

Povrcháři

6. číslo Listopad 2017

Pozvánka na 14. Mezinárodní odborný seminář
„Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav“
- MYSLIVNA 2017

Ohlédnutí za odborným fórem PROTEZINK

Galvanické povlaky zinku a jeho slitin

Antikorozní a dekorativní zinksilikátové
nátěry k úpravě ocelových konstrukcí

Rychlejší a efektivnější tryskání tlakových odlitků
ze slitin hliníku a s lepším výsledkem tryskání

Zinkový prášek jako antikorozní složka v ochranných nátěrech.
- Přehled vývoje a aplikace

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři,

zdravíme Vás všechny na stránkách „Povrcháře“ doma i v práci, ve Slezsku, na Moravě i v celém tom našem kousku Zeměkoule vůbec. Posíláme nové povrchářské informace do společného kulatého dolíčku, kde je krásně, i když teď trošku zataženo a zatím polojasno, dobrá nálada (alespoň když jedem z práce domů) a kde se pořád cosi děje, slaví a vlajky vlají.

Volby nám dopadly tak, jak většina rozhodla a teď je veškerý cvrkot soustředěn na to, zda budeme mít vládu s důvěrou či bez ní. Nebo to zkusíme zvolit ještě jednou?! Aby už bylo konečně jasno i každé a hlavně Malé straně.

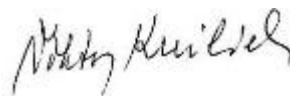
Přítom všem jsme lehce vzpomenuli nekulatého výročí vzniku ČSR a kulatého výročí, kdy před sto lety jakýsi nezodpovědný námořník vystřelil z lodního kanónu a čas oponou trhnul... Jeho tehdejší současník z Čech mu na to lidsky rozumně odpověděl a následně zvěčnil ve svém životním příběhu slavnou větou: „Nestřílejte volové, jsou tady lidi“!

A když už jsme citovali ono památné a trefné oslovení, je možno jej opakovaně nalézt a vzpomenout i v jednom z volebních hesel oné tehdy mladé republiky, které velmi důrazně a výstižně oslovuje voliče: „Volte voly, volte krávy, jen nevolte.....“! Vážený čtenář necht' si laskavě zaveršuje sám a doplní toho, kdo se mu zdál být svým chováním či jednáním vhodným. Celé toto heslo už mi v redakci „Povrcháře“ neprošlo, což je skoro lepší a hlavně bezpečnější, abychom někoho neurazili, byť ve jménu pravdy.

Tak vážení a milí, to se to plácá rukama i hubou, ale kdo pojede králíkům pro krmení, kdo podojí, smontuje, vyrobí, pokoví a třeba i nakope? To poslední by bylo zvláště potřebné a aktuální, byť jen samozřejmě pouze virtuálně. „Kdo prý dodělá sborník a program na Myslivnu“? Volá kolega Honza Kudláček, že prý honem, že se to samo neudělá. Volám zpět: „Samo né, teď nemohu, teď píšu kámošům pozvánku na Myslivnu“! „Vždy se ti to podařilo včas připravit i dojet a dobré víno přivést, tak předem díky“. Nám pak vždy se to povedlo do dna „vyslopat“!

Ani letos se setkání na Myslivně už nebude znovu opakovat, a bude to naostro v přímém přenosu, a to bychom si neměli nikdo nechat ujít. My s Honzou chceme letos také přijet. Tak nezapomeňte, ať Vás Vaši šéfové pustí včas a alespoň na oba dva dny. A ještě lepší, vezměte je sebou na společné přemýšlení na Myslivnu do Brna 29. a 30. listopadu.

Zdraví Vás a na viděnou na Myslivně.



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Pozvánka na 14. Mezinárodní odborný seminář „Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav“ – MYSLIVNA 2017

Centrum pro povrchové úpravy zve všechny zájemce z technické veřejnosti na další odborný seminář pod názvem Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav v hotelu Myslivna v Brně.

Tradičně se na něm setkávají strojaři a povrcháři z Čech, Moravy, Slezska, Slovenska a okolí. Letos již po čtrnácté, ve dnech **29. a 30. listopadu 2017.**

Všichni z přítomných jsou zde aktivními účastníky, kteří se pravidelně scházejí, aby si vyměnili to nejcennější – technické myšlenky a informace z tohoto oboru. Účast je možná odborným příspěvkem na semináři či ve sborníku, vystavením a předvedením svých výrobků u firemních stolků nebo zapojením do diskuze k jednotlivým předneseným tématům. Určitě i letos si najdete prostor a čas pro tolik potřebné mimopracovní rozhovory ve společenské části tohoto největšího každoročního setkání povrchářů u nás.

Věříme, že tak jako minulá setkání, napomůže i to letošní k dalšímu rozvoji vzdělávání a společné činnosti povrchářské obce.

Z programu semináře:

Využití titanu a jeho slitin v protikoroziční ochraně

Ing. Otakar Brenner, CSc. – FS ČVUT v Praze

Laserové čištění

Ing. Jan Řeřucha - LASCAM systems s.r.o.

Čistenie a odmasťovanie ultrazvukom

Ing. Ladislav Patay, MEng. - NOTUS - POWERSONIC s.r.o.

Kluzné laky

Ing. Zdeněk Nacházel - Nacházel, s.r.o.

Nové PEO vrstvy jako alternativa konvenčnímu eloxování

Ing. Martin Chvojka – SVÚM, a.s.

Bórové oceli – oceli budoucnosti

doc. Ing. Václav Machek, CSc. - Mubea Transmission, Žebrák

Ekologické inhibitory bleskové koroze pro nátěrové hmoty na bázi vodou ředitelných disperzních pojiv

prof. Ing. Andrėja Kalendová, Dr. – Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice

Chemické předúpravy před lakováním: Fosfátování a jeho úspěšné nahrazování konverzními povlaky na bázi oxidů zirkonu

Ing. Roman Konvalinka - SurTec ČR s.r.o.

Objasnění příčin tvorby vzhledových defektů ve vrstvě černého plniče aplikovaného na vrstvu KTL

Ing. Lubomír Mindoš - SVÚOM s.r.o.

Moření vysocelegovaných ocelí

Ing. Pavel Váňa, Ekomor s.r.o.

Korozní ochrana hliníku C5-M

Ing. Jan Bartošík – IDEAL-Trade Service, spol. s r. o.

Kvalitní stlačený vzduch - nutnost v každém výrobním závodě

Stanislav Bernard - BEKO TECHNOLOGIES s.r.o.

Nátěrové systémy pro ochranu kovových povrchů pro pozemní vojenskou techniku

Eva Jančová, M.Sc., DESS - Vojenský výzkumný ústav, s. p.

Speciální případy korozního namáhání - chloridy

Ing. Jaroslav Sigmund

Vliv kvality na technickou bezpečnost zaváděných a provozovaných technických zařízení v rezortu MO

Ing. Kamil Liška - Ministerstvo obrany, Praha

Produkty pro lakovny, průmysl a strojírenství

Ing. Milan Alexa - Nacházel, s.r.o.

Zefektivnění povrchových úprav ve výrobě průtokoměrů

Ing. Miroslava Banýřová – GALATEK, a.s.

Analýza korozní degradace hořčíku za simulovaných fyziologických podmínek pomocí počítačové mikrotomografie

Ing. Michaela Remešová - VUT v Brně CEITEC - Středoevropský technologický institut

Novinky z oblasti normalizace a zkušebnictví v povrchových úpravách pro 2017

Ing. Lukáš Turza - LL-C (Certification) Czech Republic a.s.

The Global Galvanizing Award 2015

Ing. Petr Strzyž - Asociace českých a slovenských zinkoven, z.s.

Vliv UV laku na mechanickou odolnost nátěrového systému

Ing. Martina Pazderová – Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s., Praha

Přihlášení je stále možné na:

www.povrchari.cz

Ohlédnutí za odborným fórem PROTEZINK

V červnu letošního roku proběhlo na přání technické veřejnosti v Hustopečích setkání povrchářů s problematikou o ZINKU a technologiích zinkování.

Povrchové úpravy na bázi zinku se zhotovují řadou technologií, které se vzájemně odlišují principiálně, řadou vlastností i cenou. Podle předpokládané technologie zinkování je nutné přistupovat ke konstrukčnímu řešení a technologičnosti konstrukce. Stejně tak ve výrobě musí být věnována technologická pozornost předpokládané funkci i životnosti konstrukce a povlaku.

Z pohledu protikorozní ochrany resp. povrchových ochranných je význam projekčních i výrobních profesí nezastupitelný. Jak konstruktér, tak technolog, musí pro společný optimální výsledek přispět v plném významu své profese. Oba se musí při své práci dívat profesním pohledem i toho druhého. Konstruktér pohledem technologa, aby se zamýšlený záměr dal vyrobit, a technolog musí volit vhodný způsob naplnění a realizace konstrukčního záměru. Jinými slovy je nutné umožnit realizaci a realizovat myšlenku funkce.

Je těžko posoudit, kdo má v případě pozitivního řešení pro společný cíl a záměr větší význam. V případě negativního výsledku nalezneme obvykle chybu u toho druhého. Přiznat nedostatek poznání, možností a omezujících podmínek je vždy obtížné. A proto je lépe raději udělat ten příslovečný malý krok k oživení vědomostí a získání nových informací.

Znalosti jednotlivých technologií umožňují optimální volbu vhodného způsobu zinkování pro dané prostředí a funkci. Je velmi důležité, aby si projektanti, konstruktéři i technologové vyměňovali sami své zkušenosti z různých aplikací a využili k tomu především zodpovědných a nezávislých vzdělávacích akcí.

Zinek jako nezastupitelný kov v povrchových úpravách a povlaky z něj si zaslouží nezbytnou pozornost, neboť patří v současné době konstrukčně i technologicky k hlavním způsobům ochrany povrchů ve strojírenství, stavebnictví i dalších oborech.

Vzhledem k řadě podnětů a požadavků připravili CPÚ – Centrum pro povrchové úpravy a InPÚ – Institut povrchových úprav spolu s řadou spolupracovníků z předních firem, organizací a pracovišť v „povrchářských“ i „ocelářských“ Hustopečích odborné setkání nesoucí název PROTEZINK.

Cílem této akce je i do budoucna přispět k rozšíření vědomostí o používání zinku v povrchových úpravách i v protikorozních ochránách. Zároveň představit nové poznatky s cílem správné volby technologií zinkování i předúprav a kontroly kvality zinkových povlaků. To vše formou přednášek, otázek a odpovědí, setkávání a navazování kontaktů, prezentací odborných firem i krátkou exkurzí do provozů povrchových úprav.

Doufejme, že se nám všem společně tento záměr letos v Hustopečích povedl naplnit, a to nejen s laskavým přispěním kvalifikovaných autorů odborných příspěvků a podporou všech partnerů, ale především Vás, kteří si uvědomujete, že vlastní vzdělávání je nejkratší cesta k profesionalitě, k osobní svobodě a prosperitě.

Z programu letošního PROTEZINKU Vám v tomto čísle „Povrcháře“ přinášíme některé z příspěvků.

Na závěr slovy našeho kolegy děkujeme Vám všem, že jste „Našli chvíli, promluvit si o zinku“ a že ji společně najdeme i v červnu 2018 na dalším setkání o zinku.

Program semináře

Zahájení semináře doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., Ing. Vlastimil Kuklík, Ph.D. – InPÚ, z.ú.

Korozní odolnost vnitřních povrchů žárově pozinkovaných trubek v rozvodech pitné vody
Ing. Otakar Brenner, CSc. – Fakulta strojní ČVUT v Praze

Uklidněné a neuklidněné oceli
Ing. Václav Machek, CSc. – Mubea spol. s r.o., Žebrák

Technologie vícevrstvých antikorozních povlaků na bázi zinku
Ing. Alexander Sedláček, Ph.D. – S.A.F. spol. s r.o. Praha

Organické povlaky na bázi nátěrových hmot s obsahem kovového zinku v protikorozní ochraně kovových materiálů
prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr. - Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice

Dlouhodobě exponované ocelové konstrukce s povlakem žárového zinku
Ing. Hana Geiplová – SVÚOM, s.r.o., Praha

Vady povlaků žárového zinku a opravy
Ing. Vlastimil Kuklík, Ph.D. – InPÚ, z.ú., Praha

Stanovení koncentrace vodíku v žárově pozinkovaných součástech vyrobených z vysokopevnostní oceli
Sylwia Węgrzynkiewicz - BELOS-PLP S.A., Bielsko-Biała, Polsko

Antikorozní i dekorativní zinksilikátové nátěry k úpravě ocelových konstrukcí
Ing. Karel Denk – Pragochema s.r.o., Praha Uhřetěves

Povrchové úpravy Delta MKS
Jiří Boháček - SVUM-CZ, s.r.o., Kolín

Neelektrolyticky nanášené mikrolamelové povlaky ze zinku
Vliv vnitřní struktury zinkových barev na jejich vlastnosti
Ing. Jaroslav Sigmund

Difuze železa do elektrolyticky vyloučených zinkových povlaků
Ing. Josef Trčka, Ph.D. - Vojenský výzkumný ústav, s.p. Brno

Galvanické povlaky zinku a jeho slitin
Ing. Petr Goliáš - Schlötter Galvanotechnik - Praha

Pasivace povlaků galvanického a žárového zinku
Roman Konvalinka – SurTec ČR, s.r.o., Vrané nad Vltavou

Technologie žárového pokovení ponorem
Ing. Jan Matlach - SIGNUM spol. s r. o., Hustopeče

Technologie zinkování
doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. - InPÚ, z.ú.

Galvanické povlaky zinku a jeho slitin

Ing. Petr Goliáš, Ing. Vladislav Vomáčka – Schlötter Galvanotechnik

Galvanotechnika je nedílnou součástí širokého spektra povrchových úprav různých druhů základního materiálu. Vylučování kovů na vodičích i nevodičích zaznamenává v různých oblastech odlišnou intenzitu vývoje danou požadavky jednotlivých průmyslových odvětví. Galvanické zinkování patří k jednomu z nejrozšířenějších způsobů ochrany oceli a litiny proti korozi. V korozním prostředí vzniká mezi ocelí a zinkem elektrochemický článek. Vzhledem k rozdílu elektrochemických potenciálů se zinek chová jako anoda a chrání tak ocel před korozi. Jedním ze stále posilujících odvětví

je automobilový průmysl. Právě na základě jeho požadavků byly vyvíjeny slitinové povlaky, z nichž v současné době dominuje povlak zinek nikl. Spolu s následnými pasivacemi a utěsněním představují v praxi povlaky zinku a jeho slitin vysoce kvalitní systém povrchové ochrany.

Fyzikální a chemické vlastnosti zinku

Základní fyzikální vlastnosti zinku jsou všeobecně známé. Z praktického hlediska stojí za připomenutí následující:

- **elektrochemický ekvivalent:** **1,22 g/Ah**
- **bod tání:** **419 °C**
- **měrný elektrický odpor:** **0,0596 $\mu\Omega m$**

Elektrochemický ekvivalent platí při 100% proudovém výtěžku. Je-li u zinkovací lázně známa jeho reálná hodnota, lze pak odhadnout dobu potřebnou k vyloučení požadované tloušťky zinkového povlaku. Hodnota bodu tání je důležitá při pokovení dílů, které mají být tepelně namáhány. Měrný elektrický odpor nepasivovaného zinkového povlaku je asi 1,7 krát menší než u železa a 3,5 krát vyšší než u mědi.

Nejdůležitější chemickou vlastností zinku je jeho reaktivita. Působením běžné atmosféry se pokrývá vrstvou oxidu a uhličitanu, která zpomaluje nebo i zastavuje jeho další korozi. Tento proces nepříznivě ovlivňují exhaláty (SO_2 , NO_x) a dochází tak k úbytku zinku. Na venkově to bývá zpravidla 1 až 3 $\mu m/rok$, v průmyslových oblastech dosahuje tento úbytek hodnot i 19 $\mu m/rok$. Proto se galvanicky vyloučené vrstvy dále chrání.

Typy elektrolytů pro galvanické zinkování

Obecně lze zinkovací elektrolyty rozdělit na kyselé a zásadité. V současné době se v praxi využívají téměř výhradně elektrolyty slabě kyselé a alkalické bezkyanidové. Ty nahradily původně používané alkalické kyanidové elektrolyty, a to hlavně z důvodu toxicity používaného kyanidu. Používání amonných iontů při provozu slabě kyselých zinkovacích elektrolytů zlepšuje působení pufru při stabilizaci kolísání pH, zabraňuje tvorbě boritanu zinečnatého a zvyšuje toleranci na vyšší znečištění železem. Výraznou nevýhodou je tvorba amonných komplexů kovů a jejich problematické odstranění při čištění odpadních vod v neutralizační stanici.

Parametry elektrolytů pro galvanické zinkování

V alkalických elektrolytech je zinek přítomen ve formě hydroxo- nebo kyanohydroxokomplexu, v slabě kyselých elektrolytech se nachází v hydratované formě. Potřebnou vodivost elektrolytů zajišťuje hydroxid sodný případně chlorid draselný. Vzhledem k obsahu chloridů jsou ale slabě kyselé zinkovací elektrolyty velmi korozivní. Kyselina boritá tvoří pufrovací složku stabilizující provozní změny hodnoty pH. Vzhledem k nepříznivým vlivům sloučenin bóru na reprodukční schopnosti živých organismů je kyselina boritá nahrazována octanem draselným. Důležitou složkou zinkovacích elektrolytů jsou organické přísady, které zajišťují, že vyloučený zinkový povlak má požadované užité vlastnosti. Mezi ně patří především lesk povlaku a správné rozložení tlouštěk na povrchu dílu.

Přednosti / nedostatky elektrolytů pro galvanické zinkování

V následující tabulce jsou přehledně uvedeny přednosti a nedostatky jednotlivých zinkovacích elektrolytů. Alkalické elektrolyty jsou používány především u technických povlaků, u kterých je kladen důraz na rovnoměrné rozložení kovu. Zneškodnění odpadních vod je jednodušší a tyto vody jsou méně zatíženy solností. Slabě kyselé elektrolyty nacházejí uplatnění u aplikací s požadavkem na dekorativní lesklý vzhled a při pokovení litiny. Požadavky na zařízení nejsou tak výrazné, jako u alkalických elektrolytů.

Tab. 1: přednosti a nedostatky zinkovacích elektrolytů

Parametr	Typ elektrolytu		
	alkalický, kyanidový	alkalický, bezkyanidový	slabě kyselý
Vzhled	+	+	++
Proudový výtěžek	+	o	++
Rozložení kovu	+	++	o
Tažnost	o	o	+
Vodíková křehkost	+	+	+/o
Vedení lázně	++	+	++
Předúpravy	++	+/o	+/o
Zařízení	+	o	++
Likvidace	o	++	+

o: střední+ : dobrý ++: velmi dobrý

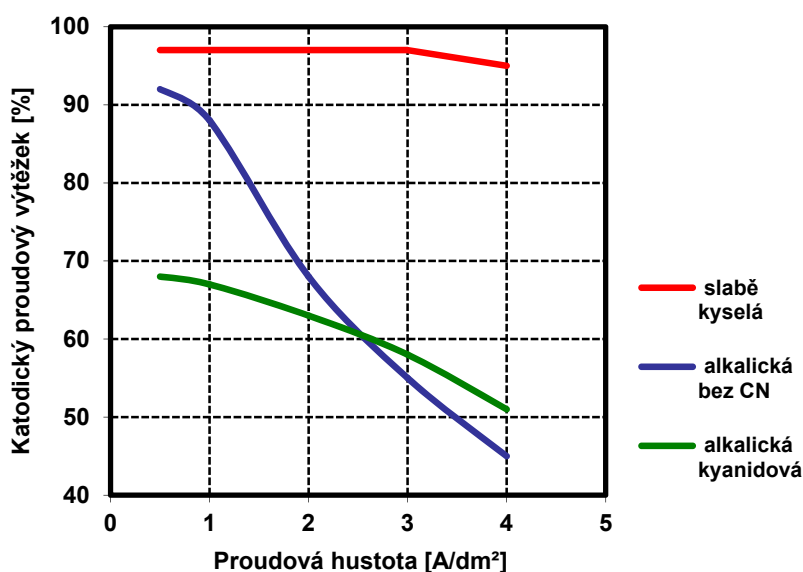
Katodické reakce při elektrolýze

Při elektrolýze probíhají na katodě následující reakce, přičemž vývin vodíku a redukce přísad jsou procesy nežádoucí.

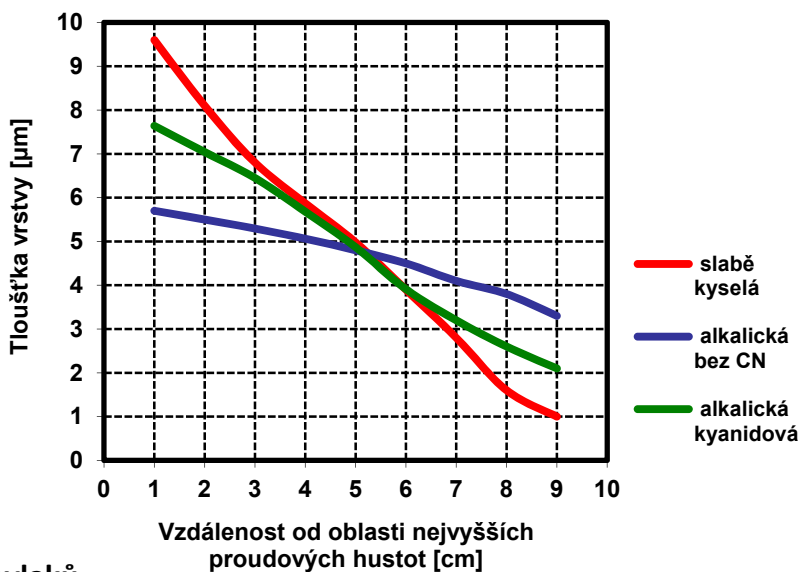
- Vylučování zinku $Zn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Zn$
- Vývin vodíku $2 H_3O^+ + 2 e^- \rightarrow H_2 + 2 H_2O$
- $2 H_2O + 2 e^- \rightarrow H_2 + 2 OH^-$
- Redukce přísad

Podíl proudu, který je využit pro vyloučení kovu, se nazývá proudový výtěžek. Ten je u alkalických lázní závislý na proudové hustotě. Z následujícího grafu je zřejmé, že u alkalických lázní se stoupající proudovou hustotou výrazně klesá, zatímco u slabě kyselých lázní je v oblasti proudových hustot do 3 A/dm² prakticky konstantní. Tím v praxi narůstá doba potřebná pro vyloučení požadované tloušťky zinkového povlaku z alkalických elektrolytů. Naopak ve srovnání se slabě kyselými zinkovacími elektrolyty poskytují alkalické elektrolyty co do tloušťky rovnoměrněji vyloučené zinkové povlaky.

Graf 1: závislost proudového výtěžku na proudové hustotě



Graf 2: závislost tloušťky zinkové vrstvy na proudové hustotě (zkouška v Hullově vaničce)



Vlastnosti zinkových povlaků

Vlastnosti zinkových povlaků vyloučených ze všech v současné době používaných typů elektrolytů jsou podobné a závisí na aktuálním způsobu vedení lázně. Slabě kyselé elektrolyty mají vzhledem k vyrovnávacím schopnostem a tím i lesku zinkové vrstvy nižší součinitel tření. Přehledně jsou vlastnosti uvedeny v následující tabulce.

Tab. 2: vlastnosti zinkových povlaků

Elektrolyt	Struktura	Tvrdost (HV)	Tažnost (%)	Vnitřní pnutí (N/mm ²)	Součinitel tření
Alkalický kyanidový	lesklá, FT-typ	110 - 140	1,0 - 1,5	D 30 - 40	0,32 - 0,40
Alkalický bezkyanidový	lesklá, FT-typ	80 - 150	1,1 - 2,2	D 30 - 40	0,30 - 0,34
Slabě kyselý	lesklá, FT/UD-typ	40 - 130	1,2 - 3,3	D 25 - 55	0,16 - 0,28

D = tlakové napětí, FT = rovinně orientovaná, UD = bez orientace

Slitinové povlaky zinku

Pokud člověk sleduje odbornou diskuzi v uplynulých letech o slitinových povlacích zinku, může nabýt dojmu, že se jedná o významnou inovaci. Ve skutečnosti ale byly slitinové zinkovací elektrolyty popsány před rokem 1900, ovšem s poznámkou, že jejich vedení je obtížné a nemá žádné rozumné využití. To se v současné době zásadně změnilo. V následující tabulce je uveden přehled slitinových zinkovacích elektrolytů, z nichž hlavní význam pro současný průmysl má elektrolyt zinek - nikl.

Tab. 3: přehled slitinových zinkových povlaků

Typ elektrolytu	Symbol (koncentrace legury)
ZnCo, slabě kyselý	ZnCo(0,6-1,2)
ZnCo, alkalický kyanidový	ZnCo(0,6-1,2)
ZnFe, alkalický bezkyanidový	ZnFe(0,3-0,6)
ZnCoFe, alkalický bezkyanidový	ZnCo(0,6-1,0)Fe(0,3-0,6)
ZnNi, slabě kyselý	ZnNi(12-15)
ZnNi, alkalický bezkyanidový	ZnNi(6-8)
ZnNi, alkalický bezkyanidový	ZnNi(12-16)
ZnSn, slabě kyselý	ZnSn(70-80)
ZnSn, alkalický kyanidový	ZnSn(70-80)

Historie slitinového povlaku zinek nikl

Historie vylučování slitinového povlaku zinek nikl sahá do osmdesátých let dvacátého století. V roce 1980 byla formulována první slabě kyselá lázeň s obsahem amonných iontů. V následujících letech bylo provedeno nemálo provozních zkušebních testů přímo na automobilech, v té době ještě s následnou ochranou v provedení žlutý chromát. Po několika letech testování bylo zjištěno, že díly pokovené povlakem zinek nikl vykazují nesrovnatelně nižší korozní napadení a nebylo zaznamenáno korozní napadení základního materiálu. Tím byl otevřen potenciál aplikace povlaku zinek nikl v automobilovém průmyslu.

V roce 1991 se na trh dostává alkalická slitinová lázeň zinek nikl s obsahem niklu 6 až 8 %, která je o dva roky později nahrazena lázní s 12 až 15 % niklu. Důvodem pro zvýšení obsahu niklu je vylučování korozně vysoce odolné γ fáze poskytující vynikající ochranu proti korozi základního materiálu.

Dalším vývojem byla v roce 2002 aplikace membránové technologie mající za cíl snížení množství rozkladných produktů v lázni a zvýšení její účinnosti. Membránová technologie našla uplatnění zejména v oblasti hromadného pokovení. Pro klasické technologie bez membrán byly vyvíjeny postupy pro čištění lázni od rozkladných produktů.

V roce 2017 byl patentován nový typ anod pro alkalické elektrolyty zinek – nikl, jejichž použitím lze jak snížit produkci rozkladných produktů, tak i měrnou spotřebu přísad potřebných pro provoz elektrolytu.

Aplikace slitinových povlaků zinek nikl při pokovení litinových součástí brzd automobilů vedla k dalšímu vývoji slabě kyselých lázní. V roce 2005 se na trh dostává lázeň bez amonných iontů.

Nařízení Evropské unie o likvidaci starých automobilů z roku 2007 vedlo k náhradě převážně žlutých, ale i černých chromátových povlaků založených na bázi šestimocného chromu. Náhradou se staly pasivace na bázi trojmocného chromu poskytující transparentní, duhové a černé barevné varianty. Výhled na zákaz používání kobaltu v příštích letech vedl k formulaci nových bezkobaltových pasivací.

Vlastnosti a přednosti

Slitinový povlak zinek nikl se v porovnání se zinkovým povlakem vyznačuje několika zásadními odlišnostmi. V následujícím přehledu jsou uvedeny hlavní z nich.

- *Snížená tvorba korozních produktů*
- *Žádná kontaktní koroze s hliníkem a jeho sloučeninami*
- *Tepelně stabilní ochrana proti korozi*
- *Dobrá přilnavost pro nanášení následných organických povlaků*
- *Vynikající ochrana proti korozi základního materiálu*
- *Dobrá otěruvzdornost*
- *Žádná tvorba whiskerů*

Typy slitinových lázní zinek nikl

Slitinový povlak zinek nikl je možné vylučovat ze dvou základních typů lázní. Slabě kyselá a alkalická. Oba typy lázní poskytují vylučovaným povlakům požadovanou tepelnou a protikorozní ochranu, v některých vlastnostech, jako je např. rozložení tlouštěk slitinového povlaku, vylučovací rychlost, proudový výtěžek, vhodnost použití při pokovení litinových dílů, možností následně černé pasivace se, však liší. Liší se také náročností na technologické vybavení, systémem rozpouštění anod, koncentrací kovů v lázni, ionty zajišťujícími vodivost, celkovou solností či postupem úpravy odpadních vod, analytickými metodami, apod.

Slabě kyselá lázeň zinek nikl vylučuje slitinový povlak s 12 až 15 % niklu zaručujícími jeho požadované vlastnosti v širokém rozsahu katodických proudových hustot od 0,5 do 4 A/dm². Předností je možnost přímého pokovení litinových dílů a vyšší vylučovací rychlost uplatňující se např. při hromadném pokovení geometricky jednoduchých dílů. Nevýhodou je nerovnoměrné rozložení tlouštěk.

Alkalická slitinová lázeň zinek nikl vylučuje rovněž povlak s požadovanými 12 až 15 % niklu. Na rozdíl slabě kyselých lázní poskytuje podstatně lepší rozložení tlouštěk vylučovaného slitinového povlaku. Této přednosti se využívá při pokovení tvarově složitých součástí. Další předností je pokovení

s pomocnými anodami přinášející možnost dalšího zlepšení rozložení tlouštěk slitinového povlaku případně až zdvojnásobení plochy pokovovaného zboží na jedné katodové tyči a tím zvýšení hospodárnosti technologického procesu. V praxi se používají univerzální lázně i speciální lázně pro bubnové i pro závěsové pokovení.

Využití v praxi

Slitinový povlak zinek nikl je aplikován především na součásti automobilů. V motorovém prostoru se používají zinko-niklované držáky motoru a pohonu, ovládací páky motoru a vedlejších agregátů, spojovací prvky, skříňové zámky, součásti výfukového potrubí, rozvody provozních kapalin, atd. V brzdovém systému se slitinovým povlakem zinek nikl chrání třmeny a držáky brzd, části potrubního systému a spojovací materiál. Na podvozku se jedná o hřídele, součásti tlumičů, spojovací materiál atd. Dalšími odběrateli jsou zpracovatelé ocelových pásů, výrobci vlakových souprav a letadel.

Závěry a výhledy

Slitinový povlak zinek nikl v praxi prokazuje své pozitivní vlastnosti a zaznamená se stále širší uplatnění při výrobě komponent automobilů z celého světa. Použití moderních velkokapacitních galvanických automatů umožňuje optimalizaci nákladů a otevírá tak cestu k aplikaci i u menších modelů nebo levnějších automobilů.

Další vývoj směřuje ke zvýšení účinnosti a provozní stability zinko-niklovacích elektrolytů, zlepšení rozložení tlouštěk slitinového povlaku, formulaci lázní pokovujících s co největší jistotou neušlechtilé automatové oceli, náhradě kobaltu v pasivačních lázních a zvýšení užitečných vlastností utěšňovacích lázní.

Použitá literatura:

- [1.] Dr. Roland PFIZ, Zink-Nickelabscheidung - Verfahrenübersicht, Schichteigenschaften, Nachbehandlung
- [2.] Ralph KRAUß, Zink-Nickel sauer oder alkalisch? Ein Systemvergleich
- [3.] Firemní návody firmy SCHLÖTTER GALVANOTECHNIK, Geislingen, Německo

Antikorozní a dekorativní zinksilikátové nátěry k úpravě ocelových konstrukcí

Karel Denk – Pragochema, spol. s r.o.

1. Úvod

Anorganické zinkové povlaky se silikátovým pojivem, jinak nazývané též zinksilikátové nátěry (dále ZSN) patří vedle organických zinkových nátěrů do skupiny základních nátěrů s vysokým obsahem antikorozního pigmentu - zinkového prachu v netěkavém podílu nátěru (75 – 95 % hmotn.) a jsou v nominálních tloušťkách suché vrstvy 50 – 80 µm určeny buď jako samostatné ochranné vrstvy, nebo častěji jako základní nátěry v kombinaci s vrchními organickými nátěry k protikorozní ochraně ocelových konstrukcí stavebních i technologických v atmosférách o stupni korozní agresivity C2 – C5 i jiných prostředích (voda, půda, ropné produkty, neutrální soli). Protože pojivem ZSN je látka výlučně anorganického charakteru – gel kyseliny křemičité o velmi vysoké porozitě (30 – 40% obj.), vytvářejí tyto povlaky významnou specifickou skupinu antikorozních nátěrů s užitečnými vlastnostmi mnohdy výrazně odlišnými od nátěrů organických a dokonce i organických zinkových, které se často spíše blíží kovovým zinkovým povlakům zhotoveným žárovým nástřikem (metalizací) nebo ponorem v tavenině. Rozdělení ZSN a způsoby vytváření jsou podrobněji zmiňovány jinde, např. v [1,2], a proto nebudou již v tomto příspěvku dále diskutovány.

Cílem tohoto příspěvku není podrobný popis korozního chování ZSN vs. kovových Zn povlaků, nýbrž spíše porovnat jejich korozní odolnost a ochrannou funkci a vymezit podmínky jejich použitelnosti v atmosférických prostředích s dominantním znečištěním oxidem siřičitým (průmyslové atmosféry) a aerosolů chloridů (přímořské atmosféry) pomocí standardizovaných laboratorních korozních zkoušek a dále zdůraznit zlepšení jejich užitečných vlastností u tzv. organicky modifikovaných ZSN s vyšší tolerancí vůči úpravě podkladu pod nátěr a zvýšenou odolností proti vzniku trhlin při nadměrných tloušťkách. Pro porovnání byly vedle organicky modifikovaného ZSN na pojivové bázi přehydrolyzovaného ethylesteru kyseliny křemičité pigmentovaného zinkovým prachem o průměrné velikosti sférických částic 4 µm do zkoušek zahrnuty i kovové zinkové povlaky a jeden komerčně dostupný epoxidový nátěr bez obsahu kovového zinku a s výrazně bariérovou ochrannou funkcí. Kromě zinksilikátových antikorozních primerů jsou rovněž zmíněny organicky modifikované ZSN s výrazně sníženým obsahem kovového zinku, které poskytují vrchní vrstvy se vzhledově zajímavým metalickým povrchem s možností využití pro restaurátory a architektky.

2. Použití a specifické vlastnosti ZSN

Jak už bylo uvedeno, ZSN vykazují vysokou ochrannou účinnost k protikorozní ochraně ocelových konstrukcí stavebních (např. mosty, stožáry) i technologických (např. potrubí, potrubní mosty, pece, skladovací nádrže, zařízení pro těžbu ropy z mořského dna) v atmosférách o stupni korozní agresivity C3 (střední), C4 (vysoká) a C5 (velmi vysoká) dle ČSN EN ISO 12944-2, ale i v dalších prostředích (vody, půda) o hodnotě pH 5,5 – 10,5. Většinou se kombinují s vrchními organickými nátěry s nezmydelnitelným pojivem na bázi epoxidu, epoxidehtu, polyurethanu, chlorkaučuku, akrylátu, vinylu, silikonu. Velmi vhodné se pro atmosférická prostředí ukazují jako vrchní nátěry rovněž vodouředitelné disperzní styrenakrylátů a v poslední době zejména hybridní epoxysiloxany. Rovněž ČSN EN ISO 12944-5 předepisuje ZSN s obsahem zinkového pigmentu min. 80% v netěkavém podílu pro ochranu ocelových konstrukcí pro kategorie korozní agresivity C2, C3, C4, C5-I a C5-M.

Specifické vlastnosti ZSN na rozpouštědlové bázi v porovnání s organickými nátěry včetně organických zinkových nátěrů jsou shrnuty v tab. 1.

Tab. 1: Specifické vlastnosti ZSN v porovnání s organickými povlaky

Vlastnost ZSN	Porovnání s organickými povlaky
Vysoká odolnost proti podkorodování v místě defektů a poškození	Většinou vyšší ochranná funkce než u organických nátěrů srovnatelné i vyšší tloušťky a min. stejná jako u organických zinkových povlaků se stejným obsahem kovového zinku v sušině nátěru
Odolnost proti vysokým teplotám do 400°C, nízkým teplotám a teplotním šokům a v kombinaci se silikonem pigmentovaným lístkovým hliníkem lze odolnost ještě zvýšit na min. 500°C	Až na určité výjimky (tepelně vytvářené silikonové nátěry pigmentované kovovým hliníkem) nelze dosáhnout
Dobré frikční vlastnosti (součinitel tření min. 0,45), použití pro ochranu třecích ploch šroubových spojů ocel. konstrukcí	Organické povlaky jsou nepoužitelné
Po dokonalém vytváření (u rozpouštědlových typů na stupeň 5 dle ASTM D 4752) vysoká odolnost proti mechanickému	Lze dosáhnout pouze některými typy nátěrů (epoxidy, PU,

namáhání (abraze, úder)	epoxysiloxany)
Absolutní odolnost proti biologickému napadení (plísně, houby) při používání ve vlhkých tropech	Lze ztěžít dosáhnout organickými nátěry bez obsahu speciálních biocidů
Vysoká chemická odolnost proti ropným produktům a většině organických rozpouštědel i při trvalém ponoru a rozstříku	U většiny organických nátěrů nelze zaručit
Velmi vysoká odolnost proti vzniku osmotických puchýřů ve vlhkém a mokřem prostředí	U organických nátěrů nanesených v běžných tloušťkách (do cca 100 μm) nelze vznik osmotických puchýřů nikdy vyloučit, a to zejména při pigmentaci pod KOKP ¹⁾ (lesklé nátěry) a/nebo podkladu znečištěném rozpustnými solemi
Možnost kombinace se systémem katodické ochrany ocel. konstrukcí při ochranném potenciálu až -1,2 V/SCE ²⁾ bez destrukce ZSN	U epoxidových a epoxidehových nátěrů doporučeno polarizovat na potenciál -0,8 V/SCE, potenciál negativnější než -1V/SCE značně snižuje životnost nátěrů (vznik katodických puchýřů)
Vysoká odolnost proti gama záření a neutronovému záření – použitelnost v jaderné energetice	Nelze dosáhnout u organických povlaků
Vzhledem k obsahu elektricky vodivého pigmentu i nižšímu odporu silikátového pojiva je hodnota povrchového odporu v řádu 10 ³ až 10 ⁴ Ω [3], tj. o 2 – 3 řády nižší než u organických povlaků a vyhovují tedy požadavkům na ochranu proti statické elektřině, např. při ochraně nádrží na skladování hořlavých kapalin I. třídy nebezpečnosti (max. přípustná hodnota je 10 ⁶ Ω).	Běžné organické povlaky, záměrně neupravované pro zvýšení elektrické vodivosti, nevyhovují

1)KOKP – kritická objemová koncentrace pigmentu

2) SCE - standardní kalomelová elektroda

3. Specifické požadavky při aplikaci ZSN

Na druhé straně je však při aplikaci ZSN nezbytné respektovat určité požadavky těchto povlaků – jejich shrnutí viz tab.2.

Tab. 2: Specifické požadavky ZSN v porovnání s organickými povlaky

Požadavek ZSN	Porovnání s organickými povlaky
Pro dosažení kotvícího profilu a zajištění dostatečné přilnavosti vyžadují tryskání podkladu ostrohranným abrazivem (zcela neplatí pro organicky modifikované ZSN, viz dále).	Kotvící profil podkladu ani předepsaná min. drsnost nejsou obvykle nutné
Nelze aplikovat na zbytky organických nátěrů a povrchu znečištěném organickými látkami (mastnoty) – nedostatečná přilnavost	Při dodržení výrobcem doporučených časových intervalů mezi jednotlivými vrstvami je vzájemná přilnavost mezi vrstvami obvykle vyhovující a v případě rozpouštědlových typů i vyšší tolerance vůči zamaštěnému podkladu
U organicky nemodifikovaných typů nutnost dodržení horní toleranční meze tloušťky suché vrstvy nátěru 130-150 μm, protože při vyšších tloušťkách dochází k tzv. "bahennímu praskání", často patrné i pouhým okem, viz obr. 1	Organické povlaky nejsou k nadměrným tloušťkám v takové míře citlivé
Při aplikaci stříkáním nutno zajistit průběžné pomalé promíchávání zásobní nádrže stříkacího zařízení, protože dochází k odsazování těžkého zinkového pigmentu	Až na speciální případy (organické nátěr. hmoty s obsahem kovového zinku) není míchání nezbytné
Při nanášení stříkáním nutnost přiměřeného naředění zinkosilikátové nátěr.hmoty a úprava stříkacího tlaku v závislosti na klimatických podmínkách, protože může docházet k tzv. "suchému nástřiku", zejména při zvýšených teplotách a za větru	U organických nátěrů je tendence k "suchému nástřiku" podstatně nižší
Horší rozliv a estetický vzhled ZSN, většinou se řeší kombinací s vrchními organickými nátěry	Zajištění vzhledu a lesku je u organických povlaků většinou podstatně méně problematické
ZSN obvykle vyžadují delší časové intervaly pro nanášení vrchních organických nátěrů (značně závisí na klimatických podmínkách), protože vrchní nátěry musí být zhotoveny na <u>vytvrzený</u> ZSN, požadovaný stupeň vytvrzení pro rozpouštědlové typy je alespoň 4 dle ASTM D 4752 (tzv. "MEK" test)	U organických nátěrů lze další vrstvy nanášet ihned po zaschnutí předchozí vrstvy, naopak, nadměrné prodlužování intervalů mezi vrstvami může způsobovat problémy s jejich vzájemnou přilnavostí.
Před aplikací většiny vrchních organických nátěrů je nutno nejprve provést penetraci běžného organicky nemodifikovaného ZSN velmi naředěnou nátěrovou hmotou (1 : 1 až 1 : 2) nebo nejprve aplikovat adhezní mezivrstvu	U organických nátěrů není mezi jednotlivými vrstvami penetrace nutná

(tzv. „tie coat“) protože jinak se mohou objevit vzduchové bubliny či kráterky v následné vrstvě organického nátěru (neplatí pro organicky modifikované ZSN)	
--	--



Obr. 1. Bahenní praskání běžného organicky nemodifikovaného ZSN na bázi předhydrolyzovaného ethylsilikátu při tloušťkách nad 150 μm v důsledku smršťování gelového pojiva při jeho zasychání.

4. Ochranná funkce ZSN a korozní odolnost

Obecně lze konstatovat, že pro posouzení ochranné funkce ZSN je rozhodující obsah kovového zinku v netěkavém podílu nátěr. hmoty – s jeho rostoucím obsahem se ochranná funkce nátěru zvyšuje. Protože však při značném plnění zinkem se zhoršují fyzikálně-mechanické i aplikační vlastnosti nátěrů, je třeba respektovat určitý kompromis a obvykle se doporučují hodnoty 75-90% hm. obsahu kovového zinku v netěkavém podílu nátěr. hmoty. Podobně jako kovové zinkové povlaky obsahují i ZSN, alespoň v určitém období od jejich zhotovení, kovový zinek ve formě prášku, který rovněž do značné míry určuje jejich korozní a ochranné vlastnosti. Navíc je však přítomno i silikátové pojivo s velkým objemem (v řádu desítky procent objemu gelu) gelových submikroskopických pórů o průměru několika nanometrů a tedy s obrovským měrným povrchem (řádově stovky m^2/g). Vzniká tedy předpoklad k povrchové reakci zinkových částic s hydroxylovými skupinami gelu za vzniku polysilikátů zinečnatých, které se tak stávají vlastním pojivem zbylého nezreagovaného kovového zinku. Silikáty zinku jsou ve vodě zcela nerozpustné a jakožto inertní obal zinkových částic zvyšují chemickou odolnost celého ZSN v prostředích o pH 5,5 – 10,5, zejména v průmyslových a přímořských atmosférách a mořské vodě [4] a jejich korozní napadení se projeví pouze povrchově jako nálet nerozpustných bílých korozních produktů zinku (bílé rzi).

V první fázi zinkové nátěry, podobně jako kovové zinkové povlaky, vykazují elektrochemický (katodický) mechanismus ochrany založený na tom, že v příslušném korozním prostředí je elektrodový potenciál kovového zinku o cca 0,4 V negativnější než potenciál chráněného podkladu – železa, např. v mořské vodě je elektrodový potenciál zinku $-1,05\text{ V}$ a železa cca $-0,65\text{ V/SCE}$. Pokud jde o elektrochemický ochranný mechanismus, pak

za ochranný potenciál je prakticky považován, je-li negativnější než $-0,8\text{ V}$ (oproti SCE), a ten je u ZSN udržován po výrazně kratší dobu než u kovových zinkových povlaků, což souvisí s vysokým odporem článku Zn/Fe daným nízkou elektrickou vodivostí korozních produktů i zmíněných pojivových silikátů zinku. Neexponované (čerstvě připravené) ZSN i organické zinkové nátěry vykazují potenciál mezi $-0,9\text{ V}$ a $-1,1\text{ V/SCE}$ [5] podle typu pojiva, obsahu kov. Zn v nátěru a jeho tloušťce. Tato funkce je podmíněna elektrickým kontaktem zinkových částic ZSN s chráněným podkladem (ocelí)

a současně i s elektrolytem (atmosférické srážky či kondenzát) s rozpuštěným kyslíkem, které také musí být v kontaktu s ocelí [6]. I když bylo experimentálně ověřeno [5], že u ZSN se katodický ochranný mechanismus uplatňuje po výrazně delší dobu než u organických zinkových nátěrů, jde v každém případě o relativně krátkou dobu v porovnání s jejich požadovanou ochrannou funkcí (roky až desetiletí). Po určité době se začínají uplatňovat bariérový a filtračně-destimulační mechanismus ochrany, které probíhají prakticky současně, a které se stávají dominantním po celý zbytek technického života ZSN. Bariérový mechanismus spočívá v postupném utěsnění porézní struktury ZSN nerozpustnými korozními produkty zinku, které podle typu a korozní agresivity atmosféry, ve které jsou exponovány, mohou být oxid zinečnatý, hydroxid zinečnatý, zásadité uhličitany zinečnaté, oxychloridy a zásadité chloridy zinečnaté a zásadité sírany zinečnaté. Principem filtračně-destimulačního mechanismu je inaktivace korozních stimulatorů (voda, kyslík, SO_2 , Cl^{-1}) reakcí s kovovým zinkem obsaženým v ZSN za vzniku výše uvedených nerozpustných korozních produktů zinku. [6].

5. Organicky modifikované ZSN

Kromě současných ekologických tlaků výrazněji omezovat použití kovového zinku i jeho sloučenin v nátěr. hmotách (dle chemické legislativy jsou klasifikovány jako nebezpečné životnímu prostředí) jsou určitými omezujícími podmínkami bránícími většímu rozšíření ZSN požadavky na náročnější přípravu povrchu pod nátěr (vyžadují kotvící profil dosažitelný pouze tryskáním ostrohranným abrazivem typu G) a dodržení horní toleranční meze tloušťky (viz tab. 2). Proto ve snaze o snížení citlivosti ZSN k bahennímu praskání, dosažení lepší smáčitelnosti povrchu a zvýšení horní toleranční meze tloušťky byly přidávkou relativně malých množství organických přísad a pryskyřic formulovány organicky modifikované ZSN [7] tak, aby vysoká teplotní i chemická odolnost vůči zůstaly zachovány jako u nemodifikovaných typů (viz tab. 1). Modifikací se u takto formulovaných nátěrů zvýšila horní toleranční mez tloušťky ze 130 μm na min. 200 μm a lze je aplikovat i na povrch o nižší drsnosti, přičemž postačí i tryskání zakulaceným abrazivem typu S často používaných při tryskání ocel. profilů v průběžných tryskačích s metacímí koly, popř. je za podmínky dokonalého odmaštění a odstranění zbytků starých organických nátěrů možná i aplikace na povrch netryskaný vůbec či dokonce povrch zarezlý a pouze mechanicky očištěný ocel. kartáčem. Současně bylo rovněž zjištěno, že není nutné provádět penetrační nátěr před aplikací následného organického nátěru, jako je tomu u běžných nemodifikovaných ZSN.

6. Zkušební postupy

K posouzení korozní odolnosti a ochranné účinnosti organicky modifikovaného ZSN v porovnání s kovovými zinkovými povlaky, slitinovým povlakem Zinakor 850 a epoxidovým nátěrem, a to jednak v průmyslových atmosférách s dominantním znečištěním oxidem siřičitým, jednak v atmosférách přímořských se znečištěním aerosoly chloridů, byly ve shodě s ČSN EN ISO 12944-6 provedeny tyto urychlené laboratorní korozní zkoušky:

- a) Zkouška v neutrální solné mlze NSS dle ČSN EN ISO 9227, trvání 1000 hod
- b) Cyklická zkouška oxidem siřičitým a kondenzací vlhkostí dle ČSN ISO 6988, trvání 1440 hod

Tab. 3: Specifikace testovaných povlaků

Nátěr/Zn povlak	Obsah kovového Zn v netěkavém podílu nátěru / Zn povlaku (hmotn. %)	Úprava povrchu oceli pod nátěr/povlak	Tloušťka povlaku (μm)
Pragokor Metal E, organicky modifikovaný ZSN, 2-složkový, rozpouštědlový na bázi předhydrolyzovaného ethylsilikátu, výrobce Pragochema, označení OMZSN, aplikace pneumatickým stříkáním	83	tryskání na Sa 2,5 ocel. drtí, drsnost střední, komparátor G dle ČSN EN ISO 8503-1	60 - 90
metalizace zinkem, označení <i>met Zn 60</i>	min. 99,5	dtto	80 - 100
zinkový povlak nanesený ponorem v tavenině, označení <i>žár.Zn ponor</i>	min. 98	odmaštění a kyselý moření	60 - 90
Zinakor 850, žárově stříkaný slitinový povlak, označení <i>Zinakor 850</i>	složení povlaku 85% kov. Zn + 15% kov. Al	tryskání na Sa 2,5 ocel. drtí, drsnost střední, komparátor G dle ČSN EN ISO 8503-1	120 - 200
vysokosušivý epoxidový nátěr pigmentovaný Al s výrazně bariérovou ochrannou funkcí, označení <i>epoxid/Al</i> , aplikace pneumatickým stříkáním	bez obsahu kovového Zn	hladký za studena válcovaný plech pouze odmaštěný	90 - 120

Pro posouzení ochranné účinnosti proti podkorodování v místě mechanického poškození povlaku byly ve zkoušce solná mlha zkušební vzorky opatřeny vrypem k podkladu.

7. Výsledky korozních zkoušek

Předem je třeba zdůraznit, že obecně platí podobně jako při všech urychlených zkouškách není možné na jejich základě přímo odvozovat životnost testovaných povlaků ve skutečných prostředích s příslušným korozním stimulem, např. ve zkoušce neutrální solná mlha vychází korozní rychlost zinkového povlaku (žárově zinkování ponorem v tavenině) v řádu až několik mm/rok, zatímco v praxi je v mořské vodě jeho korozní rychlost cca 25 μm/rok a v přímořských atmosférách ještě výrazně méně. Jejich výpovědní schopnost je nutno posuzovat spíše relativně, tj. jako rozdíly v korozním chování a ochranné účinnosti mezi jednotlivými typy.

Vzhled povlaků po korozních zkouškách (exp.) v porovnání s neexponovaným OMZSN je uveden na obr. 2 a 3:



OMZSN neexp. – trysk.



OMZSN exp.-trysk.



OMZSN exp.-brouš.



Zinakor 850 exp. – trysk.



epoxid/Al exp.- odmašť.



žár. Zn ponor exp.- moř.



met Zn 60 exp.– trysk.

Obr. 2. Porovnání korozní odolnosti testovaných povlaků po 1000 hod zkoušky NSS, podklad ocel tryskaná/mořená/odmaštěná/broušená brusným papírem SiC



OMZSN neexp.– trysk.

OMZSN exp. – trysk.

Zinakor 850 exp. – trysk.

Epoxid/Al exp.– odmašť.

Obr. 3. Porovnání korozní odolnosti testovaných povlaků po 1440 hod zkoušky kondenzační s SO_2 , podklad ocel tryskaná/odmaštěná

8. Dekorativní organicky modifikované ZSN

Výrazným snížením obsahu kovového zinku a pomocí dekorativních anorganických pigmentů lze naformulovat 2 složkové organicky modifikované ZSN, jejichž ochranná funkce je sice výrazně nižší než u ZSN primerů s vysokým obsahem zinku, které však na druhé straně poskytují dekorativní povrchy s metalickým efektem ztěží dosažitelných běžnými typy organických nátěrů, zejména pak pokud jsou povrchy těchto nátěrů lehce mechanicky rozleštěny do kovového lesku po jejich dokonalém vytvrzení. Je nutné zdůraznit, že určité zbytkové množství kovového zinku je i v těchto nátěrech nezbytné k zachování chemické reaktivity systému jakožto podpůrného procesu při vytvrzování ZSN. Tyto nátěry lze aplikovat buď jako samostatné vrstvy (ve vnitřních prostorách), nebo jako vrchní nátěry v kombinaci se ZSN primery (v prostředích vystavených povětrnosti), přičemž bylo dosaženo velmi dobré vzájemné kompatibility. Potenciální využití těchto organicky modifikovaných zinksilikátových nátěr. systémů může tedy být v oblasti památkové péče, např. při ochraně ocel. a litinových historických artefaktů a prvků tzv. industriální architektury z 19. a poč. 20. století, např. při požadavku památkářů na dosažení původního kovářského vzhledu předmětů a konstrukčních prvků historických objektů (okenních mříží, kovových prvků dveří atd.). Tímto typem nátěru byla rovněž vytvořena „umělá rez“, která imituje rovnoměrně zarezlý povrch ocel. a litinových konstrukcí, což je někdy architektky vyžadováno. Praktickou aplikaci imitujícího kovářsky zhotovené železné prvky v antracitovém odstínu viz obr. 4.



Obr. 4: Mříže před bočním vchodem do chrámu sv. Víta opatřené kompletním organicky modifikovaným zinksilikátovým nátěrovým systémem – základní vrstva organicky modifikovaný ZSN s vysokým obsahem Zn / vrchní nátěr v odstínu antracitovém, nanášení štětcem, povrch dodatečně rozleštěn, úprava podkladu tryskání ostrohranným abrazivem, vpravo viz detail natřené konstrukce.

9. Závěry

Na základě dosud provedených korozních zkoušek organicky modifikovaného ZSN aplikovaného na oceli čisté i zkorodované a v porovnání s ostatními kovovými zinkovými povlaky a epoxidovým nátěrem pigmentovaným Al přibližně stejné tloušťky lze formulovat tyto závěry:

- V atmosférách s dominantním znečištěním oxidem siřičitým (průmyslové atmosféry) vykazuje organicky modifikovaný ZSN stejnou ochrannou funkci jako povlak Zinakor 850
- Korozní odolnost organicky modifikovaného ZSN je v atmosférách s dominantním znečištěním aerosoly chloridů (přímořské atmosféry, sezónní vliv posypových solí k údržbě komunikací) je přibližně stejná jako u povlaku Zinakor 850 a výrazně vyšší než u čistě zinkových kovových povlaků met Zn60 a žár.Zn ponor.
- Na rozdíl od organicky modifikovaného ZSN, kovových Zn povlaků a Zinakor 850 neposkytují bariérově formulované organické nátěry bez obsahu kovového zinku (epoxid/Al) dostatečnou ochrannou funkci v místě poškození nátěru (okolí řezu).
- Organicky modifikovaný ZSN si zachovává, podobně jako Zinakor 850, vysokou ochrannou funkci jak v ploše, tak i proti podkorodování v místě porušení nátěru.
- Na rozdíl od organických nátěrů se v organicky modifikovaném ZSN nevytvářejí osmotické puchýře při expozici ve vlhkých a mokřích prostředích.

- Organicky modifikované ZSN s vysokým obsahem kov. zinku mohou být i na zkorodovaném mechanicky očištěném povrchu vhodnými základními vrstvami jak pod organické vrchní nátěry s nezmýdelnitelným pojivem, tak i pod organicky modifikované ZSN se sníženým obsahem kov. zinku, které vhodnou pigmentací a po mechanickém rozleštění vytvářejí povrchy s „kovovým“ charakterem a mohou být využitelné i při ochraně ocel. a litinových konstrukčních prvků památkových objektů.

Použitá literatura:

- [1.] Denk K. „Anorganické zinkové nátěry v protikorozní ochraně ocelových konstrukcí“, Sborník přednášek z konference Povrchové úpravy, Havlíčkův Brod, 2007
- [2.] Denk K. „Současné možnosti uplatnění vodou ředitelných anorganických zinkových nátěrů v protikorozní ochraně ocel. konstrukcí“ Sborník přednášek z 39. konference o nátěr. hmotách, Seč u Chrudimi, str. 285 – 302, 2008
- [3.] Horák Z. „Některé aspekty náhrady metalizace povrchu anorganickými nátěr. systémy“ KOM, 47(4), 2003, str. 75 – 78
- [4.] Munger C. G. „Influence of Environment on Inorganic Zinc Coatings“, Materials Performance, No. 3, 1977, str. 33 – 36
- [5.] Morcillo M., Felio S., Knápek B., Simancas J., Kubátová H. „A new pigment to be used in combination with zinc dust in zinc-rich anticorrosive paints“, Pigment & Resin Technology, 27(3), 1998, str. 161 – 167
- [6.] Malá R., Novák P., Bouzek K. „Mechanismus protikorozního účinku zinkem plněných nátěrových hmot na ocelovém podkladu“, sborník 30. konference Projektování a provoz povrchových úprav, Praha, 2004, str. 15-19.
- [7.] Denk K. „Organicky modifikované zinksilikátové nátěry“, Konstrukce 4, 2003, str. 35 - 36

Repase metacích kol zlepšuje obraz tryskání, hospodárnost a využitelnost zařízení

Rychlejší a efektivnější tryskání tlakových odlitků ze slitin hliníku a s lepším výsledkem tryskání



Stavební díly ze slitin hliníku mají při tryskání zvláštní požadavky. K tomu patří použití neželezných tryskacích médií, jelikož zbytky slitin železa mohou způsobit na povrchu odlitku korozi. Pro optimální výsledek tryskání se vyžaduje použití hliníkového tryskacího média vzhledem k jeho nízké specifické hmotnosti avšak s vyšší rychlostí výhozu a jeho množstvím. Výrobce dílů pro automobily proto nahradil metací kola svého tryskacího zařízení vysoce výkonnými metacímí koly Gamma G od firmy Rösler. Výsledek není pouze jen značně lepší výsledek tryskání, nýbrž signifikantně zvýšená průchodnost a zredukovaná spotřeba energie a náklady na údržbu.

Obchodní oddělení odlitků z lehkých kovů skupiny společností Handtmann je strategickým partnerem v automobilového průmyslu v oblasti vedení pohonů, podvozků a karoserií. V sídle společnosti v Biberach nad Riss, tak jako v závodech Annaberg, Košice (Slovensko) a Tianjin (Čína) provozuje Handtmann přes 80 plně automatizovaných strojů pro lití pod tlakem se studenou komorou s uzavírací silou až do 4.000 tun, na kterých jsou zpracovávány veškeré slitiny hliníku a hořčíku.

Cíl: Vyšší tryskací výkon a jistota ve výrobním procesu

V saském závodě Annaberg jsou vyráběny hliníkové tlakové odlitky, jako jsou, mimo jiné, olejové vany, opěry do převodovek a nosiče motorů. Aby se odstranily otřepy, zaoblily ostré hrany a dosáhlo se definované struktury povrchu, jsou stavební díly následně tryskány. Stávající průběžné závěsné tryskací zařízení nejen že nemělo požadovanou průchodnost, ale mělo vysokou spotřebu energie. „Používaný hliníkový sekaný drát má v porovnání menší váhu a má tedy menší energii, takže akceptovatelný výsledek tryskání byl dosažitelný pouze při plném výkonu zařízení a při velmi dlouhé době tryskání. „Kromě toho se stále zanášela metací kola, což vedlo k výpadkům zařízení,“ upřesnil Raffael Schaarschmidt, vedoucí oddělení mechanického opracování u firmy Handtmann v Annaberg.

Nápomocna měla být optimalizace zařízení, proto se zákazník obrátil na TuneUp, jedno z oddělení Rösler Oberflächentechnik, které se zabývá výhradně modernizací tryskacích zařízení – a to, jako v tomto případě, na stroji cizího výrobce. Rozsah výkonu se rozšířil od zvýšení výkonu přes přizpůsobení se změněným požadavkům až po optimalizaci energetické efektivity. Toto bylo dosaženo kromě jiného také výměnou metacích kol, pro které byly nabídnuty různé alternativy.

Lepší výsledek tryskání v kratším čase s menší spotřebou energií

„Rösler nás podrobně informoval o možnostech Retrofitu (repase) s novými metacímí koly a vypracoval pro nás propočty hospodárnosti. Rozhodli jsme se, že obě stávající metací kola budou nahrazena metacímí koly Gamma 400 G-T“, vysvětluje Raffael Schaarschmidt. Vysoce výkonná metací kola Rosler s Y-designem se vyznačují zakřivenými oboustranně použitelnými metacímí lopatkami. Oproti běžným lopatkám umožňují velmi plynulý pohyb tryskacího média. Toto vede při identickém průměru a stejném počtu otáček metacího kola k efektivnějšímu zrychlení tryskacího média a tím k vyššímu výhozu a rychlosti dopadu, z čehož vyplývá průměrné zvýšení tryskacího výkonu kolem 25 procent. Pohon mohl být díky tomu snížen z dřívějších 11 kW na 9 kW. „Přesto se nižším výkonem, kterým se uspoří energie, dosáhnou metací kola Gamma značně vyšší tryskací výkon. Dosahujeme tím lepšího výsledku tryskání v kratší době, což nám dodatečně zvýšilo kapacitu tryskání“, říká vedoucí oddělení.

Vlastní konstrukce metacích kol dále zajišťuje malé víření tryskacího média na metacích kolech a daleko více přesný a stabilní tryskací obraz. To se sebou zároveň přináší kratší čas tryskání při současném snížení opotřebení zařízení.

Nižší náklady na údržbu a optimalizace využitelnosti

Další předností Y-designu je, že se metací lopatky dají snadno otočit a mohou se použít oboustranně. Tato výměna může být provedena v méně než deseti minutách. Upevnění metacích lopatek se může uvolnit přímo po odejmutí krytu údržby. Ty mohou být potom vyjmuty, otočeny, opět umístěny v metacím kole a upevněny. „Od té doby, kdy pracujeme s metacím koly Gamma, se nám snížily náklady na údržbu, kromě toho nemáme problémy s ucpáváním metacích kol. Využitelnost zařízení je díky Retrofit zvýšena“, uvádí Raffael Schaarschmidt.

Rychlá amortizace

U firmy Handtmann Leichtmetallguss v Annaberg vedla modernizace tryskacího zařízení k viditelné optimalizaci ve výrobě. Také nižší specifická váha neželezného tryskacího média je více než vyrovnána vyšším tryskacím výkonem metacích kol Gamma. Mohl být nejen zlepšen výsledek tryskání a spolehlivost výrobního procesu, nýbrž také byla zvýšena produktivita. Tato opatření se vyplatí také z finančních aspektů. Potom úspory při údržbě, náhradních dílech a energií umožňují, že investice je v méně než dvou letech amortizována. „Retrofit nám v každém ohledu hodně přinesl, s výsledkem jsme velmi spokojeni“, shrnuje krátce Raffael Schaarschmidt.

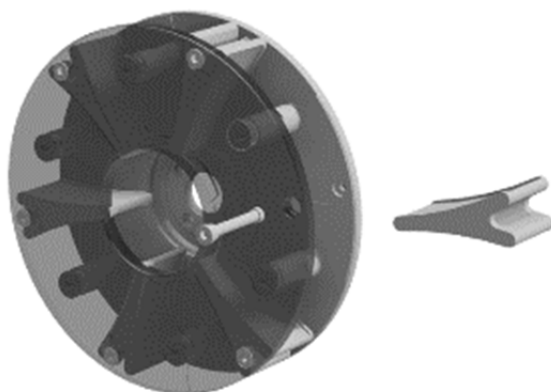
Rösler Oberflächentechnik GmbH je jako mezinárodní vedoucí výrobce na trhu omílacích a tryskacích zařízení, lakovacích a konzervačních systémů, tak jako dodavatel provozních prostředků a technologií pro racionální povrchovou úpravu (odstranění otřepů, okují, písku, leštění, omílání.) kovů a jiných materiálů. Ke skupině Rösler – patří vedle německých závodů v Untermerzbach/Memmelsdorf a Bad Staffelstein/Hausen pobočky ve Velké Británii, Francii, Itálii, Holandsku, Belgii, Rakousku, Srbsku, Švýcarsku, Španělsku, Rumunsku, Rusku, Brazílii, Jižní Africe, Indii, Číně a USA.



Obr. 1: Výměna metacích kol umožňuje, že tryskací médium dopadá s požadovanou rychlostí na hliníkové tlakové odlitky a tím dosáhne optimální obraz tryskání a zároveň je zkrácena doba tryskání, čímž se zvýší produktivita.



Obr. 2: Vedle vysokého tryskacího výkonu hovoří pro Retrofit s metacím koly Gamma 400 G také úspora energie, snížené náklady na údržbu a náhradní díly.



Obr. 3: Díky Y-Designu lopatek metacích kol Gamma 400 G kol mohou být tyto lopatky použity oboustranně. Na výměnu je zapotřebí méně než deset minut.

Zinkový prášek jako antikoroziční složka v ochranných nátěrech - Přehled vývoje a aplikace

doc. Ing. Miroslav Svoboda, CSc., Ing. Jaroslava Benešová, doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
– ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie

Zinkový prášek byl prvně použit jako pigment v nátěrových hmotách v roce 1840 (**Lit. 1**). Využívala se však pouze jeho vysoká kryvost a nikoliv jeho elektrochemické vlastnosti. Začátkem minulého století nebylo uvažováno o práškovém zinku jako pigmentu účinné složky základních nátěrových hmot. Vhodnou sloučeninou pro nátěrové hmoty je zmiňován oxid zinečnatý (**E. Votoček: Chemie Anorganická, Praha 1945.**). V knize **K. Hrabě: Technologie laků (Vědecko-technické nakladatelství Praha 1950)** je citován článek **J. Kozáka: Hrst poznatků z výroby laků a barev v USA a Jižní Americe** publikovaný v časopise **Chemický obzor č. 4 v roce 1947**. Zinek a pozinkované železo se proti oxidaci chrání práškovým zinkem. Zpravidla na 80% práškového zinku připadá 20 % zinkové běloby a organickým pojivem je lak ze dvou dílů lněného oleje a jednoho dílu fenolformaldehydové pryskyřice. Nátěry z této barvy se v americké armádě zhotovovaly na vnitřky zásobníků na pitnou vodu, které byly dopravované do míst, kde byl její nedostatek.

Použití zinkového prášku jako účinné složky v základních antikorozičních nátěrech propracovali Mayne J.E.O. a Evans U.R. (**Lit. 2**). Nátěrové hmoty tohoto typu obsahovaly v sušině 92 % až 96 % hm. zinkového prášku. Účinnost nátěrů na obsahu v nich Zn prášku znázorňuje výsledky korozních zkoušek **tabulka 1 (Lit. 3)**

Obsah Zn, % hm.	Doba ke vzniku koroze v řezu	Poměr Zn pigment / pojivo % hm.
86	1 až 2 dny	86 / 14
91	10 až 20 dnů	91 / 9
95	2 roky	95 / 5

Ochranný účinek zinkových nátěrů se nezhorší při náhradě 20 % hm. zinku oxidem zinečnatým (**Lit. 4**), což je umožněno určitou elektronovou vodivostí oxidu zinečnatého (**Lit. 3**).

Při kontaktu zinkové částice s ocelí dochází ke korozi zinku a u povrchu oceli se zvyšuje hodnota pH vody prodifundované nátěrem. Pojivo zinkových nátěrů má odolávat vyšším hodnotám pH.

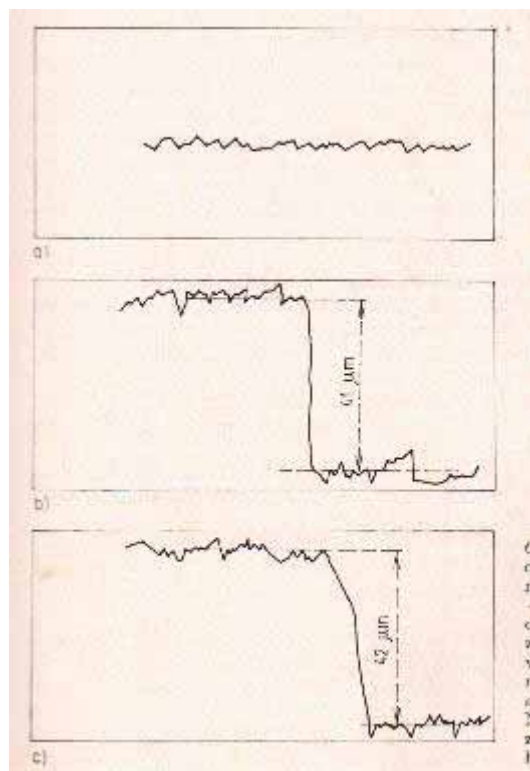
V současné době se často používají pojiva organická, zejména epoxidová a anorganická, na bázi etylsilikátu. **Zvláštní oblast představují zinkové anorganické nátěry na bázi rozpustných ve vodě křemičitanů.**

V případě zinkových prášků a některých sloučenin na bázi zinku vydala komise EU směrnici 2004/73/ES, která uvádí (a také její transpozice do českého právního řádu uvádí (**Lit.5**)), že byl nově klasifikován zinek a některé jeho sloučeniny z hlediska ekologie následujícím charakterem: zinek byl reklasifikován ve formě prášku z (č.EU 030-001-00-1 – pyroforický a 030-002-00-7 – stabilizovaný) – nově je klasifikován také jako nebezpečný pro životní prostředí (N). U stabilizovaného prášku zinku je to jediná klasifikace, tzn. odpadá hořlavost. Chloridu zinečnatému (č. EU 030-003-00-2) byla přidána nebezpečná vlastnost Xn (při požití) a opět změněné hodnoty limitních koncentrací. Síran zinečnatý (č. EU 030-006-00-9) byl reklasifikován a jeho dosavadní (Xi) (dráždí oči a kůži) bylo změněno na Xn, ale dráždivost pro oči byla zpřísněna na R 41 – nebezpečí vážného poškození očí. Nová klasifikace se dále týká těchto sloučenin zinku: fosforečnanu zinečnatého (č. EU 030-011-00-6) a oxidu zinečnatého (č.EU 030-013-00-7). Oba nyní jsou klasifikovány N, R 50/53. **Je žádoucí získat novější informace o faktorech, které ovlivňují možnost použití zinkového prášku v základních antikorozičních nátěrech. Práškový Zn, jak se zdá, je stále používán.** Velké plochy pozinkovaných ocelových povrchů v případě ocelových stožárů, střešních krytin, ocelového pletiva a dalších ocelových výrobků produkují jistě značné množství korozních produktů obsahujících sloučeniny zinku, které se rozptylují do životního prostředí, ale zatím nevyvolávají významnou ekologickou pozornost. V USA se používají pro ochranu ocelových stožárových a mostních konstrukcí nátěrové systémy se základním zinkovým nátěrem organického, nebo anorganického typu. Obsahem diskuze odborníků byly vzniklé problémy s anorganickým základním nátěrem (**Lit. 6**). Dle jednoho účastníka jednání, problém vznikl nedostatečným vytvrzením anorganického etylsilikátového základního nátěru. Nátěr byl na omak zaschlý, ale nebyl vytvrzen. (Poznámka: anorganický

etylsilikátový zinkový nátěr potřebuje k vytvrzení vodu k rozložení etylsilikátu a vytvoření anorganické kostry vrstvy základního nátěru). Nedostatek vody neumožňuje uskutečnit tuto změnu. Stupeň vytvrzení může být zkoušen dle standardu ASTM D 4752-87 postupem označovaným jako MEK test tj. metyl-etyl-ketonový test. Druhý diskutující uvádí názor, že v případě anorganických základních zinkových nátěrů dochází v praxi k účinku elektrochemické ochrany, kdežto v případě epoxidových zinkových základních nátěrů jsou částice Zn obaleny pojivem a nátěr pak chrání podklad bariérovým mechanismem. Tento nátěr nevyužívá plně vlastnosti zinkového prášku. Organický zinkový nátěr vyžaduje vyšší obsah zinkového prášku, než nátěr anorganický. Dle třetího diskutujícího vysoký obsah zinkového prášku v nátěru vede k jeho vyšší pórovitosti a nízké vnitřní kohezi. V případě anorganických základních nátěrů s vysokým obsahem zinkového prášku dochází někdy při použití vrchního nátěru ke vzniku v něm, před zaschnutím, puchýřků. Malé puchýřky vznikají tím, že dochází k úniku vzduchu, nebo pár rozpouštědel, zachycených v pórovitém pojivu. Mnoho firem zhotovujících nátěry se snaží minimalizovat vznik puchýřku tím, že před použitím vrchního nátěru zhotovují tenký (a thin, quick coat) povlak a po jeho zaschnutí zhotovují celkový vrchní povlak. Anorganický zinkový nátěr poskytuje dobrou ochranu podkladu, je proto někdy vhodné nezhotovovat vrchní nátěr. Anorganický zinkový nátěr je křehký a může popraskat, je-li zhotoven ve vysoké tloušťce. Proto se zhotovuje v nátěrovém systému o tloušťce menší než 5 mils (127 μm) suchého nátěru, ačkoli samotný může být úspěšně použit při větší tloušťce. Zinkové etylsilikátové základní nátěry jsou používány pro nové stavební objekty a organické zinkové nátěry jako údržbový základní nátěr (maintenance primer). Epoxidová nátěrová hmota se snadno aplikuje i o vyšší tloušťce bez vzniku prasklin. Nátěr anorganického zinkového silikátu je elektrovodivý. Organický zinkový nátěr nevyžaduje na rozdíl od anorganického zinkového nátěru vysoký stupeň čistoty otryskaného ocelového povrchu a snadno se opatřuje vrchním nátěrem. Dle čtvrtého diskutujícího oba druhy zinkových nátěrových hmot nabízejí dobrou protikorozní ochranu ocelovému povrchu. Epoxidové zinkové základní nátěry a epoxidové materiály, jak se zdá jsou více prověřené a vykazují vynikající přilnavost ke kovovému povrchu a nevyžadují tak dokonalou přípravu natíraného ocelového povrchu, jako zinkové etylsilikátové (anorganické) materiály. Pátý diskutující uvádí, že etylsilikátový zinkový nátěr odolává vysoké teplotě, kdežto epoxidový zinkový nátěr pouze do teploty 150 $^{\circ}\text{C}$.

Výsledky zkoušky uskutečněné s použitím klasického organického zinkového nátěru na ocelových vzorcích, rozhraní nátěr – nechráněný ocelový povrch, zachycuje následující obrázek. Profilogramy (po odstranění nátěru po zkouškách) znázorňují: vzorek (a) zkouška ve vodovodní vodě,

(b) zkouška v 3 % hm.roztoku NaCl a zkouška (c) v 10 % hm. roztoku NaCl. Vertikální zvětšení 100 x a horizontální 20 x. Zinkové nátěry při jejich poškození, jak je vidět, budou v rýze v nepříliš znečištěné atmosféře a vodě chránit ocel a nikoliv však v roztocích chloridů (Lit.7).



O ochranných vlastnostech zinkových nátěrů je určitý počet prací. První práce (Lit. 2) uvedena zde na str.1v tabulce 1 uvádí ochrannou účinnost v závislosti na obsahu Zn v nátěru.

Publikace (Lit.8) se opírá o práce autorů článku a citovanou literaturu a uvádí, že ochranný účinek zinkových nátěrů má několik fází. Po zhotovení nátěru je jeho povrch souvislý a tím chrání podklad před agresivitou okolního prostředí. V další fázi dochází k jeho navlhování, což vede k uplatnění elektrochemického mechanismu ochrany. Postupně

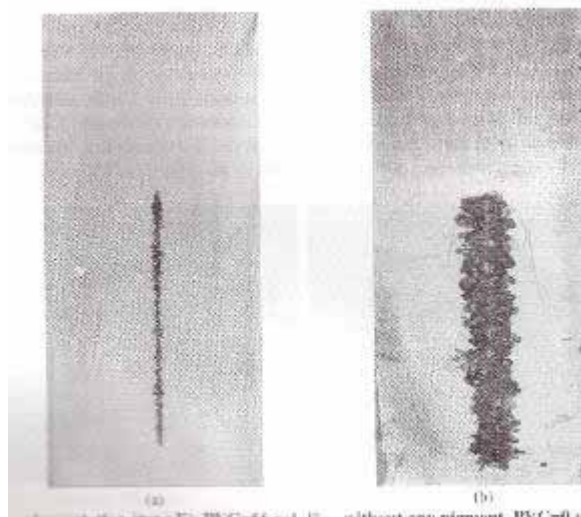
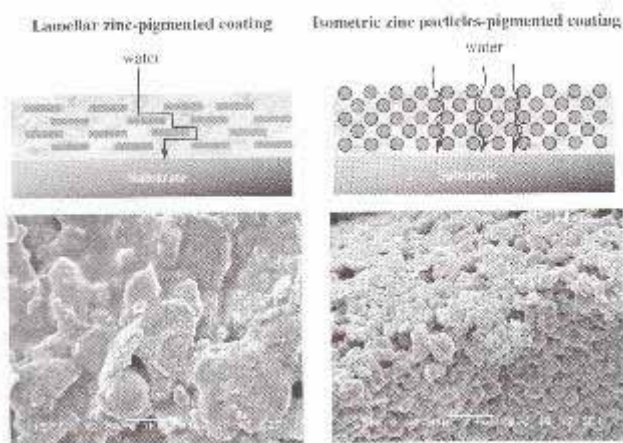
se rozpouští zinek za vzniku málo rozpustných sloučenin, které utěsní póry v nátěru a tím se zabrání průniku kapalného prostředí a nátěr chrání ocelový podklad bariérovým mechanismem. Urychlené laboratorní zkoušky v 3 % hm. roztoku NaCl prokázaly, že v tomto případě působí elektrochemický mechanismus ochrany poměrně krátkou dobu.

Tím také lze vysvětlit charakter výše uvedených našich obrázků, které ukazují nepříznivý vliv chloridových iontů v korozním prostředí a malou účinnost v tomto případě hrany zinkového nátěru (Lit.7).

Kromě uvedeného elektrochemického účinku zinkových nátěrů na jejich ochranný účinek jsou propracovány a publikovány další možné účinky, jako je bariérový a neutralizační mechanismus (Lit. 9), bariérový a filtrační mechanismus (Lit. 10). K této problematice je řada dalších podobných prací.

Zinkový prášek dlouhodobě používaný v praxi měl částice sférického charakteru. V pozdější době byla řada výzkumných prací v oblasti zinkových nátěrů zaměřena na studium vlivu velikosti a tvaru části na ochranné vlastnosti. Publikace (Lit. 11) uvádí výsledky studia vlivu hustoty 5 druhů částic sférického charakteru ($6,86 \text{ g cm}^{-3}$ až $7,05 \text{ g cm}^{-3}$) a jejich velikosti (5,6 μm až 3,0 μm) a jednoho druhu částic lamelového charakteru (hustota $6,13 \text{ g cm}^{-3}$, průměrná velikost částic 25,6 μm). Pojivem v modelových nátěrech byla epoxyesterové pryskyřice. Pro vhodné reologické vlastnosti povlaků byl při formulaci použit bentonit. Nátěry byly formulovány při použití různého obsahu zinkového prášku a to od 0 do 10 až 70 % obj. Uvedená průměrná velikost částic byla stanovena laserovou difrakcí). Neuvedena v našem výtahu velikost částic byla stanovena pomocí rastrovací elektronové difrakce, která je o cca 15 až 20 % menší. Povlaky získané s použitím lamelárních částic vykazují lepší fyzikálně-mechanické vlastnosti, než povlaky se zinkovým práškem sférického typu a menší propustnost pro vodu. Korozní zkoušky v solné mlze vedly k rozlišení rozdílů mezi nátěry obsahujícími sférické zinkové prášky o různé velikosti částic. Optimální koncentrace Zn prášku odpovídá KOKP (kritické objemové koncentraci pigmentu). V případě lamelárního zinkového prášku

je nevhodnější jeho koncentrace 20 % objemových. Následující levé obrázky znázorňují cesty difúze kapaliny v případě sférického pigmentu a lamelárního pigmentu. Pravé dva obrázky znázorňují vzorky po výsledcích 500 hodinové korozní zkoušky: levý vzorek ze dvojice znázorňuje nátěr pigmentovaný zinkovým práškem typu E (označení vzorků při zkouškách) při obsahu v nátěru 66 % OKP (objemová koncentrace pigmentu v nátěru) a pravý obrázek bez obsahu v nátěru aktivního zinkového pigmentu.



Zkoušky s různými kombinacemi zinkového prášku sférického charakteru a lamelárního charakteru, v epoxidovém pojivu ukazují, že použití lamelárního zinkového prášku působí příznivě na přilnavost nátěrů podrobených korozním zkouškám. Nátěry na bázi lamelárního zinkového prášku mají při 50 % OKP nejvyšší korozní odolnost. To prokázaly 2500 hodinové zkoušky v solné mlze. Hodnota OKP pro sférické zinkové částice má být kolem 60 % (Lit. 12).

Publikace (Lit.13) je věnovaná problémům souvisejícím s elektrochemickou ochrannou účinností povlaků uvádí získané experimentální výsledky. Pro zkoušky byly použity zinkové nátěry a vzorky žárově pozinkované oceli. Jednalo se o komerční zinkové nátěrové hmoty a to jedna na bázi epoxidového pojiva a jedna na bázi etylsilikátového pojiva. Získané výsledky ukazují, že žárově pozinkovaná ocel poskytuje ocelovému povrchu třikrát větší ochranu, než nejlepší zinkový nátěr. Elektrochemická ochranná účinnost zinkových nátěrů na bázi etylsilikátového pojiva je nesrovnatelně lepší, než nátěrů na bázi epoxidového pojiva. Použité vrchní nátěry na obou druzích zinkových nátěrů a na pozinkovanému ocelovému povrchu snižují účinnost katodické ochrany v místech dutin a pórů (void). Korozní zkoušky vzorků byly uskutečněny ponorem do 0,1 M (molárního) roztoku chloridu sodného po dobu 12 měsíců při laboratorní teplotě. Pomocí rastrovací elektronové mikroskopie byla na příčných řezech vzorků po zkouškách zjištěna přítomnost chloridů na vnějším povrchu vzorků a také na rozhraní ocelový povrch – nátěr.

Komplexní pohled na etylsilikátové nátěrové systémy poskytuje materiál firmy Sigma Protective Coatings (Lit. 14). Zinkové etylsilikátové nátěry jsou pórovité. Čerstvý nátěr nemá zaplněny všechny jeho prostory zinkovými částicemi. V praxi to vede k puchýřkování vrchních nátěrů a k obtížnému odstraňování nečistot ulpělých na jejich povrchu. Po několikaměsíčním vystavení účinkům atmosféry se jejich pórovitost sníží utěsněním pórů solemi zinku, které vznikají reakcí zinkových částic s oxidem uhličitým obsaženým v ovzduší. Používané technologické předpisy nezahrnují požadavek stárnutí (zvětvování) zhotoveného čerstvého zinkového základního etylsilikátového nátěru po dobu jednoho roku nebo dvou měsíců před zhotovením vrchního nátěru. To vede často ke vzniku puchýřků ve vrchním nátěru. Pěnění vrchního nátěru je tím méně pravděpodobné, čím byl delší interval mezi zhotovením základního zinkového nátěru a vrchního nátěru. Při zhotovování vrchního nátěru na pórovitém povrchu proniká část rozpouštědla do pórů, při čemž se zároveň snižuje teplota povrchu následkem dekomprese a náhlého odpaření rozpouštědla. Teplota znovu rychle vzrůstá, což vede k expanzi vzduchu a plynu v pórech a rozpouštědla zadržovaná v pórech se také snaží uvolnit. Tyto kombinované akce jsou příčinou vzniku puchýřků. Čím je teplota vyšší, tím je větší uvedený problém. Zvýší-li se teplota povrchu následkem přímého vystavení slunci, pak je tento problém, tj. pěnění a vznik puchýřků, nejhorší. Puchýřkování vrchních nátěrů je více pravděpodobné u čerstvých zinkových etylsilikátových nátěrů a u nátěrů zhotovených při velmi nízké relativní vlhkosti ovzduší. Pravděpodobnost vzniku pórů nebo puchýřků ve vrchním nátěru závisí na jeho vlastnostech. Aplikace lesklého vrchního nátěru, tj. nátěru s vysokým obsahem pojiva, na zinkový základní nátěr může vyvolat problémy.

Puchýřky a póry, které jsou viditelné okem, vyžadují obnovení (opravu) vrchního nátěru. Velmi malé, sotva viditelné póry, jsou obvykle tolerovány a dokonce i když se zinek objeví v malých dírách, jsou tyto prosycené nátěrem (even if the zinc appears to be exposed at small holes, these are generally impregnated with coating). Občas vzniká otázka, zda póry jsou či nejsou uzavřeny. Obavy vznikají, je-li zinkový etylsilikátový nátěr vystaven účinkům atmosféry a může docházet ke korozi (poznámka: pravděpodobně se zde vychází z toho, že katodická ochrana poskytovaná oceli v soustavě zinek-ocel v atmosféře, nemá na rozdíl od stavu v roztocích elektrolytů dostatečný účinek v případě průchodných pórů). To se dá snadno zjistit zkouškou za pomoci vlhké houby a zapojení elektrické soustavy (low voltage wet sponge tester). Při použití této zkušební metody se obvykle nenaleznou póry na typickém zinkovém etylsilikátovém nátěru s epoxidovou mezivrstvou a vrchním polyuretanovým nátěrem. Póry se často nenaleznou již po nanesení epoxidového nátěru. Pro zamezení pěnění je nutno etylsilikátový zinkový nátěr nanášet tak, aby měl předepsanou tloušťku mokrého nátěru. Při zvýšených teplotách je nutno použít větší množství ředidla. Není přípustná větší tloušťka nátěru, než je předepsaná.

Musí být zamezeno vzniku suchého nástřiku a v případě, že k tomu došlo, se musí suchý nástřik odstranit před zhotovením další vrstvy například epoxidového nátěru. Suchý nástřik má charakter prášku, který se dá odstranit lehkým přebroušením apod. Toto se má uskutečnit velmi rychle při vysoké teplotě okolí, kdy je obvykle v noci značná kondenzace (rosa).

Pro zamezení vzniků pórů lze doporučit (i když ne se 100% účinností) několik postupů: **a)** nanesení plniče, nazývaného též jako vazební nátěr. Nanáší se o tloušťce 50 μm suchého nátěru – Sigmarite sealer 7420; **b)** speciálně formulovaný vrchní nátěr – Sigmarite build coat 7459;

Je-li základní nátěr porézní a dochází k pěnění, pak zaprášení a nanesení vrchní nátěrové hmoty může tomu odpomoci. Základní nátěr je v první fázi utěsněn velmi tenkým (stěží souvislým) nátěrem. Poté, obvykle v rozmezí 15 minut je tento tenký nátěr překryt nátěrem odpovídající tloušťky. Tento způsob lze použít při nízkých teplotách, ale často neposkytuje očekávané výsledky při vyšších teplotách. Je nutno se vyvarovat toho, aby první vrchní nátěr byl nanášen v době, kdy se očekává zvýšení teploty. Nanáší-li se vrchní nátěr na povrch, který je vystaven slunci v době, kdy se jeho teplota snižuje, lze se tím vyvarovat vzniku pórů. Tam, kde toho nelze docílit, lze použít Sigmarite sealer 7420.

Etylsilikátový zinkový nátěr potřebuje vlhkost ke svému vytvrzení a snížení pórovitost. Povrch může být omyt čistou vodou. Při vysoké tloušťce základní zinkový nátěr podléhá rozpraskání. Velikost tloušťky závisí na formulaci a pohybuje se od 75 µm do 200 µm.

Studium rychlosti vytvrzování etylsilikátových zinkových nátěrů (**Lit. 15**) vyúsťuje v závěr, že **příčiny rozdílů** ve vytvrzování individuálních základních nátěrů nebyly stanoveny. Všechny nátěrové hmoty základních nátěrů byly zhotoveny hlavními výrobci a je nepravděpodobné, že žádný z těchto výrobců stále vyrábí produkt, který se nevytvzuje. Je možné, že to souvisí s variací reaktivity od várky do várky před-hydrolizovaného etylsilikátového pojiva, jeho skladovatelnosti a podmínkami skladování materiálu. Jinou možnou příčinou by mohla být variace reaktivity zinkového prachu, což se projevuje ve vytvrzování. Velmi důležitou lekcí je, že nelze brát za plnou informaci pro vytvrzování technickou informací o materiálu (the technical data sheet). Vždy je vhodné použít ASTM standard D 4752 (tj. zkoušku MEK test) o citlivosti povlaku na rozpouštědlo před zhotovením dalšího povlaku.

Významné příspěvky z problematiky zinkových nátěrů jsou uvedeny ve sborníku přednášek z konference PROTEZINK – Progressivní technologie ZINKování, konané v Hustopečích 21. – 22.6.2017. Konferenci organizoval Institut povrchových úprav (InPÚ). Tento příspěvek vznikl za podpory projektu TAČR Centra kompetence – CVPÚ - TE 02000011.

Použitá literatura:

- [1.] Anonym: Ind. Finishing 10 (125), 45 (1958)/;
- [2.] Mayne J.E.O., Evans U.R. /Soc. Chem. Ind. Rev. 22, 109 (1944)/;
- [3.] Mayne J.E.O. : Brit. Corros. J. (3), 106 (1970);
- [4.] Anonym: JOCCA 37, 483 (1954);
- [5.] A. Fuchs: Co nového přináší směrnice komise 2004/73/ES a její transpozice do českého právního řádu Sborník z 36. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách 23. – 25. 6 2005, Seč, str. 335 – 342.;
- [6.] PAINT SQUARE: Problém Solving Forum uskutečněného v 17. – 22. Srpnu 22, 2010;
- [7.] M.Svoboda, B.Knápek : Koroze a ochrana materiálu 3, 60 (1973);
- [8.] T.N.Ostanina, N.M. Rudoj, A. A. Solovjov, O. V. Jaroslavceva, O. Ju. Subbotina: Lakokrasočnyje materiály i ich priměnenije: č, 2 – 3, str. 31,34,36,38,40 (2000);
- [9.] A. Kalendová: Koroze a ochrana materiálu 45(2) 28 – 33 (2001);
- [10.] R. Malá, P. Novák, K.Bouzek: 30. Konference z mezinárodní účast „Projektování a provoz povrchových úprav“, konané 12. – 13., konané v Praze 10. a 11. března 2004“;
- [11.] A. Kalendová: Progress in Organic Coatings 46 (2003), 324 – 332;
- [12.] L.Hochmannová: Sborník z 39 Konference s mezinárodní účastí „Projektování a provoz povrchových úprav“ konané 12. a 13. března v Praze v roce 2013;
- [13.] S.A.Lindqvist, L.Mészáros, I. Svensson: Comments on the galvanic action of zinc-rich paints. JOCCA 68(2),34-40(1955);
- [14.] Sigma Protective Coatings: Protection and maintenance of ferrous and non-ferrous metals, March 1993;
- [15.] Geoff B. Byrnes, L.D.“Lou“ Vincent: Measuring the rate of Cure of Solvent-Based Inorganic Zinc Primers, Materials Performance 33(2), 31 – 34 (1994).



Fakulta strojní ČVUT v Praze ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy, nabízí technické veřejnosti, pro školní rok **2018 - 2019**, v rámci programu Celoživotního vzdělávání studijní program

GALVANICKÉ POKOVENÍ

Kurz je určen pro pracovníky galvanických provozů, kteří si potřebují doplnit vzdělání v této kvalifikačně náročné technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům a získat potřebné vědomosti o základních technologiích galvanického pokovení. Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníkům galvanoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu galvanických povrchových úprav. Postupně je probírána problematika této technologie v celém rozsahu potřebám 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



Garanti kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Ing. Petr Szelag

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

Kromě specializace na technologie povrchových úprav je možné připravit školení z dalších výrobních technologií či individuálně:

- Základní kurz pro pracovníky práškových lakoven
„Povlaky z práškových plastů“ – (dle počtu zájemců)
- Základní kurz pro pracovníky lakoven
„Povlaky z nátěrových hmot“ – (dle počtu zájemců)
- Odborný kurz zaměřený na protikorozní ochranu a povrchové úpravy OK
„Povrchové úpravy ocelových konstrukcí“ – (dle počtu zájemců)
- Odborný kurz zaměřený na žárové nástřiky
„Žárové nástřiky“ – (dle počtu zájemců)
- Odborný kurz zaměřený na žárové pokovení
„Žárové pokovení“ – (dle počtu zájemců)

Rozsah jednotlivých kurzů: 42 hodin (6 dnů)

✉
info@povrchari.cz

doc. Ing. Viktor KREIBICH, CSc.
+420 602 341 597



Ing. Jan KLIDLÁČEK, Ph.D.
+420 605 868 932

🌐
www.povrchari.cz



CENTRUM PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

KOROZNÍ INŽENÝR

Fakulta strojní ČVUT v Praze ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy, nabízí technické veřejnosti, pro školní rok **2018 - 2019**, v rámci programu Celoživotního vzdělávání studijní program

POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ KOROZNÍ INŽENÝR

Od února 2018 se předpokládá zahájení dalšího běhu studia, do kterého je možné se již přihlásit.

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

Studium je koncipováno tak, aby získané vědomosti umožnily pracovníkům v oblasti povrchových úprav (se vzděláním SŠ nebo VŠ) řešit nejen běžné aktuální odborné problémy, ale řešit i koncepční a perspektivní otázky z povrchových úprav a z oblasti protikorozních ochranných.

Způsobilost v tomto oboru je možno prokázat akreditovanou kvalifikací a certifikací podle standardu APC Std-401

„Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozní ochrany“.

Důraz je kladen na vytvoření uceleného přehledu teoretických a praktických poznatků v souladu s nejnovějšími znalostmi v oboru povrchových úprav a protikorozních ochranných.



Studium je uspořádáno tak, aby nejdříve byly doplněny znalosti základních teoretických disciplín a v návaznosti na tento teoretický základ získány znalosti z odborných předmětů a specializovaných technologií, týkajících se protikorozních ochranných a povrchových úprav ve strojírenství.

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

Podrobné informace včetně učebních plánů a přihlášku je možno získat na: info@povrchari.cz



info@povrchari.cz

doc. Ing. Viktor KREIBICH, CSc.
+420 602 341 597



Ing. Jan KUDLÁČEK, Ph.D.
+420 605 868 932



www.povrchari.cz

Odborné akce



14. MEZINÁRODNÍ
ODBORNÝ
SEMINÁŘ

**PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ
TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV**

29. - 30. 11. 2017
HOTEL MYSLIVNA
BRNO

Za mediální podpory:

BVV



Veletřhy
Brno



Technický týdeník



PRŮMYSLOVÉ
SPEKTRUM



Focus Nerez
*Diferenční řešení
pro nerezové konstrukce*

KONSTRUKCE

**STROJÁRSTVO
TROJIRENSTVÍ**

WWW.POVRCHARI.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 Aktivu 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

Reklamy

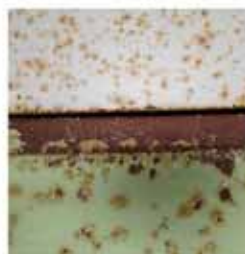


Institut
povrchových
úprav



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

ČIŠTĚNÍ VNITŘNÍCH POVRCHŮ



Nabízíme

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

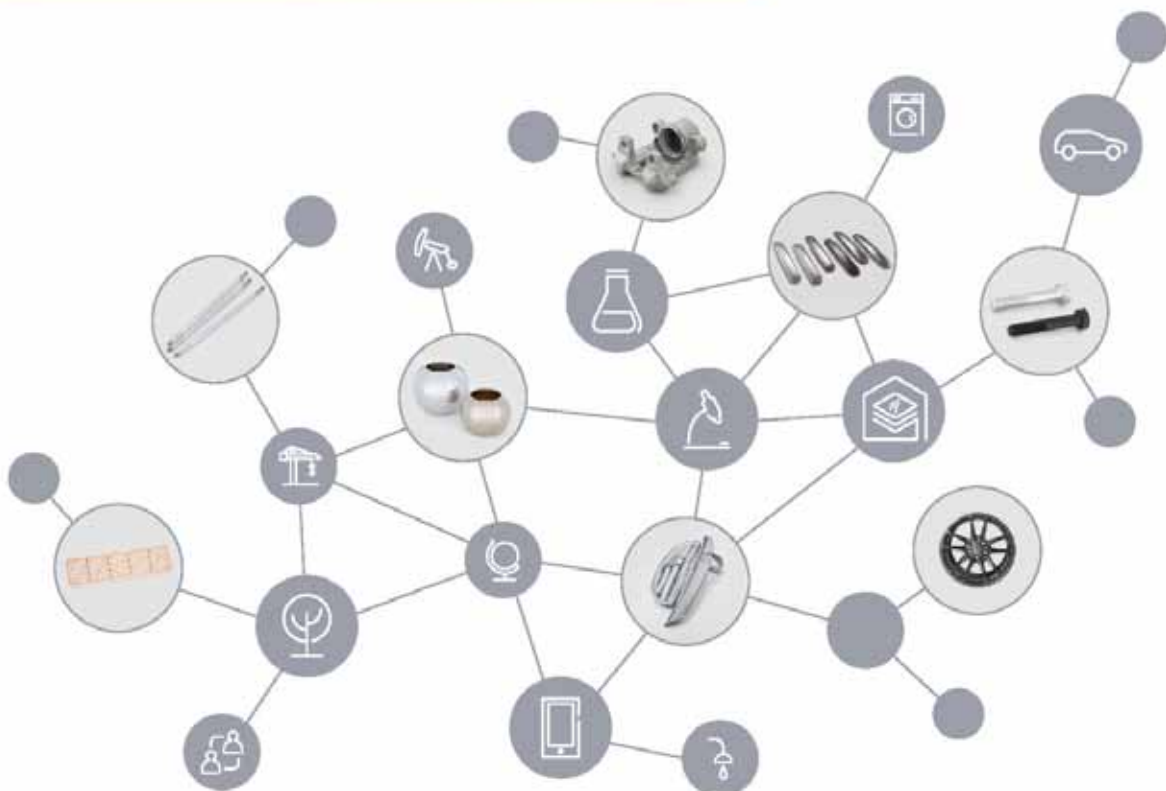
CTIV - Centrum technických informací a vzdělávání
Ústav strojírenské technologie
Fakulta strojní, ČVUT v Praze
Kontakt: viktor.kreibich@fs.cvut.cz, tel: 602 341 597

Atotech solutions

Nejmodernější procesy povrchových úprav



Řešení pro každý požadavek



Atotech nabízí procesy pro celou škálu aplikací dekorativních a funkčních povrchových úprav — od předúprav až po finalní utěsnění. Naše portfolio zahrnuje nejmodernější procesy pro dekorativní povlaky, protikorozní povlaky, otěruvzdorné povlaky, funkční povlaky pro elektroniku a podpůrné technologie pro lakování. Zaměřujeme se na dodávky chemie pro pokovování a povrchové úpravy, výrobních technologií a komplexních služeb pro průmysl povrchových úprav.

Atotech Deutschland GmbH
+49 (0)30 349850
info@atotech.com



Global head office

Technology for tomorrow's solutions

www.atotech.com

ODŠTĚPNÝ ZÁVOD

MERES

HENNLICH s.r.o.



HENNLICH

...Váš partner pro galvanotechniku

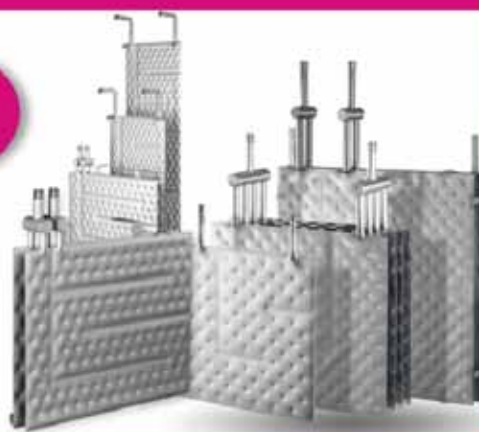


Elektrická ponorná topná tělesa

- prvotřídní kvalita a odolnost používaných materiálů
- kompletní technické poradenství
- plnohodnotné topné systémy včetně regulace teploty a hladiny lázně

Deskové tepelné výměníky pro galvanické lázně

- speciálně navrženy pro procesy galvanického pokovování
- minimální zástavba; vysoká chemická odolnost; vysoký koeficient přenosu tepelné energie
- pro ohřev i chlazení lázně
- lze použít samostatně i jako doplněk ke stávajícímu systému



Elektrovodná galvanická lůžka

- funkční a ověřený samoupínací systém na mechanickém principu
- zákaznická provedení na míru
- včetně závěsového a opěrného plastového programu



www.hennlich.cz/meres
meres@hennlich.cz





ZAŘÍZENÍ A TECHNOLOGIE PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

od renomovaných evropských firem



Zařízení pro odmašťování a čištění kovů

- komorové pračky, jedno i víceetapňové
- košové pračky, včetně rotace košů
- tunelové průběžné pračky
- ultrazvukové pračky pro vysoké nároky na kvalitu vyčištěné výrobky
- plně automatické linky
- speciální pračky pro velkorozměrové díly např. žele. dvojkolí a podvozky
- zařízení pro čištění plastických forem

www.finnsonic.fi
www.aquaclean.fi

Chemikálie pro odmašťování a čištění kovů

- jedinečné technologie s nízkou teplotou aplikace již od 30°C, zajišťují vysokou úsporu energie
- vysoká odlučitelnost olejů, tím dlouhá životnost lázní
- vysoká odmašťovací účinnost
- velký výběr typů chemikálií vč. ekologického odrezování
- zkoušky odmašťování u zákazníka zdarma

Galvanická zařízení

- zařízení všech druhů a velikostí
- zařízení pro úsporu galvanických elektrolytů a vody, drenážní bubny
- nejmodernější komponenty a příslušenství galvanických zařízení (např. usměrňovače, filtr. přístroje, bubny atd.)
- nejnovější zařízení pro šetrné nanášení dokončovacích technologií zvyšujících korozní odolnost zinkových vrstev, rotace a současné nakládání koše
- neutralizační stanice

Galvanotechnické technologie

- kompletní chemie pro galvanotechniku
- vysoká korozní odolnost technických povlaků (např. Zn/Co, Zn/Fe, Zn/Ni)
- maximální důraz na vzhled a hloubkovou účinnost dekorativních povlaků
- ELOC 6 pasivace bez obsahu šestimocného chromu, která umožňuje vytvořit vysoce korozně odolné transparentní, modré a žluté zinkové vrstvy, odsouhlaseno automobilovým průmyslem – Volkswagen atd.

www.dfmk-galvano.com

Tryskací zařízení

- zařízení pro mokré tryskání směsí vody a abraziva
- bezprašná a nehlukná technologie, šetrná vůči zákl. materiálu, neníčí závit, neucpává slepé otvory
- odstraňuje rez, karbon, laky a jiné tvrdší povlaky
- možnost současného odmaštění a otryskání
- zařízení pro suché tryskání stlačeným vzduchem, všechny velikosti a typy

Lakovací zařízení

- kompletní linky pro práškové a mokré lakování všech druhů a velikostí vč. předúprav
- jednotlivé komponenty lakovací kabiny, dopravníky, pece, předprava atd.

Tento prospekt slouží pouze jako stručný přehled námi nabízených zařízení a technologií. Sortiment těchto zařízení je velmi rozsáhlý. Kontaktujte nás, technicko-obchodní konzultace, nabídky zařízení a technologií provádíme rychle, podrobně a zdarma!

IPP Praha | Ing. Petr Penc | Šmolíkova 24 | 161 00 Praha 6 | www.ipp-penc.cz
telefon (+420) 233 311 381 | mobil (+420) 608 365 876 | e-mail ppenc@iol.cz; petrpenc@seznam.cz
profesionalita • kvalita • servis • příznivé ceny

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

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

Povrcháři ISSN 1802-9833

Šéfredaktor

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

Redakce

Ing. 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

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605 868 932

Redakční rada

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

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

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 vyšlá čísla je možné stáhnout na www.povrchari.cz