techniku spojení, ale je nakonec slepen, tak nebude nikdy dosahovat své možné maximální pevnosti.

Pevnost lepeného spoje

Výsledná pevnost je dána zejména typem lepidla. Existují strukturální lepidla, která dosahují nejvyšších pevnostních hodnot, ale jsou spíše křehká a velmi málo elastická (např. epoxidy). Lepidla fixační, která slouží především k zajištění komponent proti posunu (např. lepicí pásy, vteřinová lepidla). Velmi důležitou skupinou jsou i lepidla elastická, která jsou stále pevná a zároveň jsou dostatečně elastická, aby dokázala např. utlumit vibrace (1K polyuretan). Skupinou, která je nejvíce elastická, ale nejméně pevná, jsou tmely. Hlavním účelem tmelů je vyplnění a utěsnění spár.

Celková pevnost lepeného spoje se odvíjí od další řady faktorů. Zásadní vliv na výsledné vlastnosti bude mít samozřejmě lepidlo. A to nejen jeho typ, ale také tloušťka vrstvy nanášeného lepidla a dále také způsob a podmínky vytvrzování. Nezanedbatelným faktorem je adekvátní příprava povrchu před lepením, která je nutná pro vhodné smáčení tekutým lepidlem pro vytvoření požadované adheze lepidla k lepenému povrchu. Zásadní roli hraje i lepený materiál. Existují totiž materiály, které se lepí velmi snadno a poskytují pevné spoje např. ocel, a materiály, které jsou lepitelné obtížně např. polypropylen. Dalším faktorem je samotná konstrukce lepeného spoje, která zahrnuje typ spoje (přeplátování, tupý spoj,...). Výslednou pevnost je možné ovlivňovat velikostí lepené plochy. Ta musí dosahovat optimální hodnoty, získané výpočtem. Jinak by hrozil vznik poruch, z důvodu nevhodného konstrukčního řešení. Rozhodně u lepení neplatí pravidlo, že čím více lepidla se použije, tím pevnější spoj bude.



Obr. 3: Zatížení tahem a odlupováním, příklady různých konstrukcí

Normy a směrnice

Proces lepení je řízen normami a směrnice, které zaručují správný výrobní postup od samotného návržení lepeného spoje až po jeho provedení. Obecně lepení v jakémkoliv průmyslovém odvětví popisuje norma DIN 2304-1 Jakostní požadavky na lepení. Proces lepení v kolejové technice je upravován dle normy DIN 6701 Lepení kolejových vozidel a jejich dílů. Železniční kolejová vozidla, která provozují Německé dráhy DB, musí být vyráběna pouze výrobci, kteří disponují certifikátem kvality výroby dle výše uvedené normy. Prokazování kvality výroby certifikátem dle této normy uznávají nebo dokonce vyžadují provozovatelé a odběratelé kolejových vozidel v celé Evropě. Odborné kvalifikace v oblasti lepení zvyšuje výrobci svou konkurenceschopnost a možnost získání zakázek velkých koncernů (Obr. 4).



Obr. 4: Zkouška kvality lepení odlupováním housenky

Použitá literatura

- [1] G. Habenicht: Kleben – erfolgreich und fehlerfrei
- [2] J. Peterka: Lepení kovů ve strojírenství
- [3] M. Osten: Práce s lepidly a tmely
- [4] S. Ebnesaajad: Adhesives technology handbook

Centrum Lepení Brno

SVV Praha, s.r.o., člen skupiny GSI provádí certifikace systémů řízení kvality v oblasti spojování materiálů a zajišťuje odborné kvalifikace dle požadavků norem. Centrum Lepení Brno je schváleným školicím střediskem pro kvalifikační kurzy personálu lepení (Obr. 5). Dle směrnic Evropské svářečské federace EWF pořádáme kurzy:

EWf 515 – EAB – **European Adhesive Bonder**, Evropský praktik lepení (určeno pro personál, který provádí lepení ve výrobě, rozsah kurzu 1 týden)

EWf 516 – EAS – **European Adhesive Specialist**, Evropský specialista lepení (určeno pro personál, který samostatně plánuje a organizuje pracovní postupy a procesy lepení, rozsah kurzu 3 týdny)

EWf 517 – EAE – **European Adhesive Engineer**, Evropský inženýr lepení (určeno pro dozorový personál lepení, který získá klíčové řídicí kompetence a zodpovědnost za veškeré procesy lepení ve výrobě, rozsah kurzu 8 týdnů)

Další aktivitou na poli vzdělání je pořádání odborných seminářů v oblasti lepení a pravidelné doškolovací kurzy personálu lepení, tj. Refresh EAB a Refresh EAS. Na základě požadavků zákazníka připravujeme školení na míru.

Centrum Brno Lepení je uznaným certifikačním orgánem.



Obr. 5: Praktická výuka lepení okem infračervené kamery

Nová technologie oxidace neželezných kovů – „elox2“

Ing. Martin Chvojka, doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

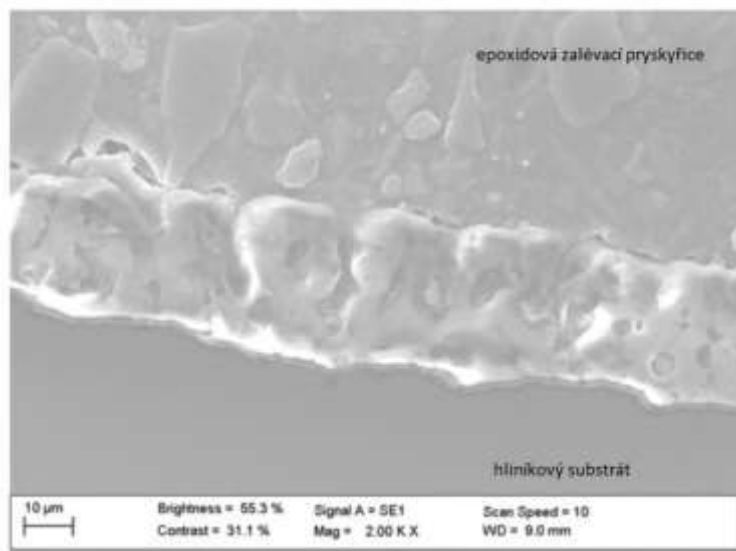
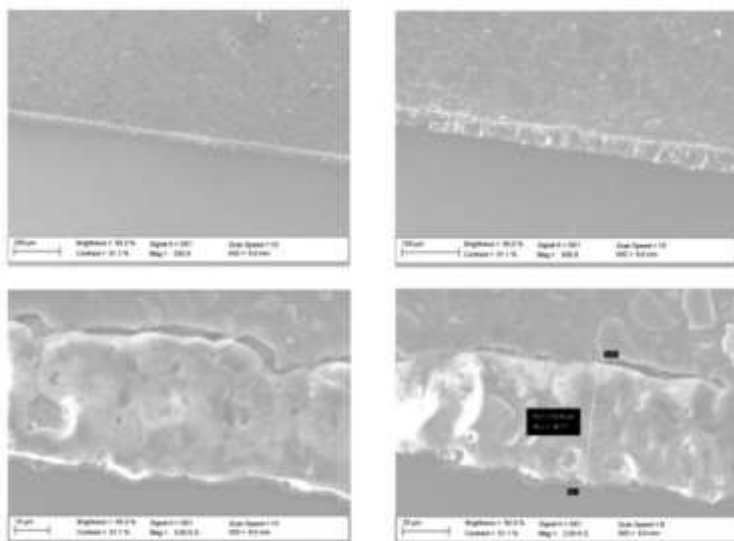
Dr. Vladimír Agartanov

Pro výrobky z neželezných kovů nejčastěji z hliníkových slitin je dostupná široká škála povrchových modifikací (tvorba vrstev a povlaků), především používané konverzní vrstvy anodické oxidace (eloxování dekorativní nebo tvrdé) a řada konvenčních povrchových úprav. Eloxování dnes představuje důležitou technologii dekorativních nebo funkčních povrchů hliníkových slitin. Tyto vrstvy již mnohdy neposkytují účinnou ochranu proti dalšímu namáhání. Nové progresivní technologie, které představí tento příspěvek, splňují velmi náročné nové požadavky konstruktérů.

Jednou z oněch nových technologií je **Plazmová elektrolytická oxidace (PEO)**. Anglicky označována jako Plasma electrolytic oxidation, což je relativně nová metoda modifikace povrchů pro vytvoření tvrdých keramických vrstev na povrchu substrátů, jako jsou hliník, hořčík, titan, zirkon a také jejich slitiny. Technologie PEO je ve své podstatě podobná běžnému eloxování, ale na rozdíl od eloxování, které se provádí při elektrickém napětí v rozsahu 10 až 50 V, jsou napětí při PEO aplikována nad průrazné napětí původních oxidických vrstev, typicky tedy 400 až 800 V. Aplikací elektrických napětí s vysokým potenciálem dochází k tvorbě plazmy při mikro-vybíjení vzniklého potenciálu, které se opticky projevuje jako četné jiskření na povrchu základního materiálu součásti. Vzhledem k místnímu tepelnému působení jisker, vznikají specifické keramické vrstvy složené z oxidů substrátu a komplexní oxidy obsahující prvky z elektrolytu.

Klíčové vlastnosti PEO vrstev:

- vysoká tvrdost (u vytvořených vzorků. 1 400 HV);
- dobré tribologické vlastnosti (odolnost proti opotřebení);
- zaručená přilnavost dalších vrstev;
- vysoká tepelná odolnost (vrstva je užívaná jako tepelná bariéra krátkodobě až 2 000 °C);
- biokompatibilita pro růst buněk a integraci implantátu;
- dielektrické vlastnosti (vysoká elektrická izolace),
- vysoká korozní odolnost,
- vhodnost i pro tvarově složité součásti (široká technologičnost procesu).



Technologie byla v praxi ověřena ve tvarově složitých součástech rotačního tvaru, které obsahovaly všechny potřebné typy ploch pro stanovení technologičnosti procesu. Jedna se o povrch s kuželovou plochou a oblastí s malými pozitivními radiusy. Vnitřní plocha rotačních součástí obsahovala mimo kuželových ploch rovněž vnitřní drážky s malými negativními radiusy. Bylo prokázáno vytvoření vrstev na všech plochách součásti, a to na vnitřních plochách v negativních zaobleních, kde by konvenční technologie měli značné kvalitativní potíže.



Obr.1.: Řez součástí s vrstvou PEO

PEO si získává čím dál více zvýšenou pozornost jako nákladově efektivní, a k životnímu prostředí šetrná povrchová úprava při tvorbě silné a ultra-tvrde keramické vrstvy na lehkých neželezných kovech a jejich slitinách. Na Ústavu strojírenské technologie Fakulty strojní ČVUT v Praze probíhá výstavba experimentálního pracoviště a obracíme se na Vás, čtenáře, s nabídkou budoucí spolupráce. V případě zájmu se prosím obraťte na autory tohoto článku.

Obr. 2.: Řez a výbrus povrchu součástí s PEO vrstvou, skenovací elektronová mikroskopie, různá zvětšení

PROLAQ SYSTÉM – čištění lakovacího příslušenství pomocí kapalin se sníženým obsahem VOC

Ing. Hana Filková – BIOCHEM CLINTECH, s.r.o.

O společnosti

BIOCHEM CLINTECH s.r.o. se zabývá průmyslovým čištěním a odmašťováním povrchů. Na českém trhu působí od roku 2008 za podpory mateřské společnosti Bio-Circle Surface Technology v Německu, která byla založena před více jak 30 lety. Společnost Bio-Circle je přímo výrobcem produktů a disponuje vývojovými laboratořemi. Na trh přichází stále s novými produkty a pružně reaguje na speciální požadavky zákazníků ze všech zemí, kde působí. Používání produktů Bio-Circle zvyšuje bezpečnost práce a splňuje požadavky zpřísňujících se legislativních předpisů.

Výzkum, vývoj a výroba produktů probíhá v německém závodě společnosti Bio-Circle Surface Technology GmbH. Hlavními cíli při vývoji všech nových produktů je především úspora energie, redukce nebezpečných látek, snižování nebo úplné odstranění těkavých organických látek (VOC) a snadná údržba všech systémů. Celosvětový tým expertů poskytuje všem zákazníkům profesionální servis s přidanou hodnotou v podobě optimalizace procesu na míru.

Proč BIO-CIRCLE

Název společnosti se postupem času měnil a nyní se jmenuje podle stěžejního produktu společnosti, podle BIO-CIRCLE mycích stolů, které jsou používány na odmašťování a čištění různých druhů materiálů. BIO-CIRCLE jsou bezkonkurenční díky BIO-CIRCLE kapalině, která obsahuje živé mikroorganismy schopné rozkládat tuky a oleje na CO₂ a vodu. Mikroorganismy potřebují na odbourávání určité podmínky – teplotu 41°C, prokysličování a samozřejmě příjem olejů a tuků. Kapaliny jsou vhodné pro různá průmyslová odvětví. Je možnost mít kapalinu s dočasnou antikorozi ochranou, na citlivější povrchy nebo na silnější znečištění, pro manuální nebo strojní použití. Všechny BIO-CIRCLE kapaliny jsou bez obsahu organických těkavých látek (VOC), s pH hodnotou 7 – 9, nehořlavé a nevybušné.

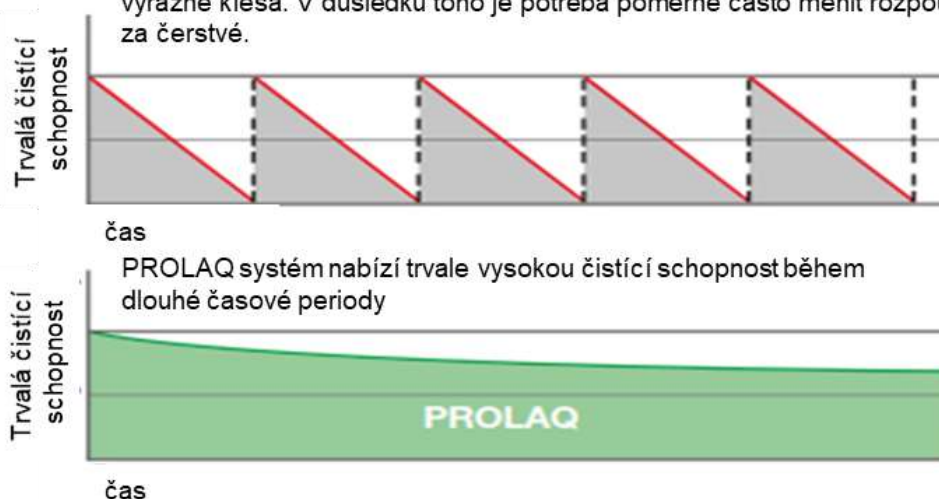
Čtyři druhy kapalin lze používat pro manuální čištění v zařízeních BIO-CIRCLE GT Compact nebo BIO-CIRCLE GT Maxi. Na strojní čištění je možné si vybrat ze dvou druhů kapalin a použít je v zařízeních BIO-CIRCLE Turbo nebo v Horkovodních mycích zařízeních, do kterých je potřeba přidat vzduchování kvůli funkčnosti mikroorganismů.

PROLAQ SYSTÉM

Novinkou společnosti Bio-Circle je PROLAQ systém na čištění lakovacích pistolí a dalšího příslušenství. Jde o uzavřený systém s cirkulující PROLAQ kapalinou, která je schopná odstranit barvy, laky a inkousty z různých druhů materiálů. PROLAQ byl vyvinut jako ekologická náhrada rozpouštědel a ředidel, která se běžně využívají na čištění lakovacího příslušenství a vytvářejí nebezpečné pracovní prostředí, což ve firmách vede k vzniku velkého množství nebezpečných odpadů. Čistící schopnost rozpouštědel v porovnání s PROLAQ kapalinami klesá velmi rychle během jejich používání, jak můžete vidět porovnání na Obrázku 1.

TRVALÁ ČISTÍCÍ SCHOPNOST



Čistící výkon běžných rozpouštědel v poměrně krátkém časovém úseku výrazně klesá. V důsledku toho je potřeba poměrně často měnit rozpouštědlo za čerstvé.



Obr. 1.: Srovnání čistící schopnosti běžných rozpouštědel a PROLAQ kapalin

PROLAQ kapaliny dávají možnost používat na čištění lakovacích pistolí a dalšího příslušenství produkty se sníženým obsahem organických těkavých látek (VOC). Odstraňují syntetické i voduředitelné barvy a laky. Je možné si zvolit ze tří druhů PROLAQ kapalin viz Tabulka 1.

Tab. 1: PROLAQ kapaliny

	PROLAQ 100	PROLAQ 500	PROLAQ 400
Obsah VOC	11%	20%	45%
Označení			
popis	Primárně je kapalina určená na barvy a laky na vodní bázi. Na čištění lakovacích pistolí, hadic, zásobníků, čerpadel, sacích hubic, filtrů, kartáčů, válců a dalších. Na manuální i strojní použití. Nehořlavá, nevýbušná, Recyklovatelná.	Primárně je kapalina určena na barvy a laky na bázi rozpouštědel. Na čištění lakovacích pistolí, hadic, zásobníků, čerpadel, sacích hubic, filtrů, kartáčů, válců a dalších. Na manuální i strojní použití. Nehořlavá, nevýbušná, recyklovatelná.	Nejnovější kapalina vyvinuta na přání zákazníka. Primárně na barvy a laky na bázi rozpouštědel. Na čištění lakovacích pistolí, hadic, zásobníků, čerpadel, sacích hubic, filtrů, kartáčů, válců a dalších. Rychleji schne díky vyššímu obsahu VOC a má lepší schopnost sedimentace.
Kdy používat	Na vodouředitelné barvy nebo laky.	Na barvy a laky na bázi rozpouštědel s možností použít i na vodouředitelné barvy a laky.	Stejně použití jako PROLAQ 500. Pokud zákazníkovi nevdí vyšší obsah VOC, ale vadí mu nebezpečné piktogramy.

Pro správné fungování se PROLAQ kapaliny používají v zařízení PROLAQ Compact na manuální čištění nebo v zařízení PROLAQ Auto pro strojní čištění.

PROLAQ Compact

PROLAQ Compact je systém vyvinutý pro manuální čištění malého a středně velkého lakovacího příslušenství. Funguje bez použití elektrické energie jako zdroj pro pneumatické čerpadlo se využívá přípojka na stlačený vzduch. Jedná se o mobilní zařízení a díky certifikaci ATEX je možné jej použít i v zónách s nebezpečím výbuchu, tedy všude tam, kde je přípojka na stlačený vzduch.

Je vybaven průtokovým kartáčem, pistolí se stlačeným vzduchem a výlevkou pro vyfouknutí lakovací pistole. Vícenásobné použití PROLAQ kapaliny je díky 3-stupňovému filtračnímu procesu (viz Obrázek 2.). Barvy a laky se zachytí ve filtrech ve výpusti umyvadla, případně sedimentují v zachytné vaně a nejmenější nečistoty jsou zachyceny ve finálním filtru. Přefiltrovaná kapalina se znovu použije na čištění dalšího lakovacího příslušenství.



Obr. 2: PROLAQ Compact filtrační systém - prefiltrace (hrubý, jemný filtr a filtrační tkanina), Sedimentační vana (sedimentace barvy a přebytek čisté kapaliny), Finální filtrace (zachycení nejmenějšího znečištění ve filtrační patroně 25 μ m)

PROLAQ Auto

PROLAQ Auto je automatický systém kombinující manuální a automatické čištění lakovacích zařízení a nástrojů. Lze tedy čistit manuálně pomocí průtokového kartáče a zároveň využít automatického čištění lakovací pistole, jejích součástí a zásobníku v integrovaném automatickém boxu. Zařízení je vybaveno nožním spínačem na proplach čistou kapalinou, připojením na stlačený vzduch a pistolí na stlačený vzduch, kterou lze čištěné díly osušit.

Závěr

Používání rozpouštědel tedy 100% organických těkavých látek není vždy nezbytnou nutností. Nabízíme možnost využít na čištění a odmašťování čisticí prostředky se sníženým obsahem VOC nebo dokonce bez obsahu VOC. Společnost Bio-Circle Vám ráda představí širokou škálu čisticích prostředků do všech průmyslových odvětví a pomůže Vám vyčistit nejrůznější znečištění ze všech druhů materiálů. Čistěte s firmou Bio-Circle bezpečně, účinně a s ohledem na životní prostředí.

Zinkový prášek jako antikorozi složka v ochranných nátěrech.

Přehled vývoje a aplikace.

Část 2.

Miroslav Svoboda, Jaroslava Benešová

Následující příspěvky jsou zaměřeny na ochranné vlastnosti bohatě zinkem pigmentovaných nátěrů (zinc - rich paints) a na snahu nahradit část zinkového prášku vhodným elektricky vodivým a neutrálním pigmentem.

Tomuto problému se věnuje publikace F.A. Simko, Jr., V.P. Simpson: *New Class of Conductive Extenders In Zinc-Rich coatings* (Journal of Coatings Technology Vol.48, No. 614, March 1976 str. 61 – 66). Zinkové povlaky poskytují vynikající ochranu proti korozi ocelovému povrchu. Určitým nedostatkem těchto materiálů je poměrně vysoká cena, nízká přilnavost zejména etylsilikátových materiálů na nedokonalě očištěném ocelovém povrchu a také nízká přilnavost s dalšími vrstvami nátěrového systému. Povlaky tohoto typu vytvářejí potíže při svařování. Značné pracovní úsilí je věnováno odstranění uvedených potíží. Došlo ke snaze nahradit v nátěru část zinku kovovými substancemi (kadmíem, hliníkem a železem) společně s vhodnými inhibitory koroze. Hliníkové a železné prášky se ukázaly jako nevhodné. V případě hliníkového prášku to souvisí s jejich hodnotou po oxidaci, odporu a v případě prášku železa s jeho rozpouštěním a zvýšením aktivity zinkového prášku. Jiné studie ILZRO Progress Report No 23. Project No. ZE-36 došly k poznatku, že náhrada zinkového prášku poměrně malými přídávky nevodivých prášků (oxidu křemíku, oxidu hlinitého) jsou vhodné. Autoři studie však zjistili, že podobné přídávky nepříznivě ovlivňují svařování.

Autoři článku věnovali pozornost vývoji prášku na bázi nesnadno tavitelných slitin železa, pro částečnou náhradu zinkového prášku v nátěrech. Jedná se o elektricky vodivé materiály, které ale jsou chemicky inertní a jejich teplota tavení je obdobná oceli, což je 1350°C. Z těchto materiálů nejvyšší účinnost projevila ferrophosphorus (di - iron phosphide). Experimentálně bylo zjištěno, že 25 – 50 % hm. zinkového prášku může být nahrazeno bez negativního ovlivnění ochranného účinku nátěru. Chemické hmotnostní složení Ferrophosphorous slitiny je Fe - 70 %, P – 24%, Si – 2,5% a Mn – 3,0%.

Práce F.L. Fragata, C.R.S. Mussoi, C.F.Moulin, I.C.P Margarit, O.R. Mattos: Influence of External Pigments on Performance of Ethyl Silicate Zinc-Rich Paints; Journal of Coatings Technology 65(816 January), 103 – 109, (1993) byla zaměřena na náhradu části práškového zinku v nátěrech barytem, nebo agalmatolitem (hydratovaný křemičitan na bázi hliníku a draslíku). Pro zkoušky byly připraveny vzorky nátěrových hmot a nátěrů obsahujících 60 % hm. a 75 % hm. zinkového prášku, které byly podrobeny zkouškám tak, jak byly připraveny a s malým přídávkem barytu, nebo agalmatolitu. Vzorky byly zkoušeny v neutrální solné mlze a na povětrnostní stanici (prostředí městské přímořské charakterizované průměrným obsahem chloridů $17,0 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ a průměrným obsahem $\text{SO}_2 \cdot 4 \times 10^{-3} \text{ SO}_3 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$). Práce byla zaměřena hlavně na použití elektrochemických postupů. Nátěr obsahující 60 % hm. zinkového prášku vykázal při zkoušce v solné mlze vznik koroze po 460 hodinách s obsahem 60 % hm. Zn a s přídávky uvedených plnidel, po 740 hodinách s agalmatolitem a po 660 hodinách s barytem. V případě nátěru obsahujícím 75 % zinkového prášku a nátěrů obsahujících 75 % hm. zinkového prášku s přídávky agalmatolitu a barytu nedošlo po 2060 hodinové zkoušce ke korozi. Po čtyřměsíčních atmosférických zkouškách pouze nátěr obsahující 60 % hm. vykázal korozi napadení. Tyto výsledky souhlasí s výsledky korozičních zkoušek v solné mlze a s výsledky impedančních stanovení. Práce neposkytuje dostatek podkladů pro přímé použití.

S.Feliu, Jr., R.Barajas, J.M.Bastidas, M.Morcillo: Mechanism of Cathodic Protection Of Zinc-Rich Paints By Electrochemical Impedance Spectroscopy.

I. Galvanic Stage, Journal of Coatings Technology 61 (No. 775, August), 63 – 69 (1989).

Pro zkoušky byly použity povlaky (Zinc-Rich Paints, zkratka ZRP) o tloušťce 50 – 60 μm na otryskaném ocelovém za studena válcovaném povrchu o tloušťce 2 mm. Jako pojiva byly použity etylsilikát a epoxidový dvousložkový materiál. Tabulka 1 zachycuje složení použitých nátěrů o různém obsahu zinkové složky, % hmotnostní.

etylsilikátový nátěr	epoxidový nátěr
Zinkový prášek 84%; 78%; 50%	Zinkový prášek 93%; 78%; 68%
etylsilikát	Epikote 1001
bentonit (k zabránění sedimentace)	Versamid
Oxid křemičitý (plnidlo). Pouze ve vzorcích s nižším obsahem Zn prášku	Bentonit (k zamezení sedimentace) Uhlíčan vápenatý (plnidlo). Pouze u vzorků s nižším obsahem Zn prášku
Rozpouštědla	Rozpouštědla

Nátěry byly zhotoveny při laboratorní teplotě a poté byly vystaveny působení roztokům chloridu sodného 0,5 % a 3%.

Závěr práce vyúsťuje v poznatek, že ZRP působí během první fáze expozice do chloridového roztoku, jako pórovitá kovová elektroda. Stupeň a doba této akce závisí na typu nátěru. Je to více významné u etylsilikátového nátěru, než u nátěru epoxidového. Jak se obsah zinku snižuje a doba se prodlužuje, závisí chování povlaků na typické charakteristice izolovaného povlaku. Katodická ochrana povlaku závisí na jeho působení, jako pórovité kovové elektrody. Použití etylsilikátového pojiva a vysokého obsahu zinku vykazuje významný katodický ochranný účinek.

S.Feliu, R.Barajas, J.M.Bastidas, M.Morcillo: Mechanism of Cathodic Protection Of Zinc-Rich Paints By Electrochemical Impedance Spectroscopy.

II. Barrier Stage, Journal of Coatings Technology 61(No. 775, August), 71 – 76 (1989).

Výklad (interpretace) diagramů získaných pomocí elektrochemické impedanční metody studia ZRP při působení druhé fáze ochrany (po zastavení působení galvanického (elektrochemického) vzájemného vztahu aktivity částic zinkového pigmentu mezi nimi a podkladem) potvrzuje vhodnost použití impedančního postupu pro sledování časového průběhu bariérové ochrany. Význam tohoto účinku (bariérové ochrany), úzce souvisí s obsahem zinkového prášku a typu použitého pojiva. V případě použití silikátového a epoxidového pojiva bylo zjištěno: 1. Zvýšení bariérového účinku korozními produkty, zvláště významně souvisí s obsahem zinkového prášku v nátěru (cca 90 % Zn) a po několika měsíční expozici. 2. Klesne-li obsah zinkového prášku na 70%, pak existuje mnohem méně možností, jak se bariérový efekt vyvíjí a vydrží. 3. Při obsahu zinkového prášku v nátěru kolem 50 % hmotnostních nejsou podmínky pro vznik bariérového účinku nátěru.

Následující práce je zaměřena na možnost snížit obsah zinkového prášku v nátěru použitím vhodné vodivé práškové sloučeniny. Cílem je nesnížený ochranný účinek nátěru. Vysoký obsah v nátěrové hmotě zinkového prášku vede k jeho sedimentaci v nátěrové hmotě. S.Feliu, Jr., J.M.Bastidas, M.Morcillo, S.Feliu: Effect of Di-Iron Phosphide Conductive Extender on the Protective Mechanisms of Zinc-Rich Coatings, Journal of Coatings Technology 63 (No. 794 March), 67 – 72 (1991).

Pomocí impedančních měření byla získána informace o účinnosti náhrady v ochranných nátěrech (Zinc-Rich paints) části zinkového prášku sloučeninou Fe_2P . Pozornost v práci byla věnována chování těchto nátěrů jako pórovitých elektrod s velkým anodickým povrchem a vývoji bariérového účinku během expozice vzorků v roztoku soli.

Náhrada části zinkového prášku v nátěrech přídatkem vodivé sloučeniny Fe_2P bylo studováno řadou výzkumných pracovníků (Lit. 1 – 5). Byla použita kombinace experimentálních technik, včetně vizuálního hodnocení vzorků, měření katodických ochranných potenciálů, polarizačních měření a impedančního měření.

Postup Impedančního měření zinkových nátěrů (Zinc-rich paints – zkratka ZRP) je popsán v předešlém článku (Lit. 6). Elektrolytické chování ZPP povlaku je založeno na srovnání mezi korozními hodnotami koroze zinku z elektrochemického impedančního diagramu a výsledků metod, při nichž dochází k vývoji plynu (Lit. 8). Rovnice Stern-Geary (Lit.9) ukazuje, že rychlost koroze zinkových částic v povlaku, ve vztahu k přenosu odporu korozního procesu. Tento elektrochemický postup referuje pouze o zinkových částicích, které jsou elektricky spojeny a také jsou v elektrickém kontaktu s ocelovým podkladem. Jsou to pouze částice, které poskytují odezvu na elektrický signál použitý při měřeních. Následující obrázky (diagramy) uvádí srovnání vlivu pojiva (etylsilikátového a epoxidového) a záměnu části zinkového prášku v nátěrech vodivými částicemi Fe_2P . Diagramy zachycují hodnoty koroze stanovené elektrochemickými měřeními a skutečné hodnoty průběhu koroze.

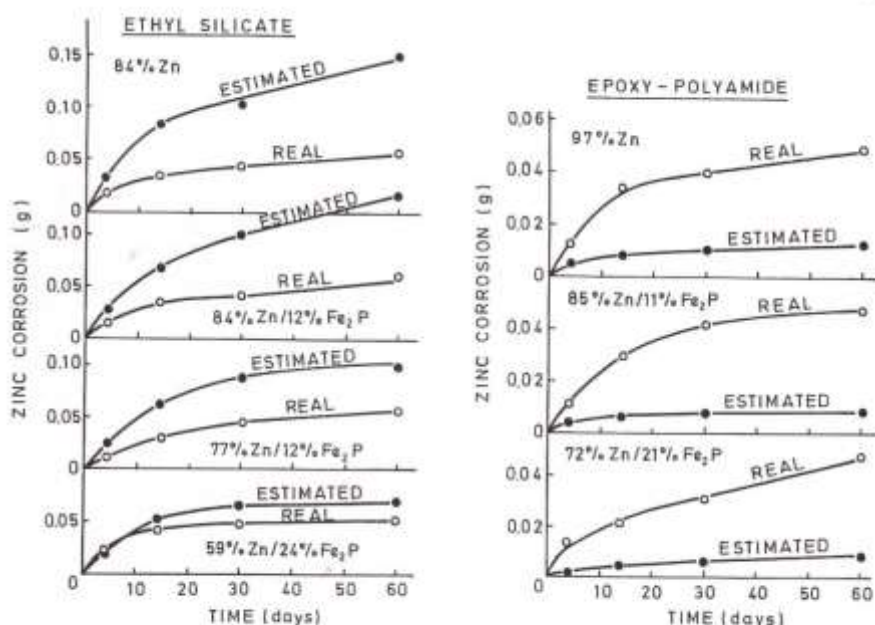


Figure 3—Comparison of the corrosion values estimated for zinc from the electrochemical measurements with the real values. Data are referred to 3.1 cm² of coating surface

Výsledky práce vedou k poznatku, že **etylsilikátové ZRP povlaky** obsahující přídavek Fe₂P se chovají jako pórovité elektrody, pravděpodobně proto, že obsahují vodivý zinkový prášek a vodivý Fe₂P a mají vzájemný elektrický kontakt a také kontakt s ocelovým podkladem. **Epoxidové ZRP povlaky** mají tendenci působit jako **malé** povrchové elektrody proto, že menší počet jejich vodivých částic má elektrický kontakt. Tím se vysvětluje větší schopnost **etylsilikátových povlaků** uskutečňovat katodickou ochranu ocelového podkladu. Použití Fe₂P nevede k poškození zřetelné schopnosti etylosilikátových povlaků zabezpečovat bariérovou ochranu. V případě epoxidových ZRP povlaků, přítomnost v nich Fe₂P, jak se zdá podporuje jejich bariérový účinek.

References	
(1) Fawcett, N.C., "The Chemistry of Zinc-Rich and Modified Zinc-Rich Primers," <i>Proc. Am. Chem. Soc. Div. Polym. Mater.</i> , Chicago, IL, September 1985, pp 855-859.	(5) Szauer, T. and Miszczyk, A., "Zinc Pigmented Coatings: Ways of Improving Performance," <i>Proc. Am. Chem. Soc. Div. Polym. Mater.</i> , Chicago, IL, September 1985, pp 849-854.
(2) Fawcett, N.C., Stearns, C.E., and Bufkin, B.G., "Zinc Consumption in Zinc-Rich Primers Co-Pigmented with Di-Iron Phosphide," <i>JOURNAL OF COATINGS TECHNOLOGY</i> , 56, No. 709, 31 (1984).	(6) Felio, S., Barajas, R., Bastidas, J.M., and Morcillo, M., "Mechanism of Cathodic Protection of Zinc-Rich Paints by Electrochemical Impedance Spectroscopy. I. Galvanic Stage," <i>JOURNAL OF COATINGS TECHNOLOGY</i> , 61, No. 775, 63 (1989).
(3) Simpson, V.P. and Simko, F.A., "Electrochemical Activity of Conductive Extender for Zinc Rich Coatings," <i>J. Oil & Colour Chemists' Assoc.</i> , 56, 491 (1973).	(7) Felio, S., Barajas, R., Bastidas, J.M., and Morcillo, M., "Mechanism of Cathodic Protection of Zinc-Rich Paints by Electrochemical Impedance Spectroscopy. II. Barrier Stage," <i>JOURNAL OF COATINGS TECHNOLOGY</i> , 61, No. 775, 71 (1989).
(4) Bonora, P.L., Cerisola, G., and Giacomelli, G., "Electrochemical Behaviour of Fe ₂ P Added Zinc Rich Primers," <i>Proc. FATIPEC Congress</i> , Lugano-Italy, 1985, pp 159-181.	(8) International Standard ISO 3549-1976.
	(9) Stern, M. and Geary, A.L., "Electrochemical Polarization. I. A Theoretical Analysis of the Shape of Polarization Curves," <i>J. Electrochem. Soc.</i> , 104, 1, 56 (1957).

Následující článek je zaměřen na možnost použití v zinkové nátěrové hmotě pro výše uvedený účel, inertního prášku s tenkou vrstvičkou zinkového povlaku. M.Morcillo¹⁾, M.Svoboda²⁾, S.Feliu^{1)Jr}, B. Knápek²⁾, J.Simancas¹⁾, H.Kubátová²⁾: A new pigment to be used in combination with zinc dust in zinc-rich anti-corrosive paints. *Pigment and Resin Technology* 27(3), 161 – 167 (1998).

1. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CSIC) Georgio del Amo, Madrid, Spain; 2- byv. Státní výzkumný ústav ochrany materiálu G.V.Akimova, Praha;

Pro práci byl použit připravený vzorek pigmentu, pro nějž byl vzat hrubší křemičitý písek, jaký byl v té době k dispozici. Jemnější SiO₂ měl být vyráběn v pozdější době. K tomu však již nedošlo. Uskutečněná práce přesto poskytla pohled na možnost přípravy vhodných doplňkových produktů.

Použitý produkt SiO₂ může vést k náhradě ve formulaci základního nátěru na etylosilikátové bázi o náhradu cca 10 % hm. (20 % obj) obsahu zinkového prášku.

V další možné navazující práci měl by být použit pro přípravu produktů jemný SiO₂.

Přehled literatury o zinkových etylosilikátových zinkových nátěrech zachycuje stav, jak lze soudit dle citované literatury, do roku 1990. Jedná se o publikaci:

R. Romagnoli, V. Vetere: Anticorrosive Protection by Zinc-Ethyl Silicate Paints – REVIEW; *Corrosion Reviews* 10(3-4), 337 – 366 (1992). Názvy kapitol publikace a citovaná literatura jsou uvedeny na dalších stránkách 9 a 10.

Stručné výtahy z kapitol publikace:

Abstrakt a kapitola 1 (stránka 338) uvádějí: zinkové etylosilikátové nátěrové hmoty byly prvně uvedeny v seznamu základních nátěrových hmot v roce 1965 a doznaly zvyšující se použití. Poznatky o přednostech a nedostacích těchto nátěrových hmot získané v praxi, byly uváděny v technické literatuře. Mechanismus tvorby nátěrového filmu a také problémy adheze a antikoročních vlastností jsou stále předmětem výzkumu a dosud (tj. doby publikace článku) nebyly plně porozuměny. Náplní článku je poskytnout čtenáři představu o stavu v této oblasti. Bylo zjištěno, že některé problémy vyžadují další zkoumání, včetně formulace a aplikace.

Kapitola 2 (Lit. 2,3, stránky 348 - 349) uvádí, že zinkové nátěry s malým obsahem zinkového prášku neposkytují elektrochemickou ochranu kovovému podkladu. Na rozdíl od těchto nátěrů, nátěry s vysokým obsahem zinkového prášku (zinc-rich paints), které obsahují 75 – 95 % hmotnostních (OKP 45 -80 %) jsou elektricky vodivé. Tyto nátěry obsahují aditiva, která neovlivňují jejich elektrickou vodivost a obsah pojiva je kolem 5 %

Kapitole 3 (Lit. 4,5,6,7, stránky 339 – 344)) uvádí požadavky, přednosti a nedostatky etylosilikátových nátěrů. Základní etylosilikátový zinkový nátěr musí chránit proti atmosférickým vlivům ocelový povrch nejméně 10 – 12 měsíců, rychle zasychat, poskytovat přilnavý a elastický film schopný odolávat abrazi, pracovním (ručním) operacím a ohybové operaci. Dále musí odolávat svařování a řezání plamenem bez vytváření toxických plynů. Použitá pojiva musí odolávat alkalickým produktům vytvářených u katodických míst dle rovnice $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- > 4\text{OH}^-$. Tato skutečnost umožňuje zinkovým částicím reagovat s prostředím a udržovat elektrický kontakt a minimalizovat použití aditiv. **Předností** anorganických filmů je elektrická vodivost, chemická a fyzikální přilnavost, odolnost atmosférickým podmínkám, odolnost organickým rozpouštědly, chemikáliím a vysokým teplotám. Hlavní **nedostatky** souvisí s cenou zinkového prášku, pozorována nízká přilnavost k podkladu, tendence ke vzniku puchýřků při ponoru do vody a působení vlhkého prostředí, vývoj toxických plynů při svařování, nedostatečná přilnavost plnidel a dalších povlaků, vývoj plynu, požadavky na přípravu natíraného povrchu.

Kapitola 4 a podkapitoly 4.1 a 4,2 (Lit. 3, 7 – 17, stránky 340 – 344)) jsou změřeny na charakterizaci pojiva a zinkového prášku. Několik komerčních produktů **neuváděno** pod označením etyl silikát: monomer tetraetyl orto-silikátu (99% SiO₂), nebo tekuté polymerové druhy, které obsahují oxid křemičitý v množství od 15 % do 40 % hmotnostních. Monomery, dimery, trimery, tetramery a cyklické poly-křemičitanu ve formě částečně hydrolyzovaných směsí se používají při vývoji nátěrových hmot, Používají se také vysoce koncentrované roztoky monomerů, které mohou být předem hydrolyzovány (Lit. 8,9). Tetraetyl orto-silikát se připravuje (Lit. 10) následujícím postupem: Chlor zbavený vody působí v rourové peci na křemík při teplotě 400 °C za vzniku tetrachloridu křemíku, který se sbírá ve chlazeném zásobníku. Tato reakce má následující charakter: $2\text{Cl}_2 + \text{Si} > \text{SiCl}_4$. Následující rovnice znázorňuje další postup (alkoholýza etanolem):

$\text{SiCl}_4 + 4\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4 + 4\text{HCl}$. Vzniklý chlorovodík a přebytek etanolu se odstraní zahřátím. Želatinace produktu do nevratného stavu rychle probíhá při hodnotách pH v rozmezí 5 – 6.

Základní zinkové nátěry (zinc-rich paints) chrání ocel katodicky, je-li obsah zinkového prášku v nátěru vyšší než 50 % hmotnostních (Lit. 11). Nejlepší výsledky se získají při obsahu zinkového prášku vyšším než 85 % hmotnostních, avšak s ohledem na cenu zinkového prášku se používají formulace s jeho obsahem 72 – 80 % /Lit. 12). Požadované charakteristiky zinkového prášku jsou následující: **a)** rozměr (průměr) částic 1 – 44 μm; **b)** Průměrné hodnoty průměru 3 – 8 μm; **c)** specifický povrch 0,015 – 0,28 m².g⁻¹; **d)** hustota 7,0 – 7,1 g.cm⁻³; **e)** zdánlivá hustota 1,6 – 2,8 g.cm⁻³; **f)** charakter práškových částic: 99,9 % projde sítím 200 mesh (74 μm) a 98,0 % projde sítím 325 mesh (44μm); **g)** typ částic: sférické; **h)** vysoká čistota.

Poslední požadavek (lit. 13) vyžaduje v případě použití v potravinářském průmyslu, aby obsah přítomného olova a kadmia musel být v menším množství než 0,1%.

Rozměr částic zinku ovlivňuje jeho elektrochemické chování v nátěru. Při obsahu zinkového prášku v nátěru menším než 85 %, vykazuje povlak s jemnými částicemi (přibližně 2,5 μm) větší ochrannou účinnost mají-li nátěry vyšší obsah zinkového prášku než 85 % hmotnostních, pak jejich antikorozi vlastnosti nezávisí na rozměru částic Zn. Jemné částice zinkového prášku obvykle zvyšují náchylnost nátěrů k praskání.

Zinkový prášek s lamelární strukturou částic vykazuje menší sedimentaci v nátěrové hmotě, než sférický zinkový prášek (Lit. 15). Příklad lamelárního zinkového prášku k formulaci na bázi sférického zinkového prášku vede ke zlepšení ochranných vlastností základního nátěru.

Byly studovány charakteristiky zinkových prášků připravených různými postupy (Lit.16). Pokusy o částečnou náhradu v nátěru zinkového prášku fosfidem železa (Lit. 17) vedly ke snížení ochranné účinnosti povlaku.

Kapitola 5 (Lit. 2,4, 8, 13, 15,18-20, 26, stránky 344 – 346) je zaměřena na formulaci zinkových etylsilikátových nátěrových hmot. K zabezpečení kontaktu mezi částicemi zinku a odpovídající pórovitostí filmu má obsah zinkového pigmentu převyšovat hodnoty KOKP. Elektrický kontakt mezi částicemi zinku a mezi nimi a podkladem závisí na charakteru pojiva (Lit. 15). Hustota organických pojiv je nižší, než silikátových pojiv. Epoxidové pryskyřice mají hustotu 1,10 g.cm⁻³, kdežto etylsilikátové 2,60 g.cm⁻³. To vede k závěru, že dva rozdílné nátěry na těchto pojivech při stejném obsahu zinkového prášku, mají v suchém stavu rozdílné hodnoty OKP. Epoxidový nátěr má v tomto případě nižší hodnotu. To může naznačovat, že v případě etylsilikátových nátěrů objem pojiva potřebného pro spojení zinkových částic je menší, než v případě epoxidových nátěrů. Tato skutečnost vede ke zlepšení elektrického kontaktu mezi zinkovými částicemi ve filmu a mezi filmem a podkladem. Nátěr v tomto případě při obsahu 75 % práškových zinkových částic v etylsilikátovém pojivu má lepší antikorozi vlastnosti, než epoxidový nátěr s vyšším obsahem zinkového prášku (85 % - 95 %).

Nátěry, které jsou na bázi práškového zinku, obsahují různá aditiva: barevná, proti sedimentaci, pro vytvrzení a jiné (Lit. 2, 13). Oxidu zinečnatého může nátěr obsahovat 20 %. Jeho přidavek vede ke snížení sedimentace a dobře se vpravuje do nátěrové hmoty a zlepšuje její aplikační vlastnosti, ale snižuje antikorozi vlastnosti (Lit. 4). Aditiva mají být přidávána v malém množství, a nemají mít vliv na elektrickou vodivost filmu.

Stabilita pojiva je nepříznivě ovlivňovaná kyselinou používanou pro katalýzu hydrolyzy a stabilita se zlepšuje když stupeň hydrolyzy se zmenší.

V této kapitole jsou uvedeny postupy formulace dvou systémů.

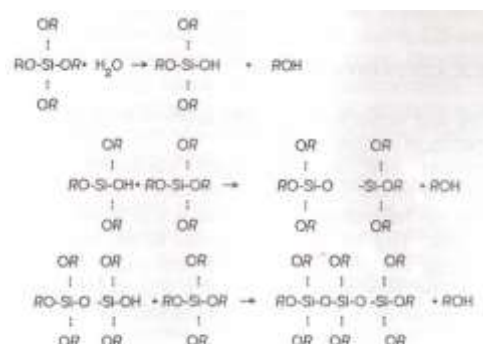
Kapitola 6 (Lit. 13, stránka 346) uvádí zamezení gelování etylsilikátové nátěrové hmoty v obalu přidavkem vápna a požadovanou dobu stability 6 měsíců a doba vytvrzení nátěru je 30 - 40 minut. Vhodnou by byla doba stability pojiva jeden rok.

Kapitola 7 (Lit. 14,15, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 43, stránky 347 – 349) je věnována problémům aplikace zinkových etylsilikátových nátěrových hmot. Natíraný ocelový povrch má být upraven otrýskáváním na vhodnou drsnost a to na čistotu Sa 2 1/2 stupně dle specifikace SIS 05 59 00. Pro velmi agresivní prostředí se uvádí stupeň Sa 3 a drsnost 10 až 25 mikrometrů (jsou však také doporučovány drsnosti v rozmezí 40 až 50 mikrometrů). Pro mírné podmínky se doporučuje dostačující obsah zinkového prášku v rozmezí 65 – 85 % a není nutná aplikace vrchního nátěru. Pro vysoce agresivní prostředí je nutno aplikovat vrchní nátěr. Velmi často dochází při aplikaci vrchního nátěru ke vzniku puchýřků a malých díreček (pinhole). Suchý základní etylsilikátový nátěr je velmi pórovitý. Při zhotovení rychle zasychajícího vrchního nátěru se uvedené stává vlivem neodpařeného rozpouštědla a vzduchu zachycených v pórech. Nedostatky lze odstranit použitím vrchních nátěrových hmot s menším obsahem rozpouštědla a použitím místo klasického vzduchového nástřiku, nástřik postupu tlakového typu. V článku jsou uvedeny některé postupy pro ochranu ocelových povrchů vystavených agresivnímu a mořskému prostředí.

Kapitola 8 (Lit. 10, 12, 24, 27, 28, 29, 30, stránky 349 – 350) je věnována zkoušení etylsilikátových zinkových nátěrů. Používá se kombinace zkušebních metod pro hodnocení abrazivního chování nátěrů, stanovení přilnavosti a vystavení vzorků působení neutrální solné mlže a srovnání hodnocení stavu nátěrů na ocelových strukturách. Výsledky zkoušek v solné mlže nedávají dobré rozlišení ochranných vlastností rozdílných nátěrových systémů. Kromě toho tyto zkoušky jsou velmi agresivní pro zinkové nátěry. Autor práce (Lit. 12) dává přednost elektrochemickým zkouškám, před zkouškám v solné mlže. Byly uskutečněny zkoušky nátěrů s vysokým obsahem zinkového prášku v atmosférických podmínkách, v zóně přílivu a odlivu a v zóně ponoru. Byl navržen coulometrický postup (Lit. 29) pro stanovení účinnosti vlivu obsahu zinku na katodickou ochranu ocelového podkladu. CIDEPINT (Lit.30) připravil soupravu specifikací a zkušebních postupů pro hodnocení zinkových etylsilikátových nátěrů (viz. přehled na str.10).

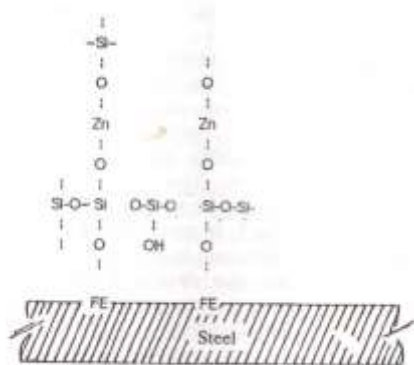
Kapitola 9 a podkapitoly 9.1, 9.2 a 9.3, (Lit. 3, 4, 7, 14, 15, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, stránky 250 – 353) jsou zaměřeny na reakce tvorby filmu a vytvrzovacího postupu, reakce mezi pojivem a částicemi zinku a mezi pojivem a ocelovým podkladem, pro vznik galvanického působení zinku. Tabulka 1 na následující str. 10 zachycuje specifikace pro zinkové etylsilikátové nátěry (druh zkušební postupu, průměrné akceptované hodnoty a normy, které popisují zkušební postupy).

Přidavek stechiometrického množství vody do následujícího prostředí vede k reakci probíhající v kyselém prostředí (H⁺) : (C₂H₅O)₄Si + 2 H₂O > 4 C₂H₅OH + SiO₂. Je-li přidavek vody menší, než stechiometrické množství vody, dochází k vytvoření trojrozměrné struktury následujícího charakteru (Lit.15,31):



Charakter konečného produktu závisí na množství vody použité v reakci. První stav ukazuje, že polymer má dostatečný velký počet organických skupin pro jejich rozpustnost v organických rozpouštědlech. Stupeň hydrolyzy orto-tetra-etyl-silikátového pojiva je vždy určován procentuálním (hmotnostním) množstvím vody vpravené do toho prostředí. Po odpaření organických rozpouštědel dochází k reakci atmosférické vlhkosti s organickými skupinami a alkoholové molekuly odcházejí z nátěru. Film se pak přeměňuje a má plně anorganický charakter, k získání filmu, který se vytvrzuje během vhodné doby je nutno pojivo mít předem hydrolyzované minimálně na 80 %. Je-li pojivo /binder) předem hydrolyzované na 40 %, pak se film vytvrzuje velmi dlouhou dobu. V textu jsou uvedeny výsledky prací věnovaných procesu vytvrzování etylsilikátových filmů.

Bylo zjištěno (Lit. 14, 33 – 36, stránka 353), že (-Si-O-Fe) typy vazeb mezi křemičitou maticí a kovovým podkladem jsou tvořeny kyslíkovým můstkem a jsou přítomny na rozhraní zinek-etyl-silikátový nátěr/ocelový podklad. Typ vznikajících vazeb -- Si-O-Zn- v řetězcích znázorňuje následující obrázek.



Mayne (Lit. 3) uvádí, že zinek může reagovat za vzniku mýdel stejně, jako je tomu v případě olova.

Studium nátěrů s vysokým obsahem zinku (zinc rich paints) na bázi epoxy esterového pojiva vedlo k zjištění vznikajících korozních produktů dvou typů $Zn(OH)_2 \cdot ZnCO_3$ a $4 Zn(OH)_2 \cdot ZnCl_2$. Nátěry kromě toho obsahovaly 10% - 20% ZnO. Třetí složka zůstává neznámá. Obsah chloridu ve vznikajícím produktu závisí na pH prostředí. Při pH 5,0 – 6,3 dochází k vysrážení $4 Zn(OH)_2 \cdot ZnCl_2$ a při pH 6,3 – 7,2 se vytváří

$6 Zn(OH)_2 \cdot ZnCl_2$. Byla zjištěna také přítomnost metastabilního oxidu zinečnatého. Vznikající produkt, který obsahuje chlorid, se přeměňuje účinkem atmosférického CO_2 na uhličitán. V příspěvku jsou uvedeny výsledky jiných prací k uvedenému problému.

Vznikající korozní produkty mohou být amorfni a nekrystalické. Amorfni produkty utěsňují póry v nátěru lépe, než jiné (Lit. 15).

Kapitola 10 (Lit. 1, 11, 12, 29, 38, 39, 40, 41, 42, stránky 355 – 362) obsahuje poznatky o antikoročních vlastnostech zinkových etyl silikátových nátěrech. Mayne a Evans (Lit. 1, 39) uvádějí, že katodickou ochranu tyto nátěry poskytují pouze krátkodobě. Ve druhé fázi dochází k blokování (utěsnění) pórů v nátěru korozními produkty a projevuje se inhibiční působení zinkových bazických sloučenin. Další práce jiných autorů (Lit. 11, 41) založené na použití impedanční metody a etyl silikátových nátěrů o obsahu zinkového prášku 50 % a 90 % a ponoru vzorků do

3 % roztoku NaCl. Nátěr s obsahem Zn 90 % projevuje antikoroční chování po poměrně dlouhou dobu, kdežto nátěr s obsahem 50 % Zn projevuje antikoroční chování kratší dobu. Bylo potvrzeno, že korozní produkty zinku blokují póry a zajišťují tím bariérovou ochranu podkladu.

Další uvedené výsledky jiných prací s použitím různých laboratorních instrumentálních postupů rozšiřují poznatky o studované problematice. Získané výsledky jsou zachyceny v 9 obrázcích /grafech).

Kapitola 11 shrnuje publikované poznatky o ochranných vlastnostech etyl silikátových zinkových nátěrech. Zinkové etylsilikátové nátěry obsahují optimálně 85 % až 95 % hmotnostních kovového zinku a 5 % hmotnostních pojiva. Nejvíce používaným pojivem je tetraetyl orto-křemičitan. Pojivo musí být předhydrolyzované na minimálně 80 %. Hydrolyza etylsilikátu vede ke vzniku polymeru kyseliny poly-silikátové, která je rozpustná v organických rozpouštědlech pomocí přítomných alkylových skupin. Tyto nátěry chrání ocel hlavně typem katodické ochrany kombinované s bariérovým účinkem.

Zinkový prášek používaný pro vývoj nátěrových hmot musí být pečlivě kontrolován. Použitelné částice jsou o průměrné hodnotě diametru 3 – 8 mikrometrů a sférického typu. Požaduje se vysoká čistota zinkového prášku. Optimální obsah zinku pro získání **dobré antikoroční ochrany** musí být vyšší než 85 %. Avšak se uvádí také obsah zinku cca 50 %. Malý obsah zinku v nátěru nezaručuje ochranu podkladu.

Při zhotovování zinkových etylsilikátových nátěrů stříkáním dochází po jejich nanesení k vytváření filmu odpařením rozpouštědel a pak následuje reakce aktivních skupin s atmosférickou vlhkostí, což vede k uvolňování odpovídajícího alkoholu během vytvrzovacího procesu. Tento proces v povlaku trvá mnoho let. Ideální stav je, když všechny organické skupiny doreagují a polymer pak má anorganickou křemičitanovou kostru.

Přilnavost filmu je docílena chemickou reakcí mezi pojivem, zinkovými částicemi a ocelovým podkladem vznikem produktů podobných křemičitanu.

Ocelový povrch musí být před zhotovením povlak pečlivě očištěn. Vrchní nátěry se používají pro těžké korozní podmínky. Vznik kráterků a malých dírek (pinholing) souvisí s vrchními nátěry. Mnoho problémů vzniká při použití etylsilikátových zinkových nátěrů při ochraně ponořených struktur (puchýřky, ztráta adheze, koroze podkladového kovu apod.). To vyžaduje intenzivní studii. Nová nátěrová schéma vyžadují zkoušky v plně ponorových podmínkách.

Mechanismus antikoročního působení byl studován v posledních letech. Impedanční studium problému ukazuje, že po krátkodobém působení katodické ochrany zinkových etylsilikátových povlaků je následováno bariérovým účinkem vzniklým vlivem srážení bazických zinkových solí ve filmech. Není dostatek informací o vlivu pH na rozhraní zinek-etyl-křemičitan/ocelový podklad. Jsou některé údaje o návrzích popisu kompozitů tvořených galvanickými procesy. Elektrochemické vlastnosti jako korozní potenciál, elektrický odpor a jiné založené na sledování vlivu obsahu zinku a rozměru částic potvrzují výše uvedené skutečnosti o obsahu zinku menším než 85%.

CONTENTS

	Page
Abstract	338
1. Introduction	338
2. General Characteristics	338
3. Requirements, Advantages and Disadvantages of Zinc Ethyl-Silicate Paints	339
4. Zinc-Ethyl Silicate Components	340
4.1. Binder	340
4.2. Zinc Powder	341
5. Formulation of Zinc-Ethyl Silicate Paints	344
6. Packing of Zinc-Ethyl Silicate Paints	346
7. Application of Zinc-Ethyl Silicate Paints	347
8. Zinc-Ethyl Silicate Paint Testing	349
9. Reactions Taking Place During Film Formation and Curing Processes	350
9.1. Reactions Involving the Binder	350
9.2. Reactions Between Binder and Zinc Particles and Between Binder and Steel Substrate	353
9.3. Compounds Formed as a Consequence of the Galvanic Action of Zinc	354
10. The Mechanism of Zinc-Ethyl Silicate Paints Anti-Corrosive Action	355
11. Final Considerations	362
12. Acknowledgements	363
13. References	364

11. REFERENCES

1. Adams, G., *Am. Paint J.*, 36-37 (1963).
2. Patten, T.C. (Ed.), *Paints Handbook*, Vol. 1. Wiley Interscience, U.S.A. (1973).
3. Mayo, J.E.O., *J. Soc. Chem. Ind.*, 66, 95-95 (1947).
4. del Amo, D.R., Capran, J.J., Rasoio, V., Chiesa, M.J., *Rev. Rev. Corros. y Prot.*, 18(4): 27-34 (1979).
5. Mangin, C.G., *Met. Prog.*, 2(7): 5-16 (1963).
6. Swaver, T., Miazczyk, A., *A.C.S. Polymeric Materials Science and Engineering*, 38: 191-193 (1988).
7. Kalswala, Z., *J. Oil & Colour Chem. Assoc.*, 68(12): 299-303 (1985).
8. Anon. Silencio. Información técnica. Sulfater Chemicals.
9. Anon. Monsanto's Technical Report.
10. Brown, G. *Química Inorgánica Preparativa*, Ed. Reverte, Barcelona (1954).
11. Buciani, R., Battisti, J.M., Mondini, M., Telli, S., *Rev. Rev. Corros. y Prot.*, 18(2-4): 234-236 (1987).
12. Fragata, F.L., Seltzer, M.S., Serra, E.T., *Corrosão e Proteção de Materiais*, 3(1): 12-21 (1987).
13. Meunier, M.F.J., *J. Oil & Colour Chem. Assoc.*, 44(4): 417-442 (1961).
14. NACE (Editor). *Collected NACE papers on inorganic zinc coatings*, U.S.A. (1984).
15. Rasoio, V., Capran, J.J., Guidón, C.A., Del Amo, B., Di Saré, A.R., Pérez Duprat, R.L., *Programa de Control de Calidad de Pinturas y Recubrimientos*, Montevideo O.E.A. Programa Latinoamericano de Lucha Contra la Corrosión, Organización de las Naciones Americanas, Buenos Aires (1989).
16. Lázaro, M., *Rev. Comp. CATÓDICO*, 3: 123-131 (1987).
17. Swaver, T., Miazczyk, A., *A.C.S. Polymeric Materials Science and Engineering*, 38: 191-193 (1988).
18. Carpenter, P.G., *Modern Paints and Coatings*, 63(4): 29-41 (1975).
19. Hiroshi, I., Masayuki, Y., *C.I. N 9027 s. Sec. 42*, 110(1): 79 (1989).
20. Sano, S., *C.I. N 33234 s. Sec. 42*, 108(9): 94 (1988).
21. Ghidini, C.A., *Primer Encuentro de Corrosión y Protección de Materiales*, AACARRACO, Brasil, Anais: 165-197 (1988).
22. Brundage Cibella, J., *Rev. Rev. Corros. y Prot.*, 18(2-4): 207-208 (1987).
23. McLaughlin, O.T., Curtis, E.M., Cox, J.B., *Met. Prog.*, 3(2): 25-28 (1966).
24. NACE (Editor). *Collected NACE papers on testing of zinc coatings*, U.S.A. (1984).
25. Ribeiro Filho, A., D'Almeida, C.V., Ribeiro Da Silva, D., Torres Neto, H.L., *14 Simposio Nacional de Corrosão*, ABRACO, Anais, vol. 1: 232-260 (1987).
26. Frazier, H., Aamman, H., *Paints Colour J.*, 154: 153-156 (1987).
27. Pereira, D., Almeida Padilha, A.M.E., *Rev. Rev. Corros. y Prot.*, 209(4): 185-193 (1989).
28. Buehler, J.A., *Met. Prog.*, 6(1): 56-57 (1967).
29. Vieira, V.F., Amato, R.A., Romagnoli, R., *Rev. Rev. Corros. y Prot.*, 38(2): 63-90 (1989).
30. CIBRINT. *Especificaciones CIB-ERY 8188* (Impresiones a base de zinc silicato de etilo). (Enero 1988).
31. Ghidini, C.A., Marras, C.N., Kabeerani, L.M., *J. Oil & Colour Chem. Assoc.*, 58(9): 315-321 (1976).
32. Ginsberg, T., *J.C.T.*, 53(577): 33-32 (1981).
33. Mangin, C.G., *Met. Performance*, 22(7): 33-37 (1983).
34. Geffer, D.H., *Met. Performance*, 1(7): 46-50 (1963).
35. Mangin, C.G., *Corrosion prevention protective coatings*, Chapter 9, *Corrosion resistant zinc coatings*, NACE (Editor), U.S.A. (1984).
36. Mangin, C.G., *Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.)*, 49(7): 59A (1957).
37. Navari, D.S., Sargama, P.S., *J. Oil & Colour Chem. Assoc.*, 48(4): 362-404 (1965).
38. Lindqvist, S.A., Mendryk, L., Benson, L., *J. Oil & Colour Chem. Assoc.*, 68(1): 10-14 (1982).

39. Mayo, J.E.O., Evans, U.R., *J. Soc. Chem. Ind.*, 25: 109-111 (1947).
40. Navari, D.S., *J. Oil & Colour Chem. Assoc.*, 48(9): 657-658 (1965).
41. PEGE, S., Sargama, R., Bastidas, L.M., Morelli, M., *Proc. of the I.C.T. Division of Polymer Materials Science and Engineering*, 36: 292-295 (1988).
42. Aguilera, R.A., Gervasi, C.A., Di Saré, A.R., Rest, S., Vliche, J., *Resumen de trabajo de las 1^{as} Jornadas Nacionales de Corrosión y Protección*, pág. 56. Santa Fe, Argentina, 24-26 Oct., 1986.
43. Tingelberg, G.L., *J. Polym. Coat. & Lin.*, 7(9): 14-18 (1990).
44. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, IRAM, Norma 1109, *Pruebas. Método de Ensayo General. Método A-IV, Condiciones de Trabajo* (1969).
45. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, IRAM, Norma 1129, *Pinturas para uso marino. Pintura epoxídica con alto contenido de zinc* (1980).
46. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, IRAM, Norma 1195, *Pinturas para uso marino. Pintura antipluvial* (1970).
47. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, IRAM, Norma DIF D 10-54 (1961).
48. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, IRAM, Norma 1219, *Pinturas. Método de Ensayo General. Método B-II, Método de evaluación de la superficie pintada* (1981).
49. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, IRAM, Norma 1109, *Pinturas. Método de Ensayo General. Método B-XI, Método de determinación de la resistencia al agua salada reducida* (1984).

TABLE I

Specifications for structural zinc paint, 70%		
TEST	AVERAGE ACCEPTED VALUES	TESTING PROCEDURE
Applicability	Structural, with or without epoxy resin	IRAM 1109, Method A-IV (69)
Homogeneity	Size density, viscosity, weight, etc. determined by testing five samples	IRAM 1109, Method B-IX (81)
Stability (2-37°C)	Minimum 1 year	IRAM 1109, General Condition D 4 (84)
Color	Any color (depending on zinc metallic content) as the customer's RAL No. 9005/05	IRAM DIF D 10-54 (61)
Total solid content, by weight	Minimum 75%	DIN 52116
Total solid content, by volume	Minimum 60%	DIN 52116
Zinc content in the dry film	Minimum 8%	IRAM 1109, Method B-IX (81)
Solvent evaporation, 70°C (1 h)	30-60	Method B-5 (83)
Change of pH of the mixture	Minimum 8.0-9.0	—
Adhesion (to steel)	2.5-3.2	ASTM D 1475-68
Adhesion (to painted surface)	Good	IRAM 1109, Method B-II (84)
Impact (dry film)	Maximum 20 joules	ASTM D 1488-69
Impact (dry film) on the steel substrate	Maximum 20 joules	ASTM D 1386-73
Flex-cracking (dry film)	0	ASTM D 4043-85
Water resistant (72 hours)	No difference in the film must be appreciated	ASTM D 1647
Solvent resistance (24 hours)	No difference in the film must be appreciated	IRAM 1109, Method B-5 (83)
Effect of resistance (24 hours)	No difference in the film must be appreciated	—
Self-Piece Test (leaking of the paint film)	None	ASTM D 1117-71
Blistering (leaking of the paint film)	None	ASTM D 1117-71
Chalking	None	—
Color change	None	—
Staining	None	—
Resistance to salt	Minimum ADP-C	ASTM D 2483-68

Netradiční ozdobně-ochranné povlaky materiálu

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

Charakteristické vlastnosti povrchových úprav předurčují kvalitu celého výrobku a jeho životnost. Oblast povrchových úprav je jednou z významných oblastí aplikovaného výzkumu. Vývoj nových typů povrchových úprav probíhá v souladu s požadavky udržitelného rozvoje, respektive budoucnosti celého strojírenství. Jedná se zejména o zvyšování provozní spolehlivosti a životnosti výrobků a snižování výrobních nákladů.

Obor povrchových úprav zasahuje svým významem do všech oblastí lidských činností. Požadujeme rozměrovou i vzhledovou stálost, dlouhou životnost, odolnost vůči vlivům vnějšího prostředí, elektrické a magnetické vlastnosti i řadu dalších významných parametrů, jako žáruvzdornost, samomaznost, hydrofobní a antiadhezivní vlastnosti a mnoho dalších [1].

V současné době se setkáváme s velkým množstvím druhů a typů nových a netradičních povrchových úprav. Všechny nesou společné aspekty, které udržují stálý a rychlý rozvoj v tomto oboru, především v těchto směrech:

- Kvalitní zabezpečení požadovaných vlastností
- Vysokou životnost celého systému povrchové úpravy, jež odpovídá užítku
- Bezúdržbový provoz, výhodnost z ekonomického hlediska, nižší náročnost oprav
- Minimální dopady na životní a pracovní prostředí těchto provozů
- Úspornost celého procesu, především vody, energie a lidské práce
- Bezpečnost zaměstnanců a uživatele

Technologie povrchových úprav kovů a slitin z hlediska charakteru jejich povlaků lze rozdělit do následujících základních skupin:

1. Organické povlaky, tj. jednovrstvé a vícevrstvé nanášení především nátěrových hmot (dále NH) včetně vytváření anorganických konverzních podvrstev
2. Anorganické povlaky, tj. především vytváření kovových povlaků případně nekovových povlaků
3. Kombinované systémy vícevrstvé

Tento příspěvek je zaměřený na nové možnosti povrchových, ozdobně ochranných úprav.

Základní poznatky o elektroforetickém lakování

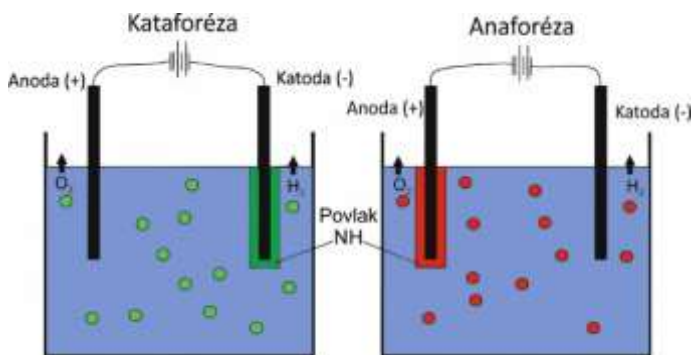
Tato technologie, přestože je používána v širším měřítku více jak čtyřicet let, je původně určena pro dosažení vysoké korozní odolnosti zejména karosérií vozidel jako základ pod vrchní povlaky z nátěrových hmot. Vzhledem k svému původnímu účelu z hlediska barevnosti, nebyla tato vlastnost potřebná.

Technologie je velmi úsporná, progresivní, účinná, úsporná a ekologická úprava kovových výrobků. Předností této technologie je plně automatizovaný proces, cíleně nastavitelná tloušťka povlaku a vysoká účinnost využití NH. Tím se stává vysoce hospodárnou technologií s nízkými náklady, zanedbatelnými nároky na ekologii s vysokou efektivitou. Používají se vodouředitelné NH, vyvinuté speciálně pro tuto technologii, které zaručují potřebné parametry procesu i povlaku.

Tento proces poskytuje uživateli možnost povlakování i velmi složitých součástí i ve špatně přístupných resp. nepřístupných plochách s kvalitní ochranou povrchu proti koroznímu napadení. Vzhledem k tomu, že se používá NH s minimum organických rozpouštědel, je tato technologie šetrná k životnímu prostředí.

Povlakování elektroforetickým procesem se děje na základě elektrodepozice částic v roztoku stejnosměrným elektrickým proudem. Díky rozdílnému potenciálu mezi anodou a katodou se povrch upravovaného dílu pokryje povlakem částic NH o přesné tloušťce.

Podle způsobu elektrického zapojení a vyloučeného povlaku se jedná původně o proces anafóry a později, tj. dnes převažující procesy katafóry.



Při katafóze se používají kationické materiály na bázi epoxidů popř. akrylátů (ve vodě rozpustné) s velmi nízkým obsahem organických rozpouštědel (okolo 2 %), obsahujících částice laku ve formě polymerních kationtů. Výrobek, který chceme povlakovat, se stává při katafóze katodou. Připojením výrobku a anody na zdroj stejnosměrného proudu se vytvoří elektrické pole, které usměrní pohyb polykationtů směrem ke katodě. Na povrchu výrobku se vylučují hydroxylové ionty. Tloušťka povlaku NH roste a tím roste i elektrický odpor. S rostoucím odporem rychlost vylučování NH klesá, až téměř ustane. Vylučování pokračuje přednostně na místech s doposud malou tloušťkou povlaku (v místech stíněných, v dutinách apod.). Tloušťka povlaku se pohybuje v závislosti na hodnotách elektrického pole resp. elektrického proudu a napětí, rozmezí mezi 15 až 30 μm . Při extrémních požadavcích lze dosáhnout až 45 μm (tzv. silnovrstvá katafóza) [3].

Obr. 1: Schématické znázornění katafóry a anafóry dle způsobu zapojení

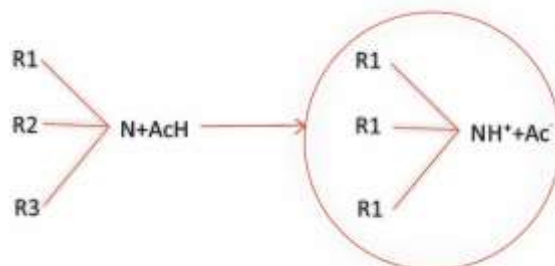
Elektrochemické reakce

Kataforézní proces lakování vyžaduje splnění několika požadavků:

- Koncentrace lázně
- Viskozita lázně dovolí celkové ponoření dílů
- Povlakovaný díl je elektricky vodivý
- Anoda je elektricky vodivá a ponořená v lázni
- Zdroj stejnosměrného proudu je připojen k anodě a na povlakovaný díl

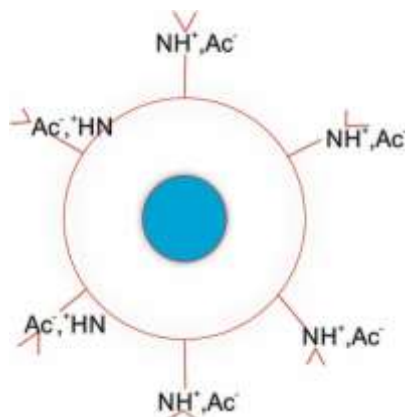
Kationové polymery

Kationové polymery (hlavní pojivo) je polyamidová epoxy-pryskyřice (symbol Rx-N). Za normálního stavu je pryskyřice nerozpustná ve vodě. Neutralizací s monokyselinou (symbol AcH) se amin stává ionizovatelný a pryskyřice se rozštěpí na kation (+) a anion (-). Stává se tak elektricky deponovatelnou. Vzniká aminová sůl, která je rozpustná ve vodě.



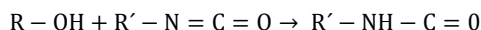
Obr. 2: Neutralizace aminu (Rx-N) kyselinou

Při následné elektrodepozici putují kationové polymery ke katodě a anionty k anodě. Po vyloučení povlaku na katodě ztrácí polymer ionizovatelnost a není již rozpustný ve vodě. Konečné fyzické odolnosti a chemické stálosti lze docílit polymerizací za vyšších teplot, tj. vytvrzení. Aby nedošlo k polymerizaci již v KTL vaně, je kationový polymer asociován s blokováním uretanovým prepolymerem.



Obr. 3: Blokování polymeru – na obvodu kation a asociovaný anion, v centru blokování uretan

Blokovacím prvkem je alkohol, který při deblokační teplotě vytéká a izokyanát obnovuje reaktivitu – nastává polymerizace:



Elektrolýza vody

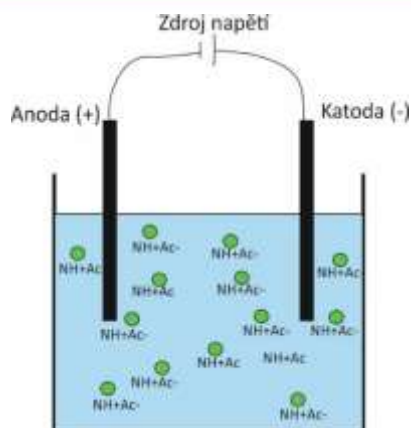
Při elektrolýze vody dochází na anodě k tvorbě kyslíku a na katodě k dvojnásobné produkci vodíku než kyslíku na anodě. Na anodě dochází k oksyločování doprovázené okyselením na styčných plochách rozhraní barva – anoda. Na katodě dochází k redukcí doprovázené alkalizací na styčných plochách rozhraní povlak – katoda. Obě reakce jsou základem pro následující elektrodepozici.



Elektrodepozice

Elektrodepozice nastává po připojení napětí na elektrody. Vzniká tím elektrické pole, ve kterém ionty ionizovaného polymeru začnou migrovat k elektrodám, kationové polymery (NH+) k povlakovanému dílu (katodě) a aniony (Ac-) k anodě rychlostí $10^{-4} - 10^{-5}$ m/s. Zároveň s migrací iontů polymeru probíhá elektrolýza vody.





Obr. 4: Stav lázně po neutralizaci a před připojením napětí

Kataforezní lakování je tedy výsledkem čtyř vzájemně propojených událostí:

- Neutralizace hlavního pojiva kyselinou a migrace iontů (elektroforéza)
- Elektrolýza vody
- Koagulace polymeru na rozhraní katoda – lázeň (elektrodepozice)
- Vytlačení vody na rozhraní katoda – lázeň díky působení osmotického tlaku. Uvnitř vyloučeného povlaku vzrůstá elektrické napětí až na $10^5 \text{ V} \cdot \text{cm}^{-1}$ generující elektro – osmotický tlak, který vytlačí vodu z naneseného povlaku a dojde ke zvýšení hustoty. Po 2 až 3 minutách obsahuje vyloučený povlak pouze 5 až 10 % vody. Tím se umožní nanesení homogenního koagulovaného polymeru na katodu.

Aplikace barevného kataforetického lakování

Jedním z možných nových způsobů využití elektroforézního povlakování je použití způsobu Techniclear, což je katodický elektrolytický proces, kde se nanáší čirá, nebo obarvená polyuretanová pryskyřice. Následuje vytvrzení při teplotách 120 – 160 °C. Tato technologie je vhodná pro jakékoli vodivé materiály, tedy ocel, mosaz, hliník, nebo vhodný plast potažený vrstvou chemického niklu.

Nejvíce se tato technologie aplikuje v automobilovém průmyslu, zejména především díky vysoké korozní odolnosti, tvrdosti a dokonalému vzhledu. Další důvodem použití této technologie jsou estetické a užité vlastnosti povrchu předmětů jako například kování, části světel, pohledové rámy, panty, bižuterie a mnoho dalších aplikací, především čírého laku.

Z hlediska provozu se jedná o snadnou obsluhu, je však zapotřebí pomocí refraktometru a konduktometru sledovat vodivost lázně, která je přímo úměrná aktuální koncentraci lázně [4].

Výhody procesu:

- Proces je samoregulovatelný a dochází primárně k nanášení do míst kde je odpor nižší a tam kde je vrstva tenčí – vhodnost u složitých předmětů
- Snadná regulace tloušťky povlaku
- Vynikající korozní odolnost i na hranách
- Lázeň obsahuje pouze 2 % rozpouštědel – výhodné z ekonomického hlediska
- Nedochozí k zanášení vany a nevznikají problémy při nepravidelném procesu
- Produkt není toxický, hořlavý a nepatří mezi nebezpečné materiály

Tab. 1: Charakteristika povrchu při teplotách vytvrzení

Vlastnosti povrchu NH	Teplota při vytvrzení		
	120 °C	140 °C	160 °C
Odolnost vůči rozpouštědlům (ASTM D 5402)	50-100 (DAR)	>300	>500
Tvrdość (ISO 15184)	3H	3-4H	4-5H
Korozní odolnost (ISO 9227)	>500 h	>500 h	>500 h
Adheze (ASTM D3359)	100 % splňuje	100 % splňuje	100 % splňuje
Odolnost vůči potu (ISO 12870)	>24 h	>24 h	>24 h
Odolnost proti otěru RCA (ASTM F2357)	40 cyklů	60 cyklů	80 cyklů



Obr. 5: Vlevo: Čirý povlak KTL na leštěné mosazi, Vpravo: Čirý povlak KTL na stříbře

Metody barvení

Integral dye

Tyto barvy jsou přidávány do lázně s lakem, jsou netoxické a používají se obvykle v množství 5 až 15 ml/l. Tento způsob je vhodný pro velkosériovou výrobu nebo v případě omezení produkce jen určité barvy.

Post dye

Pomocí tohoto systému lze dosáhnout různých barev výsledného laku pouze ponorem. Například mosazného, měděného, zlatého či bronzového vzhledu. Tento systém je další možností rozšíření nabídky pro zákazníky.



Obr. 6: Příklady povlaků s různými efekty mosazi, zlata, bronzu, niklu atd.

Použití zdroje

- [1] Kudláček, J., Benešová J. MM Průmyslové spektrum: *Udržitelný rozvoj technologií povrchových úprav*. Praha: SEND Předplatné s.r.o, 2012, 11.4.2012, č. 4. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/udrzitelny-rozvoj-technologie-povrchovychuprav.html>
- [2] MM Průmyslové spektrum: *Povrchové úpravy kovů*. Praha: SEND Předplatné s.r.o, 2002, č. 5. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/povrchove-upravy-kovu.html>
- [3] Kafka, J. *Kataforetické lakování drobných dílů*. Praha, 2013. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta strojní. Vedoucí práce Ing. Jan Kudláček, Ph.D.
- [4] Britrade.cz – internetový zdroj. *Kataforetický lak nové generace – interní dokumentace*. [online]. [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <http://www.britrade.cz/component/content/article/9-produktove-portfolio/82-kataforetický-lak>

Korozní odolnost galvanického pokovení, aneb když dva dělají totéž, není to totéž

Ondřej Janča, František Herrmann – SYNPO, a.s.

Jaroslav Sequardt – Electropoli Czech Republic, s.r.o.

Souhrn

Zkoumání praktických aspektů galvanického pokovení pomocí Zn a Zn/Ni spolu s pasivačními procesy v automotive odvětví a jejich vlivem na antikorozi vlastnosti. Rozbor automotive norem a jejich požadavků na korozní odolnost. Zkoušecí normy a požadavkové normy. Vliv pasivace a utěsnění na bariérovou ochranu substrátu. Vliv anodických vlastností Zn, jak samotného, tak obsaženého v Zn/Ni slitinách, ovlivnění tloušťky, kvality a uniformity vyloučeného povlaku a jeho odolnosti. Rozbor korozního solného testu a kondenzačního s obsahem oxidu siřičitého jakožto metody kontroly pokovení. Ovlivnění kvality povlaku tvarem dílu, způsobu galvanizování a také pozici v závěsu.

Úvod

K tomu, abychom na konci procesu zhotovení povrchové úpravy (dále také PÚ) dílu a následných korozních testů dospěli k verdiktu – PÚ splňuje požadavky předpisu nebo kupní smlouvy, vede poměrně dlouhá a namáhavá cesta. Celý této proces totiž ovlivňuje velmi dlouhá řada parametrů a proměnných, která se však netýká jen samotné technologie, ale také způsobu provedení i vyhodnocení korozních testů.

Na začátku zhotovení povrchové úpravy dílu stojí způsob jeho obrábění, tváření případně provedení a ošetření svarů, následované jeho broušením, odmaštěním či mořením, volbou vhodné metody galvanického pokovení a jejím správným provedením, nezbytným dodržením všech technologických parametrů (doby operací, čistoty lázní a chemikálií, teploty, pH, gramáže pasivačních vrstev i např. vhodné manipulace se vzorky).

Záludnosti se však týkají i samotných korozních zkoušek galvanicky zinkovaných 3D dílů. Pro způsob umístění takových dílů i pro hodnocení jejich korozní odolnosti neexistují prakticky žádné vhodné návody nebo doporučení. Pokud např. umístíme takový díl do korozní komory se solnou mlhou, bude každá plocha a část toho dílu, na rozdíl od ideálního plochého vzorku, vystavena jinému stupni korozní agresivity korozní atmosféry. Vyhodnotit a posoudit korozní poškození takových dílů ve vztahu k téměř leckdy až primitivně nebo chybně napsaným předpisům a jejich požadavkům je pak nadmíru obtížné. Nemluvě už vůbec o tom, že se v předpisech hovoří o korozi zinku, jako by se jednalo o nějakou konkrétní chemickou substanci. Zinek přitom s vodou a kyslíkem vytváří na dvacet odlišných korozních produktů.

Tento příspěvek si proto klade za cíl předat zájemcům z oboru i mimo něj své zkušenosti z korozního zkoušení této povrchové úpravy a informovat je také o některých úskalích, se kterými se mohou při galvanickém zinkování oceli na poli technologie i předpisů potkat.

Technologie povrchových úprav spojené s galvanickým zinkováním

Galvanické zinkování, uvažované ve všech jeho možných modifikacích a souvislostech, je možné považovat za stálici na poli povrchových úprav ocelových dílů, spojovacích součástí, okenního kování a mnoha dalších výrobků, a to přesto, nebo právě proto, že výrobci chemikálií pro galvaniku a následné úpravy museli reagovat především na zákaz používání šestimocného chromu v pasivačních vrstvách na zinkových povlácích.

V posledním desetiletí také sílí tlaky na výraznější využívání duplexních povlaků v povrchové úpravě, představovaných galvanicky vyloučenými zinkovými povlaky opatřenými následně organickými povlaky, zejména na bázi katarofózy, případně i práškovými plasty, viz také Tabulka 1.

Tab. 1: Nejběžnější průmyslově využívané technologie na bázi galvanického zinkování

	Technologie povrchové úpravy	Použití povrchové úpravy
1.	Galvanické zinkování (bez legur) včetně pasivačních vrstev a utěsnění	pro skryté díly (např. v automobilech apod.), také jako finální povrchová úprava s výbornými dekorativními a standardními protikorozními vlastnostmi
2.	Galvanické zinkování s legurami (Fe, Co) včetně pasivačních vrstev a utěsnění	finální povrchová úprava s výbornými dekorativními a zvýšenou protikorozními ochranou
3.	Galvanické zinkování s legurami; slitinový povlak Zn/Ni; včetně pasivačních vrstev a utěsnění	Finální povrchová úprava dílů PÚ s výbornými protikorozními i dekorativními vlastnostmi
4.	Galvanické zinkování + lakování KTL	Duplexní systémy s výbornou antikorozi odolností
5.	Galvanické zinkování + lakování KTL + lakování práškovými plasty	Triplexní systém s extrémní antikorozi odolností pro nejnáročnější aplikace

Zvyšující se požadavky odběratelů na protikorozní ochranu těchto povrchových úprav se pak nutně promítají také do kontroly jejich korozní odolnosti vhodnými korozními zkouškami, viz dále. Podívejme se proto nyní na předpisovou základnu pro uvedené technologie i pro zkoušení jejich korozní odolnosti.

Předpisová základna galvanicky zinkovaných povlaků

Standardy a předpisy, zabírající se požadavky na galvanicky zinkované povlaky jakož i na jejich zkoušení jsou velice živou matérií. Mnohé normy a předpisy byly zrušeny, aniž by pokračovaly nějaké jejich revize, případně byly redukovány *). Přesto jsou uvedeny v následující tabulce 2, případně 3, neboť jednak ukazují na vývoj v této oblasti a jednak se na ně řada platných předpisů stále odkazuje.

Tab. 2: Seznam národních norem, vztahujících se na galvanické zinkování ocelových dílů

Standard	Název	Platnost od
ČSN EN ISO 2081	Kovové a jiné anorganické povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku s dodatečnou úpravou na železe nebo oceli	11/2009
ČSN EN ISO 4042	Spojovací součásti – Elektrolyticky vyloučené povlaky	8/2000
DIN 50961 *)	Galvanische Überzüge - Zinküberzüge auf Eisenwerkstoffen - Begriffe, Korrosionsprüfung und Korrosionsbeständigkeit	04/2012; pouze ve spojitosti s ISO 2081
DIN 50962	Galvanische Überzüge - Chromatierte Zinklegierungsüberzüge auf Eisenwerkstoffen	02/2013

EN 12329 *)	Corrosion protection of metals – Electrodeposited Coatings of zinc with supplementary treatment on iron or steel	zrušená
-------------	--	---------

Prakticky každá větší korporace nebo výrobce dopravních prostředků, elektrických zařízení a dalších strojírenských výrobků má svůj systém předpisů, definujících požadavky na zinkové nebo zinek/niklové povlaky. Vzhledem k technologickému vývoji v oboru jsou však tyto předpisy velmi často revidovány.

Tabulka 3 přináší příklady firemních nebo korporátních norem zejména velkých výrobců automobilů a jejich subdodavatelů ve střední Evropě.

Tab. 3: Příklady firemních předpisů, obsahujících požadavky na galvanicky Zn a Zn/Ni povlaky na oceli

Korporace	Specifikace	Název předpisu
BMW	GS 90010	Oberflächenschutzarten für metallische Werkstoffe Normteile, Zeichnungsteile
BOSCH	N67F 800 00/4	Oberflächenverfahren, metallische Überzüge; Entscheidungshilfen zur Verfahrensauswahl
DAF	W+O **200/**219	Zinc Coatings on Ferrous Alloys, Electrolytical process
Daimler Benz	DBL 8541	Galvanisch abgeschiedene Zink- und Zinklegierungsschichten für Bauteile aus Eisenwerkstoffen
Fiat Auto	9.57405	Zinc Plating for Ferrous Metal Parts
FORD	WSS-M21P17, P44	Corrosion protective Coating, Electrolytic Zinc Plate, Trivalent Chromium
GM	GME 00252	Electrolytically Deposited Coatings of Zinc, Zinc-Nickel alloy, Tin, Lead, Copper on Iron and Steel
IVECO	18-1102	Zinc Electrolytic Plating For Ferrous Parts
TRW	TS 2-21-108	Specification for Zinc/Nickel Electroplating on Steel
VOLVO	STD 5732, 105	Electroplated Coatings of Zinc with Chromating Y 105
VW	TL 217	Zinc Coatings - Surface Protection Requirements
VW	TL 244	Zinc/Nickel Alloy Coatings - Surface Protection Requirements

Tyto normy přidělují každé jednotlivé kombinaci tloušťky zinkového povlaku, typu legury, barvy pasivační vrstvy nebo další dodatečné úpravy (lakování, utěsnění, impregnace tukem nebo voskem apod.) specifické označení, se kterým se pracuje ve všech navazujících procesech. Názorně lze toto rozdělení povrchových úprav galvanicky zinkovaných dílů demonstrovat na předpisu TL 217, společnosti VW, viz tabulka 4.

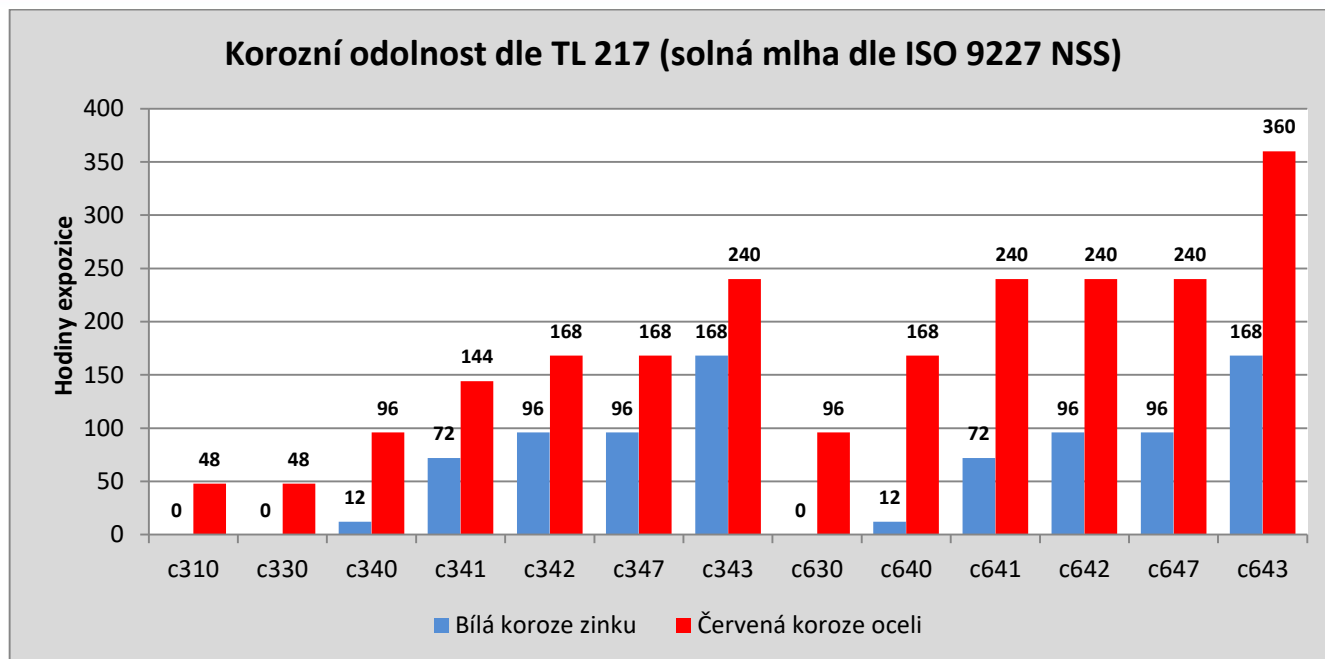
Tab. 4: Klasifikace jednotlivých typů galvanicky vyloučených zinkových povlaků dle předpisu TL 217

Označení typu PÚ	Charakteristika a vzhled
OfI-c310, OfI-c610	Nelegovaná zinková vrstva (libovolná galvanická metoda), bez následného zpracování, stříbrná
OfI-c330, OfI-c630	Zinkování (žárově zinkováno), bez následného zpracování, stříbrná
OfI-c340, OfI-c640	Nelegované zinkování (libovolná galvanická metoda), tenkovrstvá pasivační úprava, stříbrná
OfI-c341, OfI-c641	Jako u c340 a c640, navíc s organickým nebo anorganickým těsněním, se stříbřitým až k bledě namodralým nádechem
OfI-c342, OfI-c642	Nelegovaná zinková vrstva (libovolná galvanická metoda), silnovrstvá pasivace, modravé, nazelenalé, načervenalé, nažloutlé duhové zbarvení
OfI-c343a), OfI-c643	Jako u c342 a c642, navíc s organickým nebo anorganickým utěsněním, stříbrné bledě modravé, načervenalé, nažloutlé duhové zbarvení
OfI-c347, OfI-c647	Jako u c342 a c642, dodatečně ošetřeno kluzným činidlem podle Technická specifikace dodávky TL 52132

Pokud již známe správné označení požadované povrchové úpravy, lze z platného předpisu, případně výkresu vyčíst také požadavky na zkoušení korozní odolnosti této úpravy.

Předpis TL 217 uvádí požadavky na dvě korozní zkoušky. Pro díly se zinkovým povlakem bez jakékoliv další úpravy (c310, c610) požaduje zkoušku dle standardu *DIN 50 018 KFW 2.0 S - Prüfung im Kondenswasser-Wechselklima mit schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre*. Zkouška se provádí dle tloušťky zinku po dobu 2 nebo 5 cyklů. Po ukončení expozice nesmí být na dílech přítomna červená koroze základního kovu. Tato zkouška de facto nahrazuje totální kontrolu tloušťky zinku na všech místech povrchu dílu.

Ve všech ostatních případech předpis požaduje ověření korozní odolnosti dle *ČSN EN ISO 9227 – Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou, metoda NSS (s neutrální solnou mlhou)*. Dobu expozice, po kterou nesmí vzniknout na dílech bílá koroze a červená koroze základního kovu ilustruje graf na obrázku 1.



Obr. 1: Graf, znázorňující požadavky na dobu expozice galvanicky zinkovaného dílu v neutrální solné mlze do bílé koroze zinku a do červené koroze základního kovu

Na závěr této teoretické části příspěvku bychom chtěli připomenout několik důležitých poznámek.

Při provádění zkoušek kontroly jakosti povlaků je důležité mít na paměti skutečnost, že různí odběratelé často kladou na shodné povrchové úpravy odlišné požadavky. To může znamenat, že pro shodné povrchové úpravy mohou vyžadovat např. odlišnou dobu expozice v solné mlze do bílé i červené koroze, nebo také to, že pro shodnou povrchovou úpravu požadují provedení zcela odlišné korozní zkoušky, srovnej např. DBL 8451 (zkouška dle DIN 50 018 KFW 2,0 S) a TL 217 (zkouška dle ISO 9227 NSS).

Stejně odlišné mohou být však i požadavky na přípustnost jednotlivých forem poškození vzorku po zkoušce. Např. předpis GME 00252 dovoluje přítomnost až 10 % bílé koroze po zkoušce, zatímco jiné předpisy přítomnost bílé koroze po stanovené době expozice vůbec nepřipouští. Při zadávání korozních testů by proto měly být mezi objednatelům a zkušební laboratoří před zahájením testů vždy bezpodmínečně sjednány následující čtyři náležitosti:

- předepsaná zkušební metoda na mezinárodní (např. ISO 9227), národní (např. DIN 50 018 – KFW 2,0 S) nebo podnikové (např. STD 5711.102) úrovni;
- předepsané doby expozice /inspekce vzorků, např. 144 hodin, 5 cyklů apod.;
- typy poškození povlaku, které jsou předmětem inspekce a hodnocení vzorků, např. praskání, odlupování, koroze základního kovu apod. a místa inspekce;
- maximálně přípustný rozsah poškození povlaku anebo substrátu po zkoušce, kdy ještě může být provedena povrchová úprava vzorků hodnocena jako vyhovující anebo splňující požadavky předpisu.

Praktické aspekty Zn a Zn/Ni pokovení a jejich vliv na adhezi a korozní odolnost

Úvod

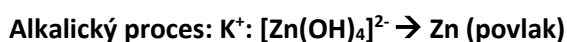
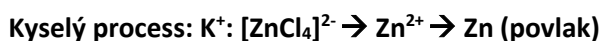
Kooperace mezi zkušební laboratoří a provozem s galvanickou výrobou často přináší kompaktní pohled na problematiku pokovení a zlepšení přípravy povlaků.

Samotný proces je známý již řadu let, jelikož se Zn používá jako vynikající anodický povlak pro nejrůznější aplikace. S neustále se navyšujícími požadavky na kvalitu a odolnost pokovení, zejména v automotive odvětví, bylo nutno se vydat cestou slitinových povlaků např. pomocí Zn/Ni, či pokovení pro následné duplexní či dokonce triplexní systémy.

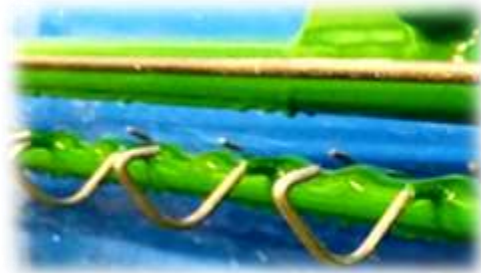
Pojednání o procesu galvanizace pomocí Zn a Zn/Ni

Z historie je známo, že nejkvalitnější zinkové povlaky byly vylučovány z kyanidů (CN⁻), avšak díky toxicitě byly zakázány a následně nahrazeny. Některé kroky těchto pochodů jsou shodné, jiné rozdílné. Obecně galvanické zinkování lze rozdělit na kyselý proces (H⁺) a alkalický proces (OH⁻). Každý má své pro a proti. Kyselý proces disponuje vyšší rychlosti vylučování povlaku na substrátu, Zn je ve formě chloridů, které se redukuje na Zn ve formě povlaku. Do lázně se přidávají mimo jiné i leskotvorné látky, jelikož je povlak vylučován zejména matně. Jako nevýhoda kyselého procesu je rozdílná tloušťka na pokovených dílech a nižší korozní odolnost.

Rovnice 1: Elektrodové reakce na katodě: vylučování Zn povlaku



Alkalické zinkování je rozšířenější a populárnější. Zn je vylučován z alkalického komplexu a obdobně jako u kyselého procesu redukován na elementární Zn ve formě povlaku na katodě, kterým je předmět k pokovení. Koncentrace Zn v lázni se pohybuje okolo 8 g/cm³ a jsou opět přidávány leskotvorné látky. Výsledný povlak disponuje lepší uniformitou povrchu a vyšší korozní odolností. Tento Zn povlak se následně často používá do duplexních či triplexních systémů: Zn + KTL, Zn + KTL + práškový povlak (KTL = kataforézní povlak na bázi epoxidů, používán často v odstínu RAL 9005). Jako kontrola pokovení se provádí tzv. Hullova zkouška.



V případě, že není duplexní povlak požadován je vhodné pokovení za pomoci oblíbené slitiny směsi Zn a Ni. Tento proces probíhá v alkalickém prostředí, kdy je výsledný povlak vylučován ve formě chloridů z komplexu. Samotná lázeň s Ni má barvu až do černa, ale při nošení závěsu s díly lze vidět sytě zelenou barvu chloridů niklu. Koncentrace Zn v lázni se pohybuje kolem 7 g/cm³ a Ni okolo 1,5 g/cm³. V případě potřeby vyloučení vyšší vrstvy je nutno navýšit čas pokovení stejně jako proudovou hustotu. Jelikož je nezbytné brát ohled i na ekonomickou stránku, je důležité, aby závěsy byly potáhnuty nevodivým a inertním materiálem z důvodu snížení spotřeby materiálu v lázni. Kovové závěsy jsou pokovovány stejně jako díly. K tomu se používá tzv. Plastisol.

Obr. 2 : Ukázka ochrany závěsu pomocí Plastisolu

Povlak po pokovení má na sobě flíčky a mapy různých odstínů, je tedy následně vnořen do 2% HNO₃ po dobu max. 12 vteřin, než dojde k nežádoucí reakci kyseliny s pokovením. Povlak je uniformní, vzhledově stejný a vyjasněný.

Ke zlepšení korozní odolnosti se zařazuje pasivace pomocí Cr^{III} a to tzv. silná, vylučující se v tloušťkách cca 0,2 μm nahrazující zakázaný žlutý chromát či jako tenká za modrý chromát, v tloušťkách cca 0,06 μm. Pasivace probíhá na rozdíl od alkalického Zn/Ni v kyselém prostředí, proto je nutno nepodcenit oplachy mezi jednotlivými operacemi, zejména pak před samotnou pasivací, jelikož rostoucí pH pak snižuje kvalitu a množství pasivační vrstvy. V případě že je požadován duplexní systém s následnou úpravou pomocí KTL je pasivace nežádoucí. Látky na bázi Si snižují přilnavost fosfátování (používá se trikation fosfát – Zn/Ni/Mn) i následného KTL nátěru.

Tloušťka této vrstvy také přímo ovlivňuje odstín pokoveného dílu. S nižším obsahem jde odstín více do fialova s následným tzv. zráním pasivace do výsledné narůžovělé, s vyšším obsahem ze zelené do nažloutlé.

Pokud díly vyjedou nažloutlé již ze Zn/Ni lázně, usuzuje se na překročení obsahu Fe a je nutno lázeň regenerovat. Zabudované Fe v povlaku zřetelně navyšuje jeho náchylnost k červené korozi.

Dle požadavků a hlavně přání zákazníka je po pasivaci provedeno tzv. utěsnění pomocí organických sloučenin na bázi Si, pohybující se v tloušťkách kolem 2 μm. Toto silné utěsnění ve formě transparentního laku, zakryje póry a vyrovná drobné nerovnosti. V případě konstrukčně náročných a hlavně drobných závitových dílů se volí anorganické utěsnění o nižší tloušťce.

Kontrola a odolnost Zn/Ni pokovení

Zkušebními postupy kontroly odolnosti Zn a Zn/Ni pokovení jsou korozní testy jako je neutrální solná mlha dle ČSN EN ISO 9227 NSS, ASTM B117, ve které mají jednotlivé druhy pokovení určitou odolnost, viz teoretické pojednání výše.

Tab. 5: Vliv pasivace na odolnost proti bílé korozi v NSS testu

Povrchová úprava	Odolnost proti bílé korozi [h]
Zn/Ni	72
Zn/Ni + tenká pasivace	120
Zn/Ni + silná pasivace	240 - 360

Velkým nedostatkem obsaženého Ni ve slitinovém povlaku je jeho porozita, v případě že nebyla pasivace a utěsnění provedeno správně, značně to ovlivní pak životnost PÚ, viz následující obrázek.



Obr. 3 : Ukázky Zn/Ni pokovení se silnou pasivací v NSS testu

Přítomnost bílé koroze ještě nemusí nutně znamenat nedostatečnou ochranu. Povlaky na bázi Zn fungují mechanismem tzv. obětované anody, kdy je Zn oxidován na sloučeniny bílé barvy a následně vyloučen ve formě hydroxidů a uhličitánů atd., které vyplní póry povlaku a navýší tak bariérovou ochranu. Bariéra dokáže disponovat odolností až 1200 hodin v NSS testu (zkušenosti z praxe) než se ochrana prolomí a objeví se červená koroze oceli. Jestli je bílá koroze vyhovující či již ne záleží zejména na požadavkové normě pro danou PÚ. Následující obrázek ukazuje PÚ se silnou pasivací po 720 hodinách NSS testu.



Obr. 4 : Selhání Zn ochrany v NSS testu po 720 hodinách

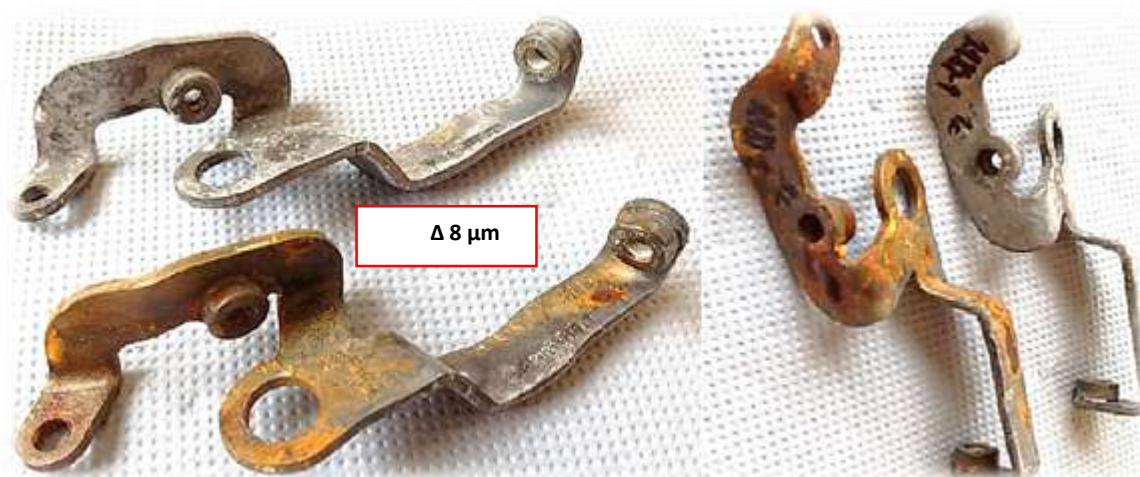
Faktorů, které ovlivňují korozní odolnost Zn/Ni povlaku je celá řada. Přímou měrou se podílí tloušťka vrstvy pokovení. Tento aspekt může být ovlivněn přímo v lázni při samotném procesu. Díly zavěšené na závěsu mají jak vertikální tak horizontální rozdíly vzdálenosti vzhledem k anodě. Vzorokly blíže k anodě a výše v závěsu mají z pravidla vyšší tloušťku vyloučené vrstvy, jelikož nedochází ke stínění a jsou situovány v horní části s nejnižším odporem. Čím se dostáváme hlouběji do lázně a dále od elektrody příděl tlouštěk klesá. U tlouštěk Zn/Ni pokovení se pohybujeme v rozdílu okolo 5 μm . Pokud pracujeme s konstrukčně složitými či netradičními díly používá se na vrchní část závěsu tzv. umělé stínění buď to pomocí ABS plastu či vodivého drátu.

Použití rozdílného procesu zinkování má také dopad na korozní odolnost. Následující obrázek ukazuje rozdíl v odolnosti mezi kyselým a alkalickým způsobem zinkování, bez pasivace i utěsnění.



Obr. 5 : Srovnání kvality H^+ a OH^- procesu zinkování

Dalším testem pro ověření kvality a odolnosti povlaku je kondenzační test s obsahem oxidu siřičitého dle ČSN EN ISO 6988. Testovaný díl je namáhán v tzv. 8 hodinovém AHT cyklu (alternující vlhkost i teplota) s atakem povrchu pomocí plynu SO_2 . Ten dokáže za zlomek času, ve srovnání s NSS testem, ukázat odolnost povrchové úpravy pokovením. Ni obsažený ve slitině je prospěšný hlavně pro NSS test, naopak u SO_2 testů je spíše kontraproduktivní a to vlivem své porozity, jelikož molekuly plynu jsou podstatně menší. Je tedy kladen vysoký důraz na kvalitu pasivace, která a na odolnost majoritní vliv.



Obr. 6 : Vliv rozdílné tloušťky pokovení na odolnost v SO₂ testu

Obrázek výše dokazuje, jak velký vliv má na odolnost také tloušťka pokovené vrstvy. Díly byly exponovány po dobu 1 cyklu v SO₂ testu. Pozice na vrchní straně závěsu (pouze viditelná bílá korozí) a pozice v nižší části (viditelná červená korozí), kdy došlo ke stínění ostatními díly. Rozdíl 8 μm v tloušťce Zn/Ni vrstvy zajistil odlišnou korozní odolnost. Tloušťka samotné vrstvy pokovení má přímý dopad na korozní odolnost, bohužel však jen do určité hodnoty, při vyloučených tloušťkách nad 40 μm může docházet ke kolapsu ochrany po zkoušce s SO₂ a k tzv. vydrolení Zn z povlaku, jak lze vidět na následujícím obrázku (vpravo).



Obr. 7 : Selhání PÚ vlivem vysoké vrstvy Zn

Viditelné vyloučení krystalků Zn na povrchu spolu se zasaženými místy červenou korozí. Obrázek nalevo znázorňuje již vhodnou vrstvu Zn (25 – 30 μm), která v testu uspěla pouze s malým procentem bílé korozí.

Kontrola pokovení není zkoušena pouze testy na korozní odolnost, nýbrž také adhezními testy. Používá se populární test termošokem dle ČSN EN ISO 2819 (metoda 2.12). Díly s PÚ jsou zahřáty na (220 ± 10) °C po dobu 30 minut a následně bez prodlevy vnořeny do vody o (20 ± 10) °C. Tato agresivní zkouška odhalí problémy v adhezi na podklad roztáhnutím a rychlým smrštěním PÚ. Selhání systému lze vidět na následujícím obrázku.



Obr. 8 : Selhání adheze pokovení

Závěr

Proces galvanického pokovení je velice komplikovaný a obsáhlý. Minoritní úprava parametrů v lázni (c/T) může znamenat obrovské změny ve výsledné odolnosti. Nelze opomenout také vliv konstrukce a tvaru dílů jako jsou např. i přepřátované spoje, pálené hrany, závit, sváry atd. Je potřeba dobrá komunikace se zákazníky a nalezení kompromisů. Volit PÚ, tak abych byla schopná daným požadavkům, potažmo testům vyhovět, jelikož jsou často na stejné PÚ kladeny rozdílné nároky. Vědět na jakých místech vzorky inspektovat, znát problematiku, vyvarovat se místům se zádržemi atd. Zkoušky odolnosti jako je test solnou mlhou NSS, test s SO₂ či test termošokem prokazatelně odhalí problémy a nedostatky v pokovení. Proto je důležitá kooperace zkušební laboratoře přímo s galvanovny ke společnému řešení těchto problémů.

Speciální případy korozního namáhání - chloridy

Ing. Jaroslav Sigmund

V minulém roce 2016 jsem se tohoto semináře zúčastnil příspěvkem, zaměřeným na v praxi často opomíjené speciální případy korozního namáhání. Konkrétně to byly takové, které mají původ v cyklických i náhodných změnách teplot chráněných povrchů a je obklopující atmosféry, a jejichž důsledkem je dosažení rosného bodu povrchu a s tím spojeného ovlhčení povrchu a zvýšeného korozního namáhání.

V letošním roce jsem se rozhodl v tomto trendu opomíjených nebo nepochopených speciálních případů korozního namáhání pokračovat. Volím případ kontaminace povrchů rozpustnými chloridy. Jejich původ je různý, avšak v našich podmínkách nejčastěji pocházejí z chemických rozmrazovacích látek (zkratkou CHRL), používaných při zimní údržbě komunikací. Jejich častým zdrojem však mohou být i lučebniny v chemických provozech, důlní vody v hlubinné těžbě uhlí a rud a jiných minerálů, hnojiva v zemědělství, solící a kořenící přípravky v potravinářském průmyslu, u vozidel a přepravních prostředků pak i možné vystavení přímořské atmosféře.

Jak uvádí norma ČSN EN ISO 12944-1, nechráněná ocel při expozici v atmosféře, ve vodě nebo při uložení v zemi koroduje. Platí to v různé míře i pro další kovové konstrukční materiály, jako jsou legované oceli, pozinkované ocelové, hliníkové, různé slitinové a další. Pro ochranu proti korozi je možné volit více možností, nejčastěji jsou používány různé ochranné povlaky. Pro navržení a zhotovení jejich vhodných typů je nutné ověřit a stanovit:

V příspěvku se zaměřím na vybrané speciální případy korozního namáhání, způsobené kontaminací povrchů chloridy. Mohou to být jednak chloridy jednoho druhu (např. chlorid sodný, chlorid draselný, chlorid vápenatý), jednak směsi chloridů (chlorid sodný + chlorid draselný příp. chlorid hořečnatý), jednak chloridy ve směsi s jinými rozpustnými solemi (sírany sodný, draselný, hořečnatý, směsi hnojiv apod.). Z hlediska korozních účinků nemá příliš velký význam jejich rozlišování, všechny vykazují vysokou až extrémní stimulaci korozních procesů všech technicky používaných kovů.

Korozních děje na površích kontaminovaných chloridy jsou podmíněny vlhkostí, která je převádí do roztoku jako silné elektrolyty. Vytváření povrchové vlhkosti podporuje silná hygroskopičnost chloridů, které výrazně snižují tenzi vodních par nad povrchem. Mechanismy se v tomto příspěvku zabývat nebudu. Na následujících obrázcích ukážu příklady koroze, způsobené takovou kontaminací chloridů na povrchu různých kovů a slitin.

Příklad první. Účinky působení chloridů z prostředků CHRL (chemických rozmrazovacích látek) na konstrukční oceli, opatřené proti korozi ochrannými nátěry. Rozklad a podkorodování nátěrů, koroze oceli až ke stavu destrukce.



Obr. 1: Most ve Frýdku - Místku
úplná destrukce sloupku zábradlí nad patkou



Obr. 2: Lávka ve Frýdku - Místku
koroze zábradlí na přístupové rampě

Příklad druhý. Účinky působení chloridů na konstrukční oceli, opatřené proti korozi povlakem zinku, zhotoveným žárovým pozinkováním v tavenině. Záchyt chloridů zejména ve spárách a dutinách. Vytváření jiných korozních produktů, než při absenci chloridů.



Obr. 3: Silniční obchvat Jablunkova
koroze pozinkovaných svodidel



Obr. 4: Lyžařské centrum Rettenbach
koroze konstrukcí lanovky

Příklad třetí. Účinky působení chloridů na výrobky a konstrukce, zhotovené z nekorodujících ocelí. Nekorodující oceli typu 18 / 8 resp. 18 / 10 působení chloridů odolávají, korozi však mohou iniciovat nečistoty deponované na povrchu oceli, např. železný prach a piliny po broušení, pálení a svařování, obrus z obložení brzdových soustav vozidel apod. Jsou-li malé součástky z nekorodujících ocelí připojeny (přivařeny apod.) k rozměrným plochám z běžných ocelí, může dojít k „přepólování“ a intenzivní korozi nekorodující oceli.



Obr. 5: Lávkva ve Frýdku - Místku
trubice odvodnění – vrstva solí a koroze

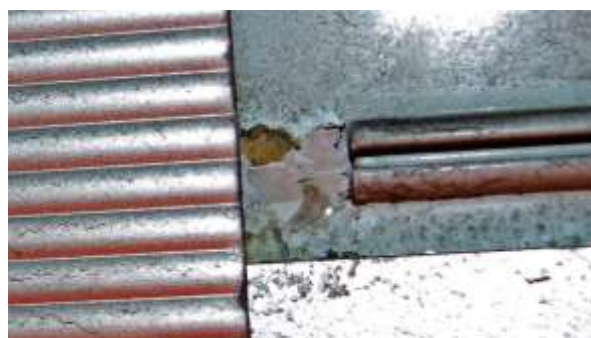


Obr. 6: Dálniční tunel Klimkovice
koroze energolávky a závěsů

Příklad čtvrtý. Účinky působení chloridů na výrobky a konstrukce, zhotovené z hliníku a jeho slitin. Narušování přirozené ochranné vrstvičky oxidu hliníku, vytváření pórovitých, nepevných a nechránících korozních produktů, podkorodování ochranných povlaků.



Obr. 7 Dálniční tunel Valík
koroze skříně osvětlovacího tělesa



Obr. 8 Osvětlovací těleso z hliníkové slitiny
podkorodovaný plastový povlak

Příklad pátý. Účinky působení chloridů z prostředků CHRL (chemických rozmrazovacích látek) na ocelové konstrukce, zhotovené z patinujících ocelí. Vytváření robustních nepevných korozních produktů, které nepůsobí jako ochranná bariéra.



Obr. 9 Svinovský tramvajový most
koroze patinující oceli po vrstvách



Obr. 10 Silniční most Frýdek - Místek
Těžká koroze hlavního nosníku nad podpěrou

Všechny předložené příklady ukazují přímé a intenzivní vytváření koroze působením chloridů, a to bez ohledu na rozdílnou korozní agresivitu atmosféry. Potvrzují naléhavost akceptování problematiky speciální případy, ČSN EN ISO 12944-2.

Seznam citovaných ČSN a předpisů

ČSN EN ISO 9223

Koroze kovů a slitin - Korozní agresivita atmosfér - Klasifikace, stanovení a odhad

ČSN EN ISO 12944-2

Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí

Odborné vzdělávání



CENTRUM PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

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

POVLAKY PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ

ZAHÁJENÍ KURZU – 13. 2. 2018

Kurz je určen pro pracovníky práškových lakoven, kteří si potřebují doplnit vzdělání v této technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům protikorozní 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 probrána problematika této technologie v celém rozsahu potřebám pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Základy koroze a protikorozní 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.
Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)
(3 x 2 dny)

Zahájení kurzu: 13. 2. 2018

Více informací:

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

info@povrchari.cz





CENTRUM PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

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

GALVANICKÉ POKOVENÍ

ZAHÁJENÍ KURZU – 19. 3. 2018

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.)

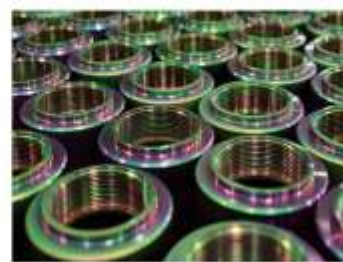
Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)
(3 x 2 dny)

Více informací:

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

info@povrchari.cz



Odborné akce

Centrum technologických informací a vzdělávání – CTIV při Ústavu strojírenské technologie – ÚST, Fakulty strojní ČVUT v Praze připravilo v rámci programu Celoživotního technického vzdělávání pro zájemce z technické veřejnosti

ODBORNÝ SEMINÁŘ

LEPENÍ

Záměrem této vzdělávací akce je seznámit zájemce o tuto problematiku s novými prostředky a technologiemi lepení i způsoby kvalifikačního růstu v ČR v této oblasti.

Rámcový program

- **Představení aktivit Centra lepení Brno při SVV Praha**
 - **Technologie lepení a progresivní materiály**
- **Kvalifikace, certifikace a vzdělávání v oblasti lepení**
 - **Ukázky vzorků lepených spojů**
 - **Diskuze**

Tento odborný seminář se uskuteční **26. 2. 2018** na Fakultě strojní ČVUT v Praze Dejvicích, Technická 4, Praha 6 - Dejvice **od 10 do 14 hodin**. Metro A stanice Dejvická. Prezentace od 9:00 do 10:00 hodin. Místenost bude značena od vrátnice.

Vzhledem ke kapacitě sálu i zájmu o tuto problematiku prosíme o potvrzení Vaší účasti na tomto semináři co nejdříve na email: Hana.Hrdinova@fs.cvut.cz

Cena semináře je 800 Kč bez DPH (968,- Kč včetně DPH) za osobu a zahrnuje náklady na občerstvení a organizační výdaje.

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

ODBORNÝ GARANT

Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

+420 602 341 597

Ing. Hana Hrdinová

ORGANIZAČNÍ GARANT

Hana.Hrdinova@fs.cvut.cz

+420 776 679 011

Partner akce:

SVV Praha, s.r.o.

Centrum lepení Brno

www.svv.cz



Česká společnost pro povrchové úpravy, z.s., Lesní 2946/5, 586 03 Jihlava

připravuje tradiční setkání odborníků v oblasti povrchových úprav

51. ročník celostátního Aktivitu galvanizérů v Jihlavě

hotel Gustav Mahler ve dnech

6. a 7. února 2018.

Ústřední téma přednášek i diskusí dvoudenního jednání 51. ročníku:

Snížení nákladů, spotřeby materiálu, vody a energií

PhDr. Drahomíra Majerová, tajemnice ČSPU,

tel. 737 346 875, email: cspu@seznam.cz



44. konference s mezinárodní účastí

PROJEKTOVÁNÍ A PROVOZ POVRCHOVÝCH ÚPRAV

14. - 15. března 2018

v hotelu Pyramida, Praha 6

PhDr. Zdeňka Jelínková, CSc. – PPK
Korunní 67, 130 00 Praha 3, tel: 224 256 668, jelinkovazdenka@seznam.cz

www.konferencepppu.cz



POŘADÁ

25/4 – 26/4/2018

ODBORNÝ SEMINÁŘ

TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAV POVRCHU

HOTEL

ZÁMEK ČEJKOVICE



MEDIÁLNÍ PODPORA

Technický týdeník**KONSTRUKCE****STROJÁRSTVO
STROJIRENSTVÍ**

PARTNEŘI



BVV

Veletřhy
Brno**W** POVRCHARI.CZ



60. mezinárodní
strojírenský
veletrh

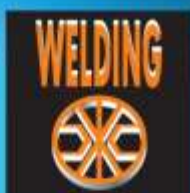
MSV 2018



11. mezinárodní
veletrh obráběcích
a tvářecích strojů

IMT 2018

AUTOMATIZACE



1.-5. 10. 2018

Výstaviště Brno

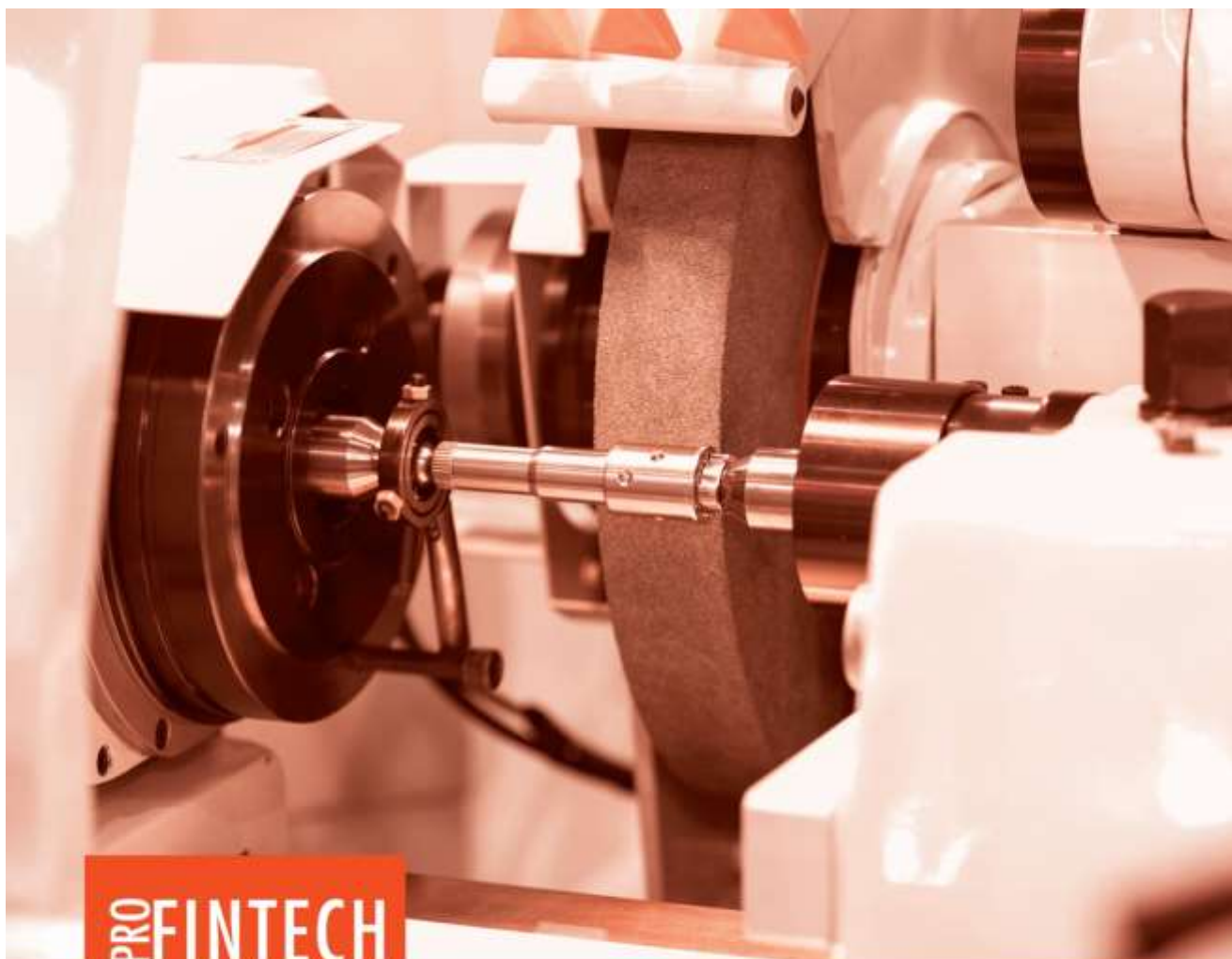
www.bvv.cz/msv

**60th
MSV**

BVV



Veletrhy
Brno



PROFINTECH



7. mezinárodní veletrh technologií
pro povrchové úpravy



MSV 2018



IMT 2018



1.–5. 10. 2018

Výstaviště Brno

www.bvv.cz/profintech

60th
MSV

BVV



Veletrhy
Brno

Evropský inženýr lepení European Adhesive Engineer

EWF 517


GSI SLV
SVV Praha

Vzdělávací cíl:

Nárůst požadavků v průmyslu se v poslední době intenzivně projevuje i v oblasti spojování různých materiálů. Do popředí se dostává lepení, jako metoda spojování. Lepení se velmi rozšířilo a s tím souvisejí přirozeně zvýšené požadavky na kvalifikaci personálu. Inženýr lepení získá klíčové kompetence a zodpovědnost za veškeré procesy lepení v provozu. Počínaje progresivním vývojem produktů, výběrem vhodného lepidla, plánováním výroby, konstrukcí lepeného spoje konče zajištěním kvality. Praktická výuka a cvičení v laboratoři během kurzu přispějí k prohloubení teoretických poznatků.

Cílová skupina:

Kurz je určen pro dozorový personál, který je pověřen dozorem při procesu lepení ve výrobě. Je zaměřen na pracovníky z oblasti konstrukce, výzkumu a vývoje či plánování výroby. Je vhodný i pro aplikační inženýry, pracovníky v laboratoři nebo výrobce lepidel.

Předpoklady:

Účastníci musí mít dobré znalosti vyučovacího jazyka, aby byli schopni následovat výuku a vykonat závěrečnou zkoušku. Ukončené vysokoškolské vzdělání v technickém či přírodovědném oboru. Záměrci, kteří nesplňují tuto podmínku, mohou být posluchači kurzu. Obdrží osvědčení o účasti. Po doložení dokladu o ukončeném vysokoškolském vzdělání obdrží zpětně diplom. Výstupní dokument je diplom Evropský inženýr lepení dle směrnic EWF od České svářečské společnosti ANB.

Délka a ukončení kurzu:

Kurz probíhá v rozmezí 8 výukových týdnů. Každý týden se věnuje jiné tematické oblasti. Prvních sedm týdnů je ukončeno písemnou zkouškou. V osmém týdnu se koná ústní zkouška. Další informace na www.svv.cz

Časový harmonogram:

1. týden 14. 5. – 18. 5. 2018, 2. týden 4. 6. – 8. 6. 2018, 3. týden 25. 6. – 29. 6. 2018
4. týden 20. 8. – 24. 8. 2018, 5. týden 17. 9. – 21. 9. 2018, 6. týden 8. 10. – 12. 10. 2018
7. týden 5. 11. – 9. 11. 2018, 8. týden 26. 11. – 29. 11. 2018

Obsahová náplň kurzu:

Základy techniky lepení a polymerů, lepicí systém, lepidla a jejich členění, výběr lepidla, vazebné síly, adheze, materiály lepených spojů, povrchové úpravy a předúpravy materiálů, výpočty lepených spojů a konstrukce, dávkovací technika a automatizace lepení, hybridní spojování, metody spojování, BZOP v procesu lepení, procesní management a technika, řízení kvality, strategické plánování a nákup, zkušební techniky a metody, destruktivní a nedestruktivní zkoušky, analytické metody lepení, stárnutí lepených spojů, exkurze ve vybraném podniku

Kontakt: SVV Praha s.r.o., Centrum Lepení Brno

Mgr. Hana Kysilková
Tel.: +420 731 177 606
E-mail: kysilkova@svv.cz
www.svv.cz

WWW.SVV.CZ



Jako jeden z předních distributorů galvanizovaných plastů v oblasti automobilového průmyslu spolupracuje skupina BIA s moderními výrobními podniky v Německu, Číně a na Slovensku. Zároveň jako jeden z vedoucích technologických podniků v dané oblasti pracuje BIA nepřetržitě na zlepšování procesů, čímž se stává často oslovovaným partnerem, pokud jde o komplexní řešení týkající se povrchů a povrchové úpravy.

Také vás fascinují povrchy a jejich úprava? Tak neváhejte a přihlaste se na pracovní pozici

Vedoucí oddělení galvanizace (m/ž) BIA Plastic and Plating Technology Slovakia s.r.o.

vaše úkoly

- Optimalizace a stabilizace galvanické výroby
- Identifikace a prosazení opatření pro optimalizaci procesů a racionalizaci v rámci oddělení galvanizace i jí příslušejících oblastí, jako je např. laboratoř a závěsy
- Odpovědnost za vedení 80 pracovníků
- Vývoj a prosazení systematického kvalifikačního systému pracovníků oddělení galvanizace
- Péče o specializované firmy v oblasti galvanizace
- Zvyšování účinnosti zdrojů
- Konstruktivní spolupráce s dotčenými odděleními jako jsou management kvality či výstupní kontrola
- Přebírání odpovědnosti za stav nákladů oddělení galvanizace (prezentace, porovnání, návrhy na snižování)

váš profil

- Ukončené vzdělání v oboru galvanizér
- Pracovní zkušenosti v oblasti galvanizace plastů
- Zkušenosti s vedením pracovníků
- Podnikavý duch
- Pracovní zkušenosti v oblasti automobilového průmyslu jsou podmínkou
- Analytické myšlení, chuť učit se
- Dobré komunikační schopnosti, suverénnost a schopnost pracovat v týmu

O společnosti

Jsme jedním z předních distributorů plastových dílů s kvalitním galvanizovaným povrchem v oblasti automobilového průmyslu. Přebíráme odpovědnost od prvního technického rozhovoru o konstrukci a sestavování nástrojů až po hotový galvanický produkt. 1300 pracovníků po celém světě prosazuje pomocí svých kreativních nápadů i individuální designérské nároky a přání při neustálé záruce poskytování té nejvyšší kvality.

Kontaktujte nás

Žádosti spolu s platebními požadavky a termínem možného nástupu budou přednostně vyřízeny online prostřednictvím: www.bia-kunststoff.de

Bližší informace o pozici a výběrovém řízení vám poskytne:

Pia Franzen / Personální oddělení

pia.franzen@bia-kunststoff.de

+49 212 22330 - 243

Technologien – Oberflächen – Umwelt



INSTITUT POVRCHOVÝCH ÚPRAV ZAJIŠŤUJE

- inspekční a kontrolní činnost v oboru povrchových úprav
 - aplikovaný výzkum v oblasti povrchových úprav
 - poradenské služby z oboru povrchových úprav
- pořádání odborných kurzů a seminářů pro povrchové úpravy
 - odborné posudky povrchových úprav
 - znalecké posudky povrchových úprav
- zajišťování přijímacích zkoušek povrchových úprav
 - projektování povrchových úprav
 - zajištění povrchové úpravy materiálů



www.inpu.cz



Kontakty:

Office: Vladimířská 2431, 440 01 Louny
tel. 725 118 975

Zkušební laboratoř: Poděbradská 358, 288 02 Nymburk
tel. 972 255 595, 725 118 975

E-mail: info@jstechnology.cz
jiri.simicek@gmail.com

ZKUŠEBNA POVRCHOVÝCH ÚPRAV

AKREDITOVANÁ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ č. 1125

TESTOVÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT, NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ A POVRAKŮ, DOZOROVÁNÍ APLIKACÍ NÁTĚRŮ - HODNOCENÍ PŘÍPRAVY POVRCHŮ POD NÁTĚR - PORADENSTVÍ V OBORU POVRCHOVÝCH ÚPRAV, ZKOUŠKY SAMOLEPÍCÍCH FÓLIÍ PRO TECH. ZNAČENÍ

Nabízíme Vám dlouholeté zkušenosti odborníků na problematiku povrchových úprav železničních kolejových vozidel a obecně jakýchkoliv ocelových konstrukcí.

PROVEDEME PRO VÁS:

- akreditované zkoušky nátěrových hmot, tmelů, nátěrových systémů a povlaků včetně hodnocení degradace
 - korozní zkoušky (NSS, SO₂, KK)
 - urychlené povětrnostní testy (QUV)
 - cyklické zkoušky - UV záření/vlhko/sůl/mráz/...
např. dle ISO 20340-pro ŘSD, SŽDC, ..., VDA testy
 - mechanické zkoušky (tvrdost, hloubení, ohyb, přilnavost, ...)
 - fyzikálně technologické zkoušky (hustota, netěkavé látky, zasychání, ...)
- neakreditované zkoušky podle požadavku a dohody se zákazníkem
- hodnocení přípravy povrchu pod nátěr
- zpracování a verifikace technologických postupů pro aplikace
- dozorování aplikací
- zastupování a technická pomoc při řešení reklamaci
- zajištění potřebných atestů pro aplikace na ČD a ČD Cargo, SŽDC
- poradenství v oboru, technologické studie, hodnocení efektivity investic



www.jstechnology.cz

Těšíme se na spolupráci s Vámi!



Asociace českých
a slovenských
zinkoven

Cyklistická Stábovka
Vítěz Czech and Slovak Galvanizing Award 2015

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)

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

TESTOVACÍ KOMORY

PRO ENVIRONMENTÁLNÍ ZKOUŠKY V LABORATOŘÍCH,
TESTY POVRCHOVÝCH ÚPRAV A MATERIÁLŮ

KOROZNÍ SOLNÉ A KONDENZAČNÍ KOMORY



- truhlové a skříňové komory
- objemy 300, 400, 1000, 2000 litrů
- jednoduše i kombinované
- včetně regulace vlhkosti
- a vymrazování vzorků

KOMORY PRO SLUNEČNÍ SIMULACE XENONOVÝM SVĚTLEM



- s pevnou zkušební plochou
- nebo otočným karuselem,
- regulace osvětlení, teploty
- a relativní vlhkosti
- INDOOR a OUTDOOR zkoušky

UV TESTERY ULTRAFIALOVÝM ZÁŘENÍM



- regulace osvětlení, teploty,
- kondenzace, simulace deště

KLIMATICKÉ A TEPLTNÍ KOMORY, SUŠÁRNY



- rozsahy -40 resp. -70°C až +180°C,
- 10-98% rel. vlhkosti,
- komory bez chlazení až 300°C,
- objemy 56-720 litrů

ZKUŠEBNÍ PANELE



- Ocelové, válcované, broušené
- Hliníkové (slitinové)
- Fosfátované/chromátované
- pro testy nátěrových hmot,
- galvanických povrchů, eloxu,
- otěru, zkoušky korozivnosti

PRODEJ, ZAŠKOLENÍ,
SERVIS ZÁRUČNÍ
A POZÁRUČNÍ,
KALIBRACE ZAJIŠŤUJE:

LABIMEX CZ s.r.o.

Na Zámecké 11, 140 00 Praha 4
tel: + 420 241 740 120
fax: + 420 241 740 138
info@labimex.cz

www.labimexcz.cz





Certifikační sdružení pro personál - APC, z.s.

NABÍDKA SLUŽEB

Podnikatelská 545, 190 11, Praha 9

**KVALIFIKACE
A CERTIFIKACE**



APC jako nejstarší akreditovaný certifikační orgán NDT v ČR

zajišťuje personální certifikaci a kvalifikaci technického personálu.

APC je akreditováno Českým institutem pro akreditaci (ČIA, o. p. s.)

v souladu s požadavky normy ČSN EN ISO / IEC 17024 : 2013 pro NDT metody AT, ET, FT, LT, MT, PT, RT, UT a VT.

Pro pracovníky v oboru:

➡ NEDESTRUKTIVNÍ DEFEKTOSKOPIE

- nedestruktivní defektoskopie podle standardu **Std-101 APC**

- specifické činnosti NDT standard **Std-202 APC**

- specifické činnosti NDT standard **Std-201 APC**

➡ KOROZE A PROTIKOROZNÍ OCHRANY

- koroze a protikorozní ochrana standard **Std-401 APC**

➡ TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ KOVŮ

- tepelné zpracování kovů standard **Std-402 APC**

Jak získat **CERTIFIKÁT APC** v osmi snadných krocích?

1. **Podáte** přihlášku ke školení
2. Školení
3. Osvědčení o školení + praxe
4. **Podáte** přihlášku ke zkoušce
5. Zkouška
6. Osvědčení o zkoušce
7. **Podáte** žádost o certifikát
8. Vydání certifikátu APC



Kontaktujte nás: www.apccz.cz apc@apccz.cz tel.: 246 061 395

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

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

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

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

Kontaktní adresa

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.