

# povrchová úprava

Príspevek k teoretickým základům tvorby fosfátového povlaku

Tribologické povlaky

Kataforetické lakování

Význam velké novely vodního zákona pro provozy povrchových úprav

PDF ČASOPIS ■ NOVÉ PŘÍPRAVKY - TECHNOLOGIE - SLUŽBY ■ ROČNÍK VIII. ■ LEDEN 2012

## ÚVODNÍ SLOVO

Dnešní doba se vyznačuje nepřeberným množstvím informací, které na každého z nás „útočí“ z novin, televize, inzerátů, prospektů, letáků, internetu. Pokud se nad nimi zamyslíme, zjistíme, že pro nás většina z nich není ničím užitečnou, případně nám ještě navíc zkazí náladu. Přesto ještě existují zdroje informací, zejména odborných, které vyhledáváme, dokonce za nimi jezdíme a těšíme se i na s účastí spojená příjemná setkání s přáteli. Jsou to různé odborné semináře, konference, výstavy a veletrhy, které se pravidelně stávají místem setkání odborníků. Jednou z těchto tradičních akcí v oblasti povrchových úprav je i Aktiv galvanizérů pořádaný tradičně vždy první únorové úterý v Jihlavě, kterému je věnováno toto vydání. Chtěli bychom Vás v něm seznámit s výběrem několika přednášek prezentovaných v Jihlavě na Aktivu galvanizérů v r. 2011.

Může to být i pozvánka k účasti na tom letošním (program a přihláška po kliknutí na <http://www.cspu.cz>)...

L. Pachta

## ZPRÁVY

Redakce děkuje organizátorům Aktivu galvanizérů v Jihlavě za souhlas s publikací níže uvedených přednášek.

## TVRDÉ CHROMOVÁNÍ – ŘÍZENÍ CHROMOVACÍHO PROCESU

ING. LADISLAV OBR, CSC, MACDERMID CZ, PRAHA

Funkční chromování, nebo-li ve zkratce tvrdochromování, tvoří velmi širokou a rozšířenou oblast chromování, při které jsou vylučovány tvrdé a otěruvzdorné povlaky chromu. Většinou se jedná o technické vrstvy tloušťky od několika µ do několika set µ a jejich vyloučení trvá i řadu hodin. Od prvního průmyslového zavedení chromování uplynulo již více jak 90 let, vždyť jeho počátky se datují k roku 1920. Nosnou a základní složkou chromovacích lázní je stále oxid chromový. U funkčního chromování se jeho koncentrace pohybuje v rozmezí 200 – 300 g/l. Optimální koncentrace je 250 g/l, neboť při této koncentraci je nejvyšší katodový proudový výtěžek. Primárním katalyzátorem jsou stále sírany, které se do lázně přidávají ve formě kyseliny sírové. Je paradoxní, že i znečištění používaného oxidu chromového sírany, vlastně působí katalyticky. U chromovacích lázní první generace působil v roli sekundárního katalyzátoru trivalentní chrom, který bylo vhodné udržovat v rozmezí koncentrace 3 až 7 g/l pracovního elektrolytu. U lázní druhé generace byly do funkčních lázní přidávány fluoridy nebo komplexní soli obsahující fluoroboritanový či fluorokřemičitanový aniont. Přítomnost těchto látek v lázni sice zvýšila katodový proudový výtěžek, ale také výrazně zvýšila agresivitu elektrolytu vůči základnímu materiálu. Nejnovějším trendem v oblasti vývoje chromovacích lázní třetí generace jsou organické, sekundární katalyzátory. Jedná se především o alkyly sulfonované kyseliny a jejich deriváty. Jsou používány v kombinaci s primárním katalytickým účinkem síranu.

Tabulka č. 1

Porovnání katodových proudových výtěžků u lázní pro funkční chromování

Typ funkční chromovací lázně	Katodový proudový výtěžek v %
Běžná síranová – 1.generace	10 – 13
Fluoridová – 2.generace	18 – 22
S organickým katalyzátorem – 3.generace	24 - 28

Tabulka č. 2

Porovnání průmyslového využití jednotlivých typů lázní pro funkční chromování

Typ funkční chromovací lázně	Podíl v % v roce 2009
Běžná síranová – 1.generace	30 – 35
Fluoridová – 2. generace	5 – 10
S organickým katalyzátorem – 3.generace	65 - 55

Ve výše uvedeném přehledu není zahrnuta lázeň „mléčný chrom“, která se používá jako první stupeň v technologii duplexního funkčního chromování. Její podíl, v průmyslovém využití klesá a je do 5%. V posledních letech se používá jen zřídka a to díky realizaci lázní 3. generace, u kterých je výrazně zvýšená korozní odolnost oproti lázním 1. generace.

Před rozhodnutím, jak se bude proces funkčního chromování řídit, je nutné rozhodnout, co se od procesu očekává a jaké jsou požadované vlastnosti vyloučeného povlaku. Výhodou je, že zařízení na funkční chromování, jak stávající nebo nové, je shodné pro obě uvažované generace lázní (1. nebo 3.). S ohledem na používané vyšší proudové hustoty u lázní 3. generace, je žádoucí prověřit výkon zdroje proudu. Základní porovnání vyloučeného povlaku je uvedeno v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3

Vlastnosti vyloučeného chromového povlaku

Vlastnost	Typická hodnota	
	Lázeň 1. generace	Lázeň 3. generace
Hustota ( g/cm <sup>3</sup> )	6,9 - 7,1	6,9
Mikrotrhliny (počet/cm)	100 - 150	400 - 700
Tvrdost (HV <sub>100</sub> )	900 - 1 000	1 100 - 1 250
Úbytek – Taber test (mg/10.tis.ot.)	30	6
Vzhled	pololesk	vysoký lesk

Dalším důležitým krokem v rozhodovacím procesu je zpracování nákladové a časové analýzy. Tu silně ovlivňuje velikost, skladba a sériovost upravovaných polotovarů. Ve své podstatě se jedná o rozhodnutí jakou zvolit před funkčním chromováním předpravu, zda provádět zdršňování v pracovní vaně či zvolit samostatnou lázeň a v neposlední řadě také rozhodnutí kolik pracovních van a o jakém objemu je vhodné realizovat. Výpočet spotřeby el. práce a doby vlastního chromování lze provést podle tabulek č. 4 a č. 5.

V následujících tabulkách č. 6 a č. 7 je podle předcházejících tabulek modelově spočítána a porovnána potřebná doba k vyloučení povlaku chromu o tloušťce 25µ v lázni 1. a 3. generace v závislosti na použité proudové hustotě. Již na první pohled je zřetelná úspora pokovovací doby, za použití stejných proudových hustot u lázně 3. generace oproti starší lázni, 1. generace. Zkrácení doby ovlivňuje dvojnásobný katodový proudový výtěžek u nejnovější lázně (viz tab. č. 1). Dalším důležitým činitelem, který může zamíchat dosahovaným výkonem a následně

skutečnou ekonomikou, je používané napětí. To obvykle není nastaveno a jeho velikost se automaticky řídí velikostí nastaveného proudu a vodivosti celého systému. Samotnou vodivost ovlivňuje jednak použité vlastní zařízení a jednak použitý chromovací elektrolyt a hlavně jeho čistota. Porovnání spotřeby el. práce u lázně 1. a 3. generace v závislosti na napětí je opět modelově uvedeno v následující tabulce. Důležitost dosažení co nejnižšího napětí je zcela evidentní.

Jaká však vede k dosažení těchto závěrů cesta?

Je vůbec možné i v provozní praxi vyhovět těmto teoretickým požadavkům?

Nestojí nás tato opatření víc, než velikost skutečně získaných úspor?

Tabulka č. 4

Výpočet spotřeby el. práce pro funkční chromování z Faradayova zákona

$$1 \text{ kg CrO}_3 = 1 \text{ 610 Ah (100\% katodový proudový výtěžek)}$$

$$\frac{\text{kWh}}{\text{kg CrO}_3} = \frac{1 \text{ 610 Ah} \times \text{napětí na lázni (V)}}{1 \text{ 000} \times \text{účinnost zdroj. pr.} \times \text{kat. proud.výtěžek}}$$

Tabulka č. 5

Výpočet doby pokovu pro funkční chromování

$$t \text{ (min.)} = \frac{60 \times h \text{ (}\mu\text{)} \times P \text{ (dm}^2\text{)} \times s \text{ (g/cm}^3\text{)}}{A_e \text{ (A/hod.)} \times i \text{ (A)} \times r \text{ (\%)}}$$

$t$  - doba v minutách       $r$  - katodový proudový výtěžek v %  
 $h$  - tloušťka vrstvy v  $\mu$        $A_e$  - elektrochemický ekvivalent v A/hod.  
 $P$  - plocha v  $\text{dm}^2$        $i$  - proud v A  
 $s$  - specifická hmotnost vylučovaného kovu v  $\text{g/cm}^3$

Prvním a důležitým krokem na „cestě minimalizace nákladů“ je volba zařízení a jeho pravidelná údržba. U volby zařízení se jedná především o správnou dimenzi kabelových přívodů, dostatečnou dimenzi katodových a anodových tyčí a volba vhodných anod s dostatečnou plochou. Neméně důležitá je pak skutečně pravidelná údržba a čištění zařízení. Důležitou částí zařízení pro chromování jsou závěsy a závěsová technika. Funkční chromování vyžaduje obzvlášť dostatečně dimenzované závěsy, které jsou schopné převést požadovaný proud. Velmi často se v provozech stává, že závěsy jsou elektricky poddimenzované, nepřevedou požadované množství proudu, ten se z části mění v teplo a výsledkem je rozčarování, že použitá technologie nespĺňuje avizované parametry a následně avizovaný výkon.

Tabulka č. 6

Porovnání doby vyloučení povlaku chromu o tloušťce 25 $\mu$  v lázni 1. a 3. generace v závislosti na použité proudové hustotě

Lázeň - generace	Proudová hustota A/dm <sup>2</sup>	Doba vyloučení min.	Zkrácení doby v min.	Zkrácení doby v %
1.	20	135,3		
1.	40	67,6	-	-
1.	60	45,1		
3.	20	62,4	72,9	53,9
3.	40	31,2	36,4	
3.	60	20,8	24,3	

V průběhu chromování dochází ke značnému vývinu a úletu aerosolu, obsahujícího mikrokapičky chromovací lázně. Ty se jednak dostávají do odsávání a způsobují po kondenzaci korozi zařízení, ale hlavně se aerosol usazuje na funkčním zařízení, spojích, kontaktech a po odpaření vody vytváří na těchto místech „krustu“ solí, která snižuje kvalitu kontaktů, či-li, zvyšuje odpor, snižuje vodivost. Proto je nutná pravidelná údržba a čištění zařízení. Ke snížení množství vznikajícího aerosolu se používají speciální tenzidy. Tenzidy starší generace vytvářely na hladině chromovací lázně nízkou, ale hutnou vrstvičku pěny, která tvořila „mechanickou přepážku“ ve které se mikrokapičky lázně zachycovaly. Nedostatkem těchto tenzidů bylo jednak to, že se současně v pění zachycoval

i unikající vodík a občas to pěkně „bouchno“ a jednak se tato pěna zachycovala na vyjímaném zboží, a pokud se včas a rychle neopláchla, na zboží zasychala a vytvářela na povrchu nehezké mapy. Při intenzivnějším odsávání docházelo k odsávání pěny a to vše vedlo ke zvýšené spotřebě. Nová generace tenzidů nyní pracuje na jiném principu. Vytváří jen mírnou pěnu na části povrchu elektrolytu. Tím nedochází k zachytu mikrokapiček ani vodíku, ale také není strhávána do odsávání. Hlavní funkce totiž spočívá ve změně povrchového napětí lázně. Číselná hodnota povrchového napětí chromovací lázně bez použití tenzidů se pohybuje okolo 60 dyn/cm a s použitím nového typu tenzidu se snižuje na rozmezí 25 – 30 dyn/cm.

Tabulka č. 7

Porovnání spotřeby el. práce u lázně 1. a 3. generace v závislosti na napětí

Lázeň - generace	Použité napětí V	Spotřeba el. práce kWh/kg CrO <sub>3</sub>	Úspora el. práce kWh/kg CrO <sub>3</sub>	Úspora el. práce %
1.	7	117,4		
1.	8	134,2		
1.	9	150,9	-	-
1.	10	167,7		
1.	12	201,3		
3.	7	54,2	63,2	53,9
3.	8	61,9	72,3	
3.	9	69,7	81,2	
3.	10	77,4	90,3	
3.	12	92,9	108,4	

## Použité parametry pro tab. č. 6 a č. 7:

katodický proudový výtěžek lázně 1. generace 12%  
katodický proudový výtěžek lázně 3. generace 26%  
Účinnost zdroje proudu 80%

Touto změnou, snížením povrchového napětí lázně se výrazně ztenčí film vynášené kapaliny na unikajících bublinkách vodíku a ve svém důsledku se tak výrazně sníží skutečné množství chromovacích lázní v odsávané vzdušině. Běžné dávkování těchto nových tenzidů je při nasazení cca 2,5 ml/l a doplňování 50 – 100 ml/10 tis. Ahod.

Druhým a neméně důležitým krokem na „cestě“ minimalizace nákladů je volba použitého typu pracovního elektrolytu a udržování výrobcem doporučených koncentrací jednotlivých složek lázně. O výhodnosti lázní 3. generace oproti lázním 1. generace není pochyb (viz. výše uvedené tabulky). Důležitým krokem je zavedení jednoduchého a provozně nenáročného způsobu sledování koncentrací doporučených jednotlivých složek v lázni.

Jedná se především o stanovení :

- oxidu chromového ( $\text{CrO}_3$ )
- trivalentního chromu ( $\text{Cr}^{3+}$ )
- kyseliny sírové ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- znečišťujících kovů ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ni}$  včetně  $\text{Cr}^{3+}$ )
- katalyzátoru

I tento požadavek je jednoduše řešitelný, bez nároků na speciální a drahé vybavení provozní laboratoře. Obsah oxidu chromového je jednoduše stanovitelný jodometrickou titrací. Současně změněním hustoty elektrolytu si jeho koncentraci ověříme, ale ihned zjistíme množství znečišťujících kovů. Zda se jedná opravdu o znečišťující kovy si ověříme změněním vodivosti lázně. Vodivost nového elektrolytu o koncentraci 250 g  $\text{CrO}_3$ /l činí 500 mS/cm. Každý rozpuštěný přítomný gram znečišťujících kovů snižuje vodivost o předem známou a tabelovanou hodnotu. Kritická hodnota vodivosti chromovacích lázní se pohybuje v rozmezí 300 – 350

mS/cm. Současně snížením vodivosti lázně dochází ke zvyšování svorkového napětí na lázni, a to většinou bývá prvním ukazatelem, že se s lázní něco děje. Jednou z posledních otázek bývá stanovení obsahu kyseliny sírové. Doporučená koncentrace kyseliny sírové je v lázních 3. generace 2,8 až 3,5 g/l. Klasické vázkové stanovení síranů je náročné jednak časově, a jednak již vyžaduje slušně vybavenou laboratoř se zapracovanou obsluhou. Rychlá metoda pomocí iontové chromatografie vyžaduje drahé zařízení a perfektně znalou obsluhu. I zde však již existuje jednoduchá a rychlá metoda, nevyžadující nákladného zařízení. Jedná se o spojení klasické srážecí metody a použití malé laboratorní odstředivky. Ve speciální skleněné kyvetě se pak v její kalibrované části odečte objem usazené sraženiny síranu a z kalibračního grafu pak obsah přítomné kyseliny sírové. Celé stanovení dvou vzorků a dvou „slepých“ stanovení netrvá déle než 15 až 20 minut. Jedině, co je nutné si nechat odborně stanovit, je koncentrace přítomného katalyzátoru. Při řádném dávkování v doporučeném množství, obvykle 1 litr katalyzátoru na doplněných 10 kg oxidu chromového, vyžaduje stanovení cca 1 x za čtvrt roku. Toto stanovení je běžnou součástí bezplatného servisu dodavatele lázně. Kompletní, výše popsání, rozbor chromovací lázně lze tak pohodlně stihnout zaučenou obsluhou, s minimálním vybavením laboratoře, do jedné hodiny.

Je jen na každém provozovateli funkčního chromování, jak se zamyslí nad svým provozem a zda si položí otázku – „**Neplýtávám zbytečně svými prostředky**“?

## POUŽITÁ LITERATURA :

Firemní podklady firmy MacDermid  
Technické listy výrobků ChromKlad™ 2500, ChromKlad™ 2500 Catalyst, ChromKlad MS  
Kopec – Maštálýř, Přehled galvanotechniky, Práce – vyd. ROH, 1955  
G.A.Lausmann, Chromium Plating, Eugen G. Leuze Verlag, 2007

## PŘÍSPĚVEK K TEORETICKÝM ZÁKLADŮM TVORBY FOSFÁTOVÉHO POVLAKU

**PETR POKORNÝ - VŠCHT PRAHA – ÚSTAV KOVOVÝCH MATERIÁLŮ A KOROZNÍHO INŽENÝRSTVÍ, VLADIMÍR MEJTA - VŠCHT PRAHA – ÚSTAV ANORGANICKÉ TECHNOLOGIE, PETR SZELAG - PRAGOHEMA SPOL. S.R.O, PRAHA – UHRÍNĚVES**

Fosfátování patří již více jak půl století k tradičním povrchovým úpravám, které našlo trvalé uplatnění v mnoha odvětvích výrobního průmyslu. Tato konverzní povrchová úprava velice významně vylepšuje přilnavost nátěrů, jejich korozní odolnost a odolnost proti podkorodování, dále je dobrým nosičem lubrikantů, proto nachází významné uplatnění všude tam, kde je nutné snížení valivého či vlečného tření. Vytvořená fosfátová vrstva bývá využívána jako spolehlivá a stálá elektroizolace při výrobě transformátorových plechů, nebo po zamýšlování usnadňuje tváření drátů při jejich výrobě tažením. Krystalová struktura tvořená technologií zinečnato-vápenatého fosfátování našla pro svoji specifickou morfologii uplatnění ve snaze o vylepšení přilnavosti mezi kovovým substrátem a kaučukem. Cílem tohoto teoretického článku je především popsat tvorbu jak prvotního amorfního povlaku, tak druhotného povlaku ryze krystalové struktury. Závěrem jsou rozděleny jednotlivé vyloučené povlaky podle druhu fosfátovací technologie.

## ÚVOD

Jak již bylo řečeno, fosfátování patří mezi běžné povrchové úpravy a to především nelegovaných ocelí případně podkladů zinkových, nejčastěji galvanicky zinkovaných. Tato povlakovací technika je založená na vylučování nerozpustných terciálních fosforečnanů kovů z vodných roztoků na povrch kovového substrátu. Tato precipitace probíhá prostým ponořením vzorku do fosfatizační lázně nebo technikou postřikovou. Lázeň vždy obsahuje kyselinu fosforečnou, dihydrogenfosforečnanu vhodných kovů a látky usnadňující a urychlující tvorbu povlaku zvané v této technice jako urychlovače. Někdy lázně mohou obsahovat i jiné látky, které s tvorbou kompaktní fosfátové vrstvy nesouvisí, jako např. tenzidy, usnadňující dočištění povrchu vzorku, a samozřejmě i jiné látky. Fosfátování probíhá v lázních s přesně definovaným složením zmiňovaných komponent, které je nutno v průběhu procesu analyticky kontrolovat a úbytky látek (především urychlovače) vhodným způsobem doplňovat. Lázně pracují vždy za zvýšených teplot a rovněž technika postřiková vyžaduje předeřívání pracovního roztoku [3,7,8].

Při studiu tvorby fosfátového povlaku se obecně došlo k závěru, že proces vytváření povlaku se skládá ze dvou fází, které na sebe kontinuálně navazují. Nejdříve je proces zahájen elektrochemickou fází, kdy na povrchu vzorku vzniká velice tenká amorfní vrstva. Po kompletaci této vrstvy je odstartována druhá fáze procesu, která je ryze krystalizační a produkuje silnou vrstvu krystalového fosforečnanu, který je právě nositelem citovaných vlastností [1, 2, 3].

Při fosfátování vzniká určité množství kalu, který vždy působí technologické potíže, protože se usazuje na stěnách ponorných van nebo ucpává trysky postřikových zařízení. Kal je složen z kationů odmořených z povrchu kovového substrátu, které se nezabudovaly do povlaku přede

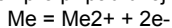
vším během elektrochemické fáze vzniku povlaku. Při fosfátování železných kovů je kal složen převážně z  $\text{FePO}_4$ . Kde kationy železa ( $\text{Fe}^{2+}$ ) jsou oxidovány vzdušným kyslíkem, případně účinkem oxidačního urychlovače v lázni a sráží se s fosforečnanovými aniony hojně přítomnými v lázni [5].

## I. TVORBA FOSFÁTOVÉHO POVLAKU: ELEKTROCHEMICKÁ FÁZE

Prvotně na kovovém povrchu vzniká velice tenoučká amorfní vrstvička fosfátu jednoznačně tvořená kationy obou kovů, tedy jednak kovu uvolněného z ocelové matrice a jednak také kovu obsaženého ve fosfatizačním roztoku. Vznik amorfního povlaku této směsné struktury je založen na elektrochemické teorii přesněji na teorii elektrochemické koroze. Povrch kovové matrice je po elektrochemické stránce značně heterogenní. Při styku s elektrolytem lázně se na ní vytváří síť lokálních článků, v nichž probíhají odděleně příslušné anodické a katodické reakce. Povrch kovu je pokryt sítí mikroelektrod. Mikroanodou pak rozumíme takové místo na povrchu kovu, které má vyšší rozpouštěcí tlak a proto v těchto místech přechází kov do roztoku jako kationt (v teorii elektrochemie označujeme tento proces jako anodickou oxidaci či jako anodické rozpouštění). Mikroanodická místa jsou oblasti obohacené energií a jejich vznik lze podpořit vhodnou mechanickou úpravou povrchu (např. otryskáním). Tato místa zabírají větší část plochy kovu [3, 5].

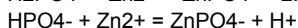
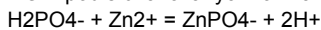
Mikrokatody pak tvoří místa, kde je rozpouštěcí tlak nižší-např. v místech vmeštků, legujících prvků a ostatních možných nehomogenit kovové matrice. Tato místa jsou lokalizována menšinově.

Na mikroanodě lokálního článku tedy přejde do roztoku kation kovu, což pro případ dvojmocného kovu  $Me^{2+}$  vystihuje rovnice:

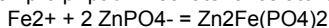


Uvolněné elektrony postupují matricí k mikrokatodě lokálního článku, kde jsou přijímány vodíkovými ionty z roztoku za vzniku molekuly vodíku:  $2H^+ + 2e^- = H_2$

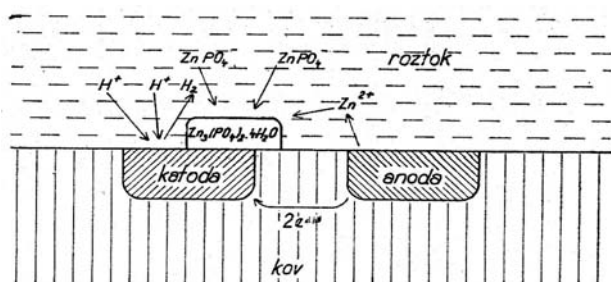
Protože bylo prokázáno, že kationy kovu odmožené z matrice přecházejí do vytvářeného amorfního povlaku, musí být anodická reakce složitější. Obecně bývá přijímána teorie vzniku tzv. fosfatizační substance, která usnadňuje vybíjení kationu z kovové matrice. V lázni obsahující primární fosforečnan zinečnatý vzniká podle této teorie komplexní anion  $ZnPO_4^-$  podle uvažovaných rovnic:



Vznik krystalizačních zárodků probíhá přednostně na mikrokatodických místech podle navržené reakce (příklad anodické reakce je uveřejněn pro případ zinečnatého fosfatování ocelové matrice):



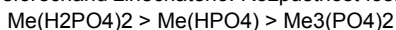
Vzniklý amorfni film terciárního fosforečnanu se zakotvuje do mřížky kovového podkladu. Jím pak putují dále vzniklé  $Fe^{2+}$  kationy k fázovému rozhraní, kde dochází po reakci se  $ZnPO_4^-$  k případnému zesílení amorfního povlaku. Tato teorie předpokládá, že vliv změn pH v blízkosti lokálních katod má do značné míry větší vliv na tvorbu povlaku, než koncentrace iontů  $Me^{2+}$  vzniklých mořením [3,6,10,13,14].



Obrázek 1. Schéma vzniku krystalického fosfatového zárodku na mikrokatodě lokálního článku [10].

## II. TVORBA FOSFÁTOVÉHO POVLAKU: KRYS- TALIZAČNÍ FÁZE

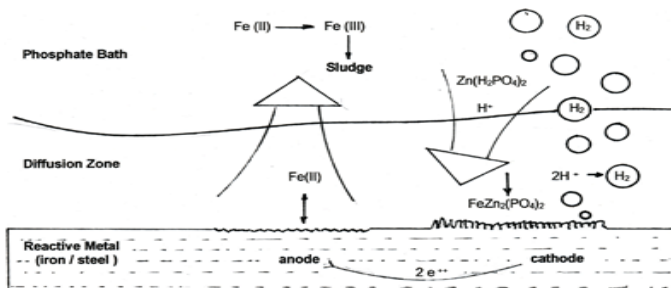
V elektrochemické fázi tvorby se tedy na mikrokatodách sráží nerozpustný fosforečnan zinečnatý (v případě zinečnatého fosfatování zinkové matrice) nebo směsný fosforečnan zinečnatý-železnatý (v případě fosfatování ocelové nebo obecně železné matrice), který se rozrůstá a zvětšuje neustále prostor mikrokatod a zmenšuje plochu mikroanod tak dlouho, až tato plocha má rozměry mikropórů. Tím stoupne elektrický odpor natolik, že výše popsaný elektrochemický děj se prakticky zastaví. Při velkém nárůstu elektrického odporu se začne uplatňovat krystalizační fáze fosfatizačního pochodu. Celková konverzní vrstva začne pozvolna narůstat na základě krystalizačních zásad. Rovněž v krystalizační fázi dochází k rozpouštění podkladového materiálu a k vodíkové depolarizaci (obě reakce byly popsány výše). Prostřednictvím vodíkové depolarizace dochází k prudkému nárůstu pH na fázovém rozhraní. V této úzké oblasti dojde k vylučování nerozpustné formy terciárního fosforečnanu-tedy fosforečnanu zinečnatého. Rozpustnost fosforečnanů kovů klesá v řadě:



Nerozpustný terciární fosforečnan se po překročení součinu rozpustnosti začne vylučovat na amorfni vrstvě, až ji zcela překryje. Nově vytvořená vrstva má již zcela krystalický charakter a obsahuje především kationy kovu z roztoku. Další růst krystalového povlaku je závislý především na aktivitě krystalizačních center, tedy především mikrokatod a mikroanod, které ovšem klesají jejich stíněním, rostoucím povlakem. Po určité době se růst krystalové vrstvy prakticky zastaví, neboť rozpouštěcí potenciál mikroanod je již kriticky malý. Elektrochemická fáze tvorby amorfního fosfatového povlaku je omezena vždy na několik málo sekund, kdežto růst krystalového povlaku ve fázi krystalizační se prakticky zastaví po dobu několika minut (5-10 minut podle druhu fosfatovací technologie).

V úvodu bylo zmíněno, že všechny fosfatizační pracovní roztoky obsahují látky usnadňující tvorbu konverzního povlaku nazývané urychlovače. Urychlení fosfatizačního procesu je založeno na usnadnění procesů, které podporují úvodní korozní reakci systému. Používají se rozpustné jednoduché anorganické látky ( $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $H_2O_2$ ,  $ClO_3^-$  aj.) nebo

dokonce složitější organické látky (hydroxylaminsulfát, acetaldehydoxid, pyridin, nitroguanidin ad.) případně jejich vzájemné kombinace, které usnadňují depolarizaci vodíkových kationů a tím urychlují průběh rozpouštění kovové matrice. Dříve se pro urychlení fosfatizačního procesu používaly látky, které snižovaly přepětí vodíku při vylučování na mikrokatodách lokálních článků. V tomto případě se do roztoku přidávalo malé množství soli ušlechtilějšího kovu, než byl materiál matrice (např.  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ), který se vycementoval na povrch a vytvořil lokální článek, usnadňující rozpouštění matrice. V současné fosfatovací technologii se užívá při urychlování různých komplexních činidel, které usnadňují rozpouštění železa (cheláty, fluoridy). Použitím těchto látek dochází k intenzifikaci anodického dílčího děje a tedy urychlení tvorby vrstvy. Tyto látky mají ty výhody, že neovlivňují nijak tvorbu kalu a neprecipitují na povrchu, tedy netvoří žádné lokální korozní články [1,2,3,4,7,11,13,15].



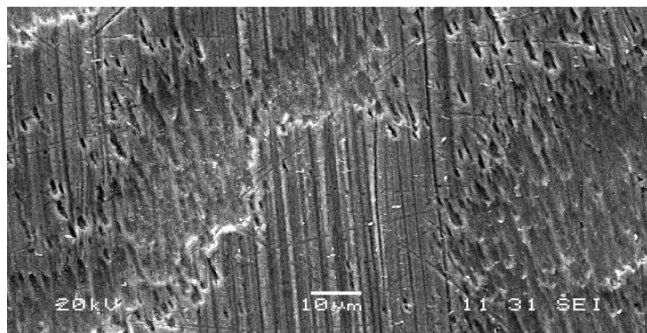
Obrázek 2. Komplexně postihuje problematiku zinečnatého fosfatování ocelové nebo železné matrice. Částečně odhaluje elektrochemickou problematiku vzniku fosfatového konverzního povlaku. Obrázek ukazuje vylučování vodíku a tvorbu kalu tvořeného  $FePO_4$  [5].

## KATEGORIZACE FOSFÁTOVÝCH POUCHŮ

Jak již bylo řečeno, fosfatizační lázně obsahují primární fosforečnany kovů, jejichž povlak chceme vytvořit. Jsou to především kovy jako zinek, vápník a mangan, ale i sodík a skupina  $NH_4^+$  a to v případě železnatého fosfatování. Podle druhu vyloučeného fosforečnanu se odvíjí nejen mechanické a chemické vlastnosti vyloučeného povlaku, ale také vlastní kategorizace fosfatových pochodů [7].

## FOSFÁTOVÁNÍ ŽELEZNATÉ

Jedná se o netradiční formu fosfatování. Pracovní lázeň tohoto druhu fosfatování nikdy neobsahuje dihydrogenfosforečnan železnatý ale dihydrogenfosforečnan amonný případně dihydrogenfosforečnan sodný. Vyloučená konverzní vrstva je velice tenká a zcela amorfni. Je složená z  $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8 H_2O$  ale především fázi  $\gamma-Fe_2O_3$ . Hydrát fosforečnanu železnatého se podle mineralogie nazývá Vivianit a krystaluje v monoklinické krystalové soustavě. Pracovní lázeň produkující amorfni fosfatovou vrstvu pracují při teplotách 50-60 °C (nové typy lázní jsou ovšem schopny pracovat i při normální teplotě) a doba expozice bývá okolo 1-5 minut. Vyloučené struktury mají plošnou hmotnost mezi 0,1-0,4 g/m<sup>2</sup> lze dosáhnout i parakrystalických vrstev s plošnou hmotností do 1,5 g/m<sup>2</sup>. Proces železnatého fosfatování je velice jednoduchý s minimální průběžnou kontrolou složení pracovní lázně v průběhu procesu. Ovšem vyloučená vrstva je tenká a poskytuje pouze minimální ochranné vlastnosti tj. vylepšení přilnavosti nátěru a zesílení korozní ochrany bariérového systému je velice malé. Tato vrstva bývá využívána především jako dočasná mezioperační ochrana proti prvotním náznakům koroze [2,9,12,16].

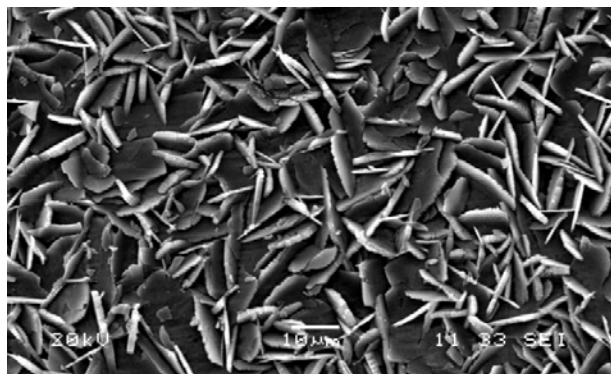


Obrázek 3. Mikroskopický snímek (SEM) typického amorfního povlaku vytvořeného prostřednictvím technologie železnatého fosfatování, struktura kopíruje strukturu za studena Obrázek 3. Mikroskopický snímek

(SEM) typického amorfního povlaku vytvořeného prostřednictvím technologie železnatého fosfátování, struktura kopíruje strukturu za studena válcovaného povrchu oceli [16].

### FOSFÁTOVÁNÍ ZINEČNATÉ

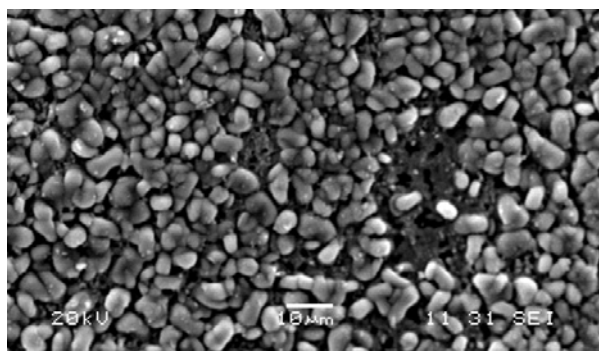
Povlaky zinečnatého fosfátu tvoří nejčastější adhezivní vrstvu na oceli, která slouží k dobrému ukotvení organického povlaku. Lázně obsahuje vždy dihydrogenfosforečnan zinečnatý. Lázně produkují tlustou vrstvu rýze krystalového  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$  zvaného hopeit, který krystaluje v krystalové soustavě orthorombické a má lupenité zrnko. Pokud fosfátujeme ocelovou matici je v povlaku zastoupen ještě minoritně směsný  $Zn_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$  zvaný fosfofyllit (krystalová soustava monoklinická). Lázně pracují při teplotách 40-70 °C po dobu 3-10 minut. Běžná plošná hmotnost vzniklá touto technologií je 1-10 g/m<sup>2</sup>. Lze vytvořit i silnější povlaky o plošné hmotnosti až 35 g/m<sup>2</sup>. Tento druh fosfátu bývá využíván nejen pod organický povlak, ale také např. pro usnadnění záběhu točivých součástí, pro usnadnění tažení drátů či jako dobrá elektroizolační vrstva při výrobě transformátorových plechů [9,12,16].



Obrázek 4. Mikroskopický snímek (SEM) typického krystalového povlaku vzniklého technologií zinečnatého fosfátování. Krystalová struktura je tvořena hopeitem [16].

### FOSFÁTOVÁNÍ ZINEČNATO-VÁPENATÉ

Jedná se o velice speciální druh fosfatizační technologie. Složení lázně je definováno podobně jako u fosfátování zinečnatého, ale roztok obsahuje ještě dihydrogenfosforečnan vápenatý. Lázně produkují mimořádně jemné zrnko „vejčitého“ tvaru tvořené  $Zn_2Ca(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ . Minerál toho složení se nazývá scholzit a krystaluje v soustavě kosočtverečné. Scholzit se vylučuje z lázně pracujících při teplotách 50-70 °C po době expozice 5-10 minut. Povlak dosahuje plošné hmotnosti 1-4,5 g/m<sup>2</sup>. Tento druh fosfátového povlaku je velice vhodný pro ukotvení nátěrového systému a samozřejmě vylepšuje protikoroziční vlastnosti, v oblasti aplikace je vhodnou alternativou k hopeitickému povlaku. Jemný scholzitický povlak našel také speciální uplatnění při ukotvování složitých spojů guma + vulkanizovaný kaučuk [3,5,12,16].

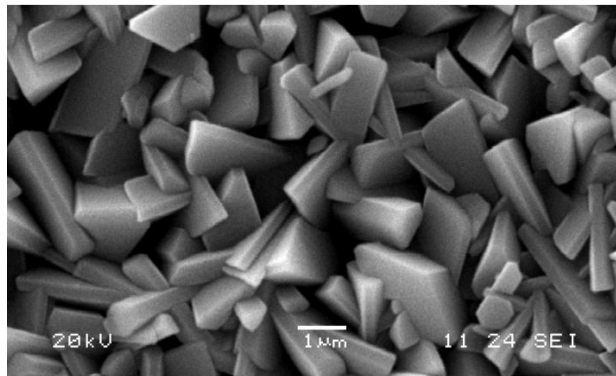


Obrázek 5. Mikroskopický snímek (SEM) typického krystalového povlaku vzniklého technologií zinečnato-vápenatého fosfátování. Krystalová struktura je tvořena scholzitem [16].

### FOSFÁTOVÁNÍ MANGANATÉ

Lázně manganatého fosfátování obsahují dihydrogenfosforečnan manganatý. Lázně produkují na oceli velice tmavý povlak jehlicovitých

zrn. Krystaly jsou tvořeny minerály huréality, jejichž složení je velice rozmanité a lze přibližně popsat sumárním vzorcem  $(Mn,Fe)_5H_2(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ . Železo a zinek se v huréalitech navzájem zastupují, mluvíme o tzv. krystalové diadocii. Huréality krystalují vždy v krystalové soustavě monoklinické. Tyto krystaly jsou jednoznačně nejtvrdší ze všech vylučovaných forem a dosahují tvrdosti 4-4,5 Mohsovy stupnice tvrdosti. Dalším unikátem mezi konverzními fosfáty je jednoznačně nejhorší štěpnost této krystalové skupiny. Lázně manganatého fosfátování pracují při teplotách 70-98 °C a expoziční čas bývá běžně okolo 5-10 minut. Vyloučená plošná hmotnost krystalů bývá větší než 7,5 g/m<sup>2</sup>. Protože struktura vyloučeného fosfátu je velice tvrdá používá se tato povrchová technologie při ošetřování ozubených soukolí pro usnadnění jeho záběhu. Využívá se také všude tam, kde je nutné snížit vlečné tření [2,3,5,12,16].



Obrázek 6. Mikroskopický snímek (SEM) hurealitického povlaku s vyšším rozlišením [16].

### ZÁVĚR

Fosfátování patří stále mezi využívané povrchové úpravy vytvářející konverzní povlaky na kovech. Vývoj nových alternativních lázní, předpokládá jednoznačně znalost teoretických základů tvorby fosfátového povlaku a mechanismů, které tvorbu povlaku ovlivňují. Pozornost tohoto článku byla přednostně zaměřena na tvorbu fosfátového povlaku jako celku, byly proto poukázány nejčastější názory na tvorbu jak prvotního amorfního povlaku, tak na tvorbu jakostní vrstvy krystalické, v hlavní časové etapě fosfátovacího cyklu.

### LITERATURA

- [1] Dettner, H.; Elze : J. Handbuch der galvanotechnik-band III; Carl Hanser Verlag: München, 1969.
- [2] Rausch, W. : Die Phosphatierung von Metallen, 2nd ed.; Eugen G. Leuze Verlag: Frankfurt am Main, 1988.
- [3] Machu, W. : Die Phosphatierung; Verlag Chemie: Berlin, 1950.
- [4] Machu, W. : Oberflächevorbehandlung von Eisen-und Nichteisenmetallen; Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portik K-G: Leipzig, 1954.
- [5] Narayanan, S. : Surface pretreatment by phosphate conversion coatings. Material Science 2005, 9, 130–170.
- [6] Tegehall, P.; Vannerberg, R. : Nucleation and formation of zinc phosphate conversion coating on cold-rolled steel. Corros. Sci. 1991, 32, 635–652
- [7] Krejčík, V. : povrchová úprava kovů I; SNTL: Praha, 1987.
- [8] Bartl, D.; Mudroch, : O. Technologie chemických a elektrochemických povrchových úprav I.; SNTL: Praha, 1957.
- [9] Cyrus, Z.; Chochołušek, J.; Krystofory, F.; Vítek, J. : Kurz galvanizérů I; VŠB-TU: Ostrava, 1996.
- [10] Kubík, C.; Uhrová, M. : Příspěvek k fosfatizaci zinkových povlaků. Korozie a ochrana materiálu 1974, 9/21.
- [11] Čupr, V.; Urychlování fosfatizace. Korozie a ochrana materiálu 1969, 13.
- [12] Szlag, P.: Prezentace-Fosfátování, Pragochema-výzkum. 2005.
- [13] Čupr, V.; Pelikán, J. : K vzniku krystalických fosfátových povlaků. Korozie a ochrana materiálu 1963
- [14] Čupr, V.; Pelikán, J. : K vytváření amorfních fosfátových vrstev. Korozie a ochrana materiálu 1961
- [15] Klička, J. : Urychlení fosfatizace aktivací povrchu. Korozie a ochrana materiálu 1960.
- [16] <http://www.pragochema.cz/>. (accessed Dec 10, 2010).

# TRIBOLOGICKÉ POVLAKY

DOC. ING. FRANTIŠEK KRISTOFORY, CSC., ING. XENIE ŠEVČÍKOVÁ, ING. KATEŘINA KONEČNÁ, ING. PAVEL FABISZ, PHDR. ZDENKA ŘÍMOVSKÁ  
VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, FAKULTA STROJNÍ – KATEDRA MECHANICKÉ TECHNOLOGIE, OSTRAVA PORUBA

## ANOTACE

Aplikace nových technologických postupů při výrobě tribologických uzlů znamenají zvýšení jejich životnosti, zabezpečení vyšší spolehlivosti a možnosti nasazení vyšších provozních parametrů. Do této kategorie vývojových technologií můžeme zařadit systémy tribologických povlaků, mezi které se řadí nanášení kluzných laků na bázi suspenzí jemně rozptýlených tuhých mazacích částic např. MoS<sub>2</sub>, v organických nebo anorganických filmotvorných látkách a rozpouštědlech.

Další zajímavou a v praxi úspěšně aplikovanou variantou kluzných laků jsou neelektrolyticky nanášené povlakové systémy na bázi mikrolamel zinku. Vytváření těchto povlakových systémů zaručuje bezprostřední spojení technické stránky tribologie s jejím ekonomickým vlivem a je v souladu s požadavky kladenými na maximální využití surovin a zdrojů energie spolu s poznáním, že tření a opotřebení znamená kromě koroze, stárnutí, překročení pevnostních hranic a zmetkové výroby, také náhradní a novou produkci výrobků a náhradních součástek.

## Úvod

Definice tribologie zavedená mezinárodní tribologickou radou:

*Tribologie je věda a technologie (teorie a praxe) zabírající se vzájemným působením povrchů při jejich relativním pohybu a s nimi souvisejícími subjekty a praktiky.*

Jiná definice:

*Tribologie je nauka o vědeckém výzkumu a technickém použití zákonitostí a poznatků pro vědní obory tření, opotřebení a mazání. Jde o vědu, která se zabývá určováním a změnou struktur a chování se všech možných reálných, přírodních a umělých tribologických systémů.*

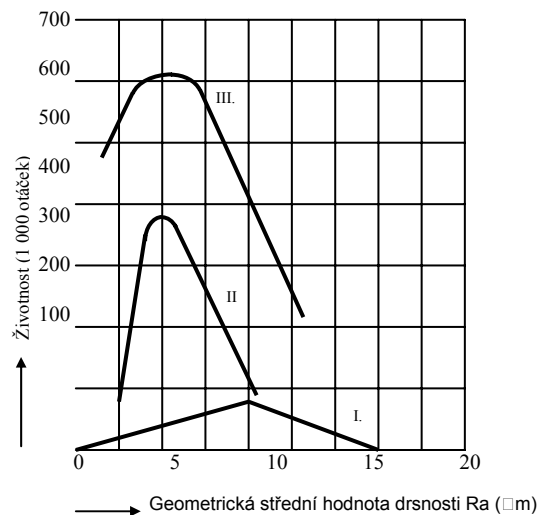
Mezi povlakové materiály z oblasti povrchových úprav charakteristických tribologických vlastností, tj. velmi dobrá samomazná schopnost, vysoce kluzné a korozně ochranné vlastnosti, odolnost proti adhezivnímu opotřebení, snížený a stálý součinitel tření, dobrá chemická odolnost aj., bezesporu patří AntiFrikční povlaky - kluzné laky, neelektrolyticky nanášené povlaky a systémy ze zinkových lamel Delta – MKS. Tyto povlaky jsou vysoce kvalitními mazacími prostředky, které mohou často zajistit bezobslužné trvalé mazání v extrémních podmínkách například u dílů, které při vysokém zatížení mají nepatrné kluzné rychlosti nebo provádí oscilační pohyb.

Kluzné laky můžeme definovat jako suspenze jemně rozptýlených tuhých mazacích částic (např. PTFE, grafit, MoS<sub>2</sub>), nebo jako disperzní přípravky na bázi organických a anorganických látek kombinovaných s organickými rozpouštědly, případně pojivy, inhibitory a stabilizátory v řadě různorodých kombinací odvozených od požadovaných funkčních parametrů povlaku. Doporučený teplotní rozsah využití těchto povlaků (-198 ÷ 450°C) a to zejména na kovy skupiny Fe, Zn, Al, Ni, Cr, Cu, Mg, Ti, nerez oceli a jejich slitiny. Sušení a vytvrzování kluzných laků probíhá za studena na vzduchu nebo za tepla vypalováním, korozní odolnost je zaručena do 300 hodin průběžného solného testu, tloušťka vrstev se pohybuje v rozmezí 10µm÷30µm.

Neelektrolyticky nanášené povlaky ze zinkových lamel Delta – MKS jsou aplikovatelné v procesu jako jednovrstvé povlaky nebo vícevrstvé povlakové systémy. Podle složení pojiva se dělí na dvě skupiny, anorganické povlaky s mikrolamelami zinku případně hliníku rozptýlenými v pojivu s komplexními titanáty nebo zirkonáty na rozpouštědlové bázi nižších alkoholů. Tyto jsou nanášeny jako základní povlaky na dokonale ošetřený, předupravený povrch součástí. Specifikem jejich využití je oblast těžké protikorozní ochrany. Základní povlaky se povrstvují povlaky krycími organického nebo anorganického charakteru s mikrolamelami zinku rozptýlenými v pojivu z komplexních silikátů na vodní bázi. Nanášení povlaků je prováděno v jedné a více vrstvách ponorem do studené lázně a odstředěním následným sušením a vytvrzováním povlaku, pro rozměrné součásti je využívána metoda nanášení pomocí elektrostatického stříkání. Tloušťka základního povlaku je nanášena v rozmezí 4÷15µm k vytvrzení dochází v rozmezí teplot 200÷250°C. Tloušťka krycího povlaku je nanášena v rozmezí 2÷4µm nebo 4÷10µm, korozní odolnost je zaručena v širokém rozsahu závislém na druhu a typu Delta MKS povlaku a to v rozmezí 120÷2000 hodin průběžného solného testu do vzniku červené Fe koroze. AntiFrikční a Delta MKS povlaky lze snadno a rychle nanášet metodami odvozenými z oblasti lakování, máčením, stříkáním, nátěrem, kombinovaným ponorem s odstředěním, rotačním povlakováním (Coil – Coating). Životnost povlaků je do značné míry ovlivněna předupravou povrchu, kvalitou odmaštění, tryskání a fosfátování.

## PŘEDÚPRAVY POVRCHU

Vliv předúpravy na životnost kluzných laků.



Obr. 1.1. I – broušeno, II – tryskáno, III – tryskáno a fosfátováno

Pro nanášení rovnoměrné vrstvy tribologického povlaku musí být díly předem pečlivě odmaštěny. I v případě, že byly díly předem v kyselinách nebo loužích zbaveny korozních produktů, je odmaštění nutné, aby byla vrstva kluzného laku rovnoměrná. Zbytky olejů a tuků musí být odstraněny několikanásobným umýváním vhodnými rozpouštědly, musí být použita rozpouštědla, která po odpaření nezanechávají zbytky. Je možno použít zařízení ultrazvukových, nebo odmaštění v parách rozpouštědel, nebo alkalické odmašťování. Odstranění korozních produktů chemicky nebo mechanicky s využitím kyselých i alkalických lázní používaných v galvanice. Volebné lázně musí odstranit korozní produkty a nenaleptávat základní materiál. Fosfátování se osvědčilo u předúpravy dílů z oceli, s výjimkou nerez oceli. Lázně musejí vytvářet jemně krystalické fosfátové vrstvy. Rozměry upravovaného dílu se při fosfátování o několik mikrometrů mění, čímž vzrůstá rovněž jejich hmotnost. Fosfátová vrstva musí být rovnoměrná, jednotného vzhledu, černé a šedé barvy. Na dílech se nesmí objevovat bílé skvrny od vyschlých zbytků fosfátovacích lázní. Nesmí mít rziivé skvrny, krystalická struktura nesmí být vizuálně patrná. Tribologické povlaky je vhodné nanášet na fosfátované plochy do 24 hodin.

## ZMĚNY HMOTNOSTI ZPŮSOBENÉ KOROZNÍM PROSTŘEDÍM

Vlivem koroze dochází u materiálu k hmotnostním úbytkům nebo naopak ke hmotnostním přírůstkům. Abychom zjistili změny hmotnosti zkoušených vzorků, provedli jsme jejich zvážení a registraci jejich jednotlivých hmotností před korozní zkouškou v solné míze ČSN EN ISO 9227 (NSS) a po ukončení korozní zkoušky. Stanovená doba expozice 300 hodin bez známek červené Fe koroze základního materiálu. Korozní zátěži byly vystaveny povlaky volených zástupců AntiFrikčních povlaků a Delta – MKS povlaků shodných fyzikálních a mechanických vlastností deklarovaných výrobcem, provozovatelem a dodavatelem těchto povlakových úprav povrchů.

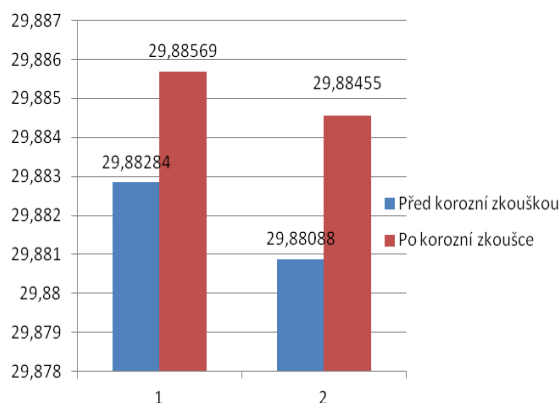
Experimentální zjištění velikosti koroze K

$$K = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 10000}{S} - K' \quad [\text{g} \cdot \text{m}^{-2}]$$

K - korozní úbytek na jednotku plochy [g·m<sup>-2</sup>]  
m<sub>1</sub> - hmotnost vzorku před korozní zkouškou [g]  
m<sub>2</sub> - hmotnost vzorku po odstranění korozních zplodin [g]  
K' - úbytek materiálu při sepém pokusu [g·m<sup>-2</sup>]  
S - plocha povrchu vzorku [cm<sup>2</sup>]

Hmotnosti vzorků [g]			
Delta-MKS povlak vzorek 1		AntiFrikční povlak vzorek 2	
m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>
29,8816	29,88522	29,8771	29,87957
29,8875	29,89037	29,87845	29,88168
29,8813	29,884	29,88845	29,89227
29,88095	29,88317	29,8795	29,88467
Aritmetický průměr [g]			
Označení vzorku			
29,88284	29,88569	29,88088	29,88455
Nárůst hmotnosti [g]			
0,00278		0,00385	

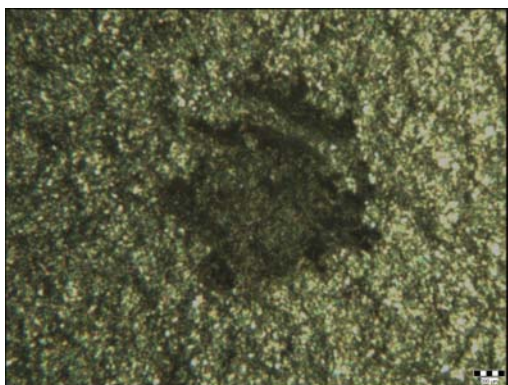
Tabulka 1.1 Hmotnostní nárůst korozních produktů



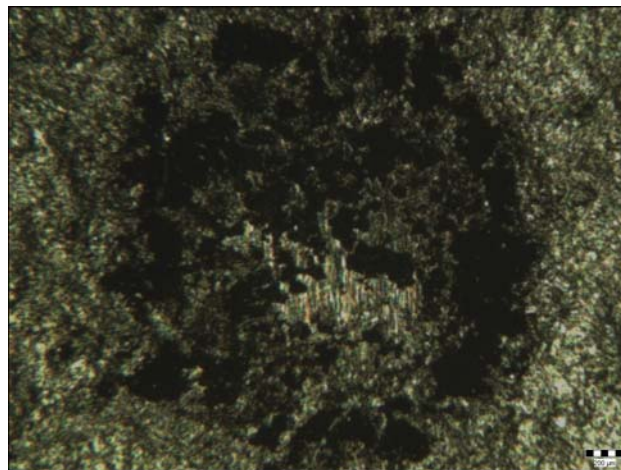
Graf 1.1 Hmotnostní závislost vzorků 1 Delta-MKS povlak a 2 AntiFrikční povlak, aritmetické průměry hmotností.

## ADHEZNÍ OPOTŘEBENÍ

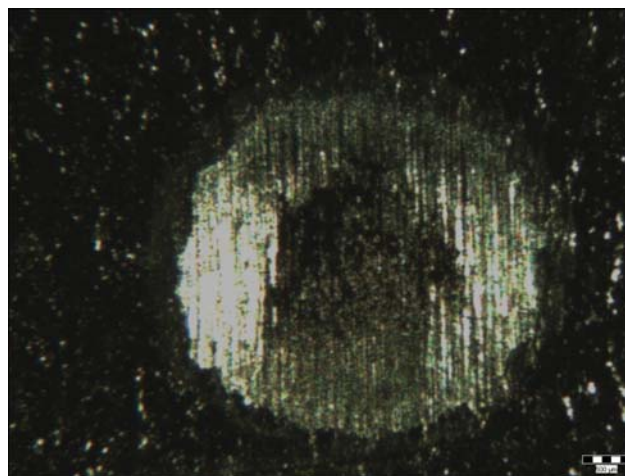
Otěrzdornost povlaku byla testována pomocí laboratorního vybavení kulotestr, které je určeno k simulaci abrazivního opotřebení testovaného povlaku. Tato metoda se zakládá na principu odvalování kuličky na povrchu testovaného povlaku a v nastavení počtu oběhů kuličky. Tření ve styčných plochách zkušebního tělesa a zkoušeného povlaku pak způsobí mechanické poškození povlaku ve formě vybroušené kaloty, která je následně dokumentována pomocí světelné mikroskopie na vybavení Neophot 21 a stanovením středního průměru kulového vrchlíku se výpočetní metodou stanoví hloubka porušení povlaku. Na obr. 1.2 a obr. 1.3 je zaznamenána stopa po testování adhezní odolnosti povlaku Delta – MKS a AntiFrikčního povlaku. V obou případech nebyly nastavené parametry 8000 otáček dostatečnou zátěží testovaných povlaků. Krycí vrstvy vykazují pouze známky změny vzhledové u povlaku Delta – MKS a nepatrné poškození v rámci zarovnání mikronerovností u AntiFrikčního povlaku. Pro srovnání je na obr. 1.3 dokumentováno opotřebení povlaku galvanicky vyloučené Zn vrstvy shodných korozních ochranných vlastností, ale bez přítomnosti tribologické mezivrstvy. U tohoto povlaku však již došlo k mechanickému poškození a to do hloubky 13μm.



Obr. 1.2 Adhezní opotřebení Delta – MKS povlaku (M 20:1)



Obr. 1.3 Adhezní opotřebení AntiFrikčního povlaku (M 20:1)



Obr. 1.3 Adhezní opotřebení galvanicky vyloučeného Zn povlaku (M 20:1)

## ZÁVĚR

Dodržení podmínek a parametrů odborné předúpravy povrchu, technologií nanášení tribologických povlaků a jejich provrstvování eliminuje předpokládaný výskyt vodíkové křehkosti u bezpečnostních a vysoce pevnostních ocelových dílů s pevností v tahu  $\geq 1000$  MPa nebo tvrdostmi povrchu  $> 320$  HV a potlačuje ztráty pevnosti popouštěním u pevnostních materiálů a pružin. Povlaky neobsahují těžké a toxické kovy, jako např. kadmium, chrom, olovo, nikl a jsou vhodnou alternativou náhrady povlaků s vysokou ekologickou zátěží, galvanické zinkování, kadmiování, černění. Životnost tribologického povlaku do značné míry ovlivňuje správná volba předúpravy povrchu, na který bude povlak nanášen.

## LITERATURA

- [1] Blaškovič, P.- Balla, J.- Dzimko, M.: Tribologie. Alfa, Bratislava 1990
- [2] Mohyla, M.: Korozie a povrchové úpravy kovů ve strojírenství. VŠB-TU, Ostrava 1981
- [3] Mohyla, M.: Technologie povrchových úprav kovů. VŠB-TU Ostrava, Ostrava 1987
- [4] Podjuklová, J. : Speciální technologie povrchových úprav I. VŠB-TU, Ostrava 1994
- [5] Pluhař, J.-Korytta, J.: Strojírenské materiály. SNTL, Praha 1977
- [6] Sedláček, V.: Povrchy a povlaky kovů. ČVUT, Praha 1992

# KATAFORETICKÉ LAKOVÁNÍ

DOC. ING. FRANTIŠEK KRISTOFORY, CSC., ING. XENIE ŠEVČÍKOVÁ, ING. JAN GARAY, ING. KATEŘINA KONEČNÁ, ING. PAVEL FABISZ, PHDR.

ZDENKA ŘÍMOVSKÁ,

VSB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, FAKULTA STROJNÍ – KATEDRA MECHANICKÉ TECHNOLOGIE, OSTRAVA PORUBA

## ANOTACE

Rostoucí požadavky na korozní odolnost, mechanické vlastnosti a v neposlední řadě dekorativní vzhled galvanicky vyloučených Zn povlaků, mají za následek stále rostoucí rozvoj technologií a alternativ kombinovaných povlakových systémů. V současné době se v průmyslové a automobilové výrobě do značné míry uplatňují kombinované galvanické Zn povlaky s následným ošetřením konverzní úpravou a aplikací kataforezně nanesených laků na bázi epoxidů či akrylátů.

Kataforetický povlak (KTL) nemusí být nutně povlakem závěrečným, je možné provádět následné úpravy například vytvářením fluidních vrstev. Kataforetické lakování (kataforeza, KTL) je řazeno mezi povrchové úpravy elektroforetické a je prováděno v několika formách povlakových systémů Zn + KTL. Adekvátní volba aplikace těchto systémů v praxi podporuje flexibilní reakci na stále se rozšiřující požadavky oblasti užitných vlastností povrchových úprav, v limitující oblasti ekologické zátěže, hospodárnosti a konkurenceschopnosti.

## Úvod

Elektroosmotická teorie kataforezy: Na rozhraní pevné a kapalná fáze předpokládáme vznik elektrického potenciálu a elektrické dvojvrstvy, jejíž jedna část je uložena v kapalinovém povlaku usazeném na povrchu pevné fáze a druhá část je rozptýlena v přiléhající vrstvě kapalná. Pokud se pevná fáze v kapalině může volně pohybovat, dochází vlivem tangenciální složky elektrické síly k pohybu suspendovaných částic. Kataforetické lakování (KTL) je založeno na principu vytváření katodických organických povlaků na bázi epoxidových nebo akrylátových elektroforézních materiálů. Kationické ve vodě rozpustné nátěrové hmoty s velmi nízkým obsahem organických rozpouštědel obsahují částice laků ve formě polymerních kationtů. Pokud v soustavě, která má částice pevné fáze rozptýlené ve fázi kapalná, vznikne elektrické pole, začnou se částice vlivem elektrické síly pohybovat ve směru pole, přičemž orientace pole závisí na znaménku elektrického náboje na povrchu těchto částic. Stejnosečný proud mezi výrobkem, který je v KTL procesu katodou a anodickou protielektrodou (anodou) vytváří elektrické pole, které se stává nositelem polymerních kationtů směřujících ke katodě (výrobku). V důsledku reakcí s hydroxyliony vzniklými z rozpadu vody na katodě dojde k potlačení rozpustnosti a k aktivaci procesu vylučování organického povlaku na povrchu katody. Kvalita a rovnoměrnost vyloučené vrstvy kataforetického povlaku

u tvarově složitých součástí, závitů šroubů a matic, oblastí dutin a děr je zaručena schopností procesu snižovat rychlost vylučování povlaku v návaznosti na rostoucí tloušťku povlaku, v oblastech s vyloučeným povlakem větší tloušťky se vylučování zpomaluje a pak dodatečně a přednostně probíhá v oblastech hůře povlakovatelných. Při dosažení maximální tloušťky povlaku cca 45  $\mu\text{m}$  se proces vylučování zastaví. KTL ovlaky jsou nejčastěji vylučovány v rozmezí 15 – 35  $\mu\text{m}$ , korozní odolnost je převážně testována cyklickou zkouškou. Kataforetické lakování se s výhodou využívá jako korozní ochrana kovových povrchů např. karosérií v kombinaci s podkladovou vrstvou Fe, Zn, nebo Mn fosfátů, která zvyšuje přilnavost a korozní odolnost krycí vrstvy KTL. Dále je kataforetické lakování s výhodou aplikováno u duplexních systémů na podkladové galvanicky vylučované Zn povlaky, legované povlaky Zn/Ni a to rovněž ve variacích těchto povlaků dodatečně ošetřených některou z konverzních úprav. Průběh kombinovaného povrstvování by měl následovat bezprostředně a návazně. V případech nutnosti kooperativního řešení mezisklady a transporty mezi jednotlivými technologickými procesy je vhodné provádět kataforetické lakování nejpozději do 24 hodin, aby bylo zamezeno koroznímu napadení základních, podkladových vrstev, nedocházelo rovněž k provoznímu znečištění těchto vrstev. Při dlouhodobějším vystavení neošetřených podkladových vrstev atmosférickým vlivům a jiné korozní zátěži dochází ke koroznímu napadení těchto povlaků a následně nanesený KTL povlak pak ztrácí ze svých korozní ochranných vlastností, dochází ke snížení přilnavosti a k výskytu puchýřů nebo jiných vzhledových anomálií povlaku. Proloužení mezioperační doby povlakování mezi konverzními úpravami, pasivacemi, a kataforetickým lakováním pak aktivuje uvolňování vodíku do krycí vrstvy kataforetického povlaku a k jeho degradaci ve formě puchýřů.

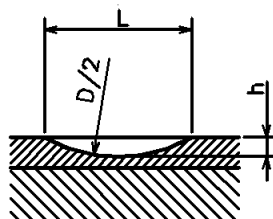
Kombinovaná zkouška korozní odolnosti dle ČSN EN 11997-1: 2006, (PV 1210), cyklického namáhání povlaku a adhezního opotřebení povlaku. Metodika zkoušky opotřebení spočívá ve vystavení vzorku volnému počtu otáček zkušební tělesa (zkušební kuličky R) a následnému vyhodnocení objemového úbytku zanechaných stop (kalot) zkušební tělesa v povlaku. Vzorky byly následně vystaveny korozní zátěži cyklické, 4 hodiny zkoušky solnou mlhou, 4 hodiny uložení v normálním klimatu a 4 hodiny uložení ve vlhkém horkém klimatu.

### Metodika výpočtů adhezního opotřebení:

Průměr kalot (délka tětiny kruhového oblouku), resp. hloubka je dána vztahy:

$$L = 2\sqrt{h \cdot (D - h)}, \text{ resp. } h = \frac{D - \sqrt{D^2 - L^2}}{2}$$

kde: L - průměr kaloty (délka tětiny) [mm]  
h - hloubka kaloty [mm]  
D - průměr kuličky [mm]

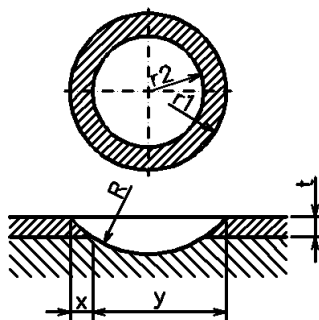


Obr. 1. Řez kulovým vrchlíkem

Pokud dojde k opotřebení v celkovém rozsahu tloušťky povlaku k základnímu materiálu nebo u vícevrstevných povlaků, lze tloušťky vypočítat ze vzniklého mezikruží podle vztahu:

$$t = \sqrt{R^2 - r_1^2} - \sqrt{R^2 - r_2^2}, \text{ resp. } t \approx \frac{x \cdot y}{2R}$$

kde: t - tloušťka vrstvy [mm]  
R - poloměr kuličky [mm]  
 $r_1, r_2, x, y$  - rozměry prorusu

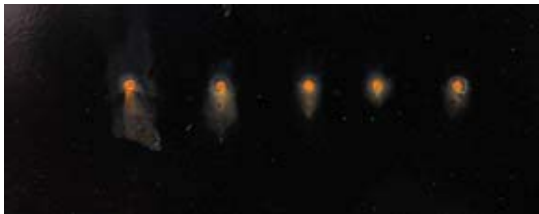


Obr. 2. Princip metody prorusu

Jiným výstupem zkoušky je srovnání rychlosti opotřebení (směrnice aproximované přímkou) jednotlivých úprav, tj. závislost opotřebení na počtu otočení kuličky.

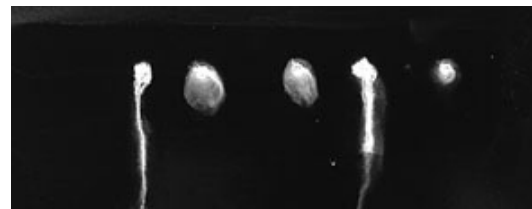
č. vz.	Popis povrchové úpravy	Popis zkušební zátěže cykly/otáčky
1.	Zn fosfát 5 mm + KTL lakování 30mm	30 / 500,1000,2000,4000,6000
2.	Zn fosfát 5 mm + elektrolytické zinkování 5 – 12 mm + KTL lakování 10 - 15mm	30 / 500,1000,2000,4000,6000
3.	Zn povlak 5 – 12 mm + tenkovrstvá pasivace + KTL lakování 10- 15 mm	30 / 500,1000,2000,4000,6000

Tab1. Povrchová úprava zkušebních vzorků, popis zkušební zátěže



Obr. 3 Vzorek č.1. povlak po kombinované adhezně korozní zátěži 10 cyklů

Obr. 4 Vzorek č.2. povlak po kombinované adhezně korozní zátěži 10 cyklů



Obr. 5 Vzorek č.3. povlak po kombinované adhezně korozní zátěži 30 cyklů



počet oběhů kuličky N [-]	střední průměr kulového vrchlíku L [μm]	vnitřní průměr mezikruží kaloty l [μm]	průměrná hloubka kulového vrchlíku h [μm]	tloušťka povlaku t [μm]	průměrná hloubka kulového vrchlíku mezikruží
6000	2192,3	1182	20,03	14,21	5,82
4000	2061,3	885	17,71	14,45	3,26
2000	2067,3	854	17,81	14,77	3,04
1000	2040,7	789	17,36	14,76	2,59
500	1789	761	13,34	10,93	2,41

Tab. 2 Vzorek č.1. hodnoty adhezního opotřebení

počet oběhů kuličky N [-]	střední průměr kulového vrchlíku L [μm]	vnitřní průměr mezikruží kaloty l [μm]	průměrná hloubka kulového vrchlíku h [μm]	tloušťka povlaku t [μm]	průměrná hloubka kulového vrchlíku střed
6000	2543	1527	26,96	17,24	9,72
4000	2213	1091	20,41	15,45	4,96
2000	2080	792	18,03	15,42	2,61
1000	2055,3	889	17,61	14,31	3,29
500	1987	1095	16,46	11,46	5,00

Tab. 3 Vzorek č.2. hodnoty adhezního opotřebení

počet oběhů kuličky N [-]	střední průměr kulového vrchlíku L [μm]	vnitřní průměr mezikruží kaloty l [μm]	průměrná hloubka kulového vrchlíku h [μm]	tloušťka povlaku t [μm]	průměrná hloubka kulového vrchlíku mezikruží
6000	2408	1585	24,17	13,70	10,47
4000	2291	1378	21,88	13,96	7,91
2000	2158	1273	19,41	12,66	6,75
1000	2042	1205	17,38	11,33	6,05
500	1928	1169	15,49	9,80	5,69

Tab. 4 Vzorek č.3. hodnoty adhezního opotřebení

## ZÁVĚR

Povrchová ochrana zkušebních vzorků definovaná v tab. 1. byla volena na základě praktických poznatků s ohledem na současné vývojové trendy a praktické aplikace. Vzorky byly nejprve vystaveny adheznímu opotřebení, testování proběhlo na vybavení Kulotestr, kde byl povlak vystaven mechanické zátěži odvalující se zkušební kuličky o poloměru R = 15 mm. Nastavení jednotlivých oběhových cyklů bylo voleno v rozmezí 500, 1000, 2000, 4000, 6000 otáček kuličky. Pomocí optického světelného mikroskopu Neophot 21 byla vyhotovena fotodokumentace opotřebení povlaku ve formě jednotlivých kalot a počítačová podpora QuickPHO

TO Industrial 2.2 nám umožnila provádět měření jednotlivých průměrů kaloty. Naměřené hodnoty opotřebení povlaků a vypočtené hodnoty hloubky opotřebení jsou zaznamenány v tab. 2 – tab. 4. Z vypočtené průměrné hloubky kulového vrchlíku vyplývá, že nejlépe odolával opotřebení povlak vzorku č. 1. Podkladová vrstva Zn fosfátu a její fyzikálně mechanické vlastnosti mezi, které patří tendence snižování styčného tření mezi zkušební kuličkou a zatěžovanou oblastí v momentě porušení ochranné vrstvy kateforetického laku je bezesporu klíčovým faktorem závěru tohoto experimentu. Následný korozní test však prokázal, že

dvojnásobná hloubka poškození povlaku vzorku č. 3. není hendikepem jeho korozně ochranných vlastností, a na rozdíl od vzorků č. 1. a č. 2., které podlely červené Fe korozi již po 10 – ti cyklech se na vzorku č. 3. neobjevily produkty červené Fe koroze ani po ukončení testování 30 – ti cykly.

## LITERATURA

- [ 1 ] ČSN EN ISO 10289 *Metody korozních zkoušek kovových a jiných anorganických povlaků na kovových podkladech. Hodnocení vzorků a výrobků podrobených korozním zkouškám.* 2001.  
[ 2 ] Píšek, F. *Nauka o materiálu II*, svazek 1 a 2, Praha : ČSAV, 1959.  
[ 3 ] Průšek, J. a kol. *Hodnocení jakosti a účinnosti protikorozních ochranných povlaků*, Praha : SNTL, 1985.

## VÝZNAM VELKÉ NOVELY VODNÍHO ZÁKONA PRO PROVOZY POVRCHOVÝCH ÚPRAV

ING. JINDŘICH KUBĚNA

### Úvod

Dne 23. dubna 2010 schválila Poslanecká sněmovna Parlamentu ČR tzv. „velkou novelu vodního zákona č. 254/2001 Sb.“, která vyšla 21. května 2010 ve Sbírce zákonů v částce č. 53 pod č. 150/2010 Sb. Důvody pro tuto i pro všechny předchozí novelizace byly tyto: zahrnout do tohoto zákona zkušenosti z praxe vodoprávních úřadů při jeho uplatňování, uvedení zákona do souladu se všemi požadavky EU, které mezi tím vznikly a které se týkají vodní politiky, uvedení do souladu se všemi nově vydávanými a novelizovanými souvisejícími zákony, oprava různých chyb a nedostatků a v neposlední řadě zahrnutí výsledků vědeckotechnického pokroku. Tato, v pořadí již šestnáctá a zatím nejrozsáhlejší novela vodního zákona, nabyla účinnosti dne 1. srpna 2010, obsahuje též zmocnění pro předsedu vlády vydat úplné znění vodního zákona, které zahrne veškeré dosud vydané změny a doplňky tohoto zákona. Toto úplné znění vodního zákona již vyšlo ve Sbírce zákonů dne 22. září 2010 v částce č. 101 pod č. 273/2010 Sb. Novela bude mít též dopad i na téměř všechny dosud vydané prováděcí předpisy k tomuto zákonu, které se budou postupně měnit a doplňovat.

Uvedená novela obsahuje celkem 208 bodů změn proti předchozímu znění, přičemž vodní zákon má celkem pouze 137 paragrafů. Z toho se by se dalo soudit, že z původního znění vodního zákona snad nezůstal kámen na kameni. Skutečnost však není zdaleka tak dramatická. Základní principy a filozofie původního znění vodního zákona v zásadě zůstaly zachovány. V rámci možného rozsahu tohoto příspěvku se proto pokusím popsat všechny důležité změny, které mohou mít nějaký význam pro jednotlivé provozy povrchových úprav a stručně se zmíním i o některých změnách, které mohou být významné i pro některé podniky, které se nacházejí v zátopových pásmech vodních toků. V dalším textu se proto budu stručně zmiňovat pouze o těch paragrafech, ve kterých došlo k významnějším změnám.

§ 1 – Změny v různých definicích, z nichž nejpodstatnější je, že se bere v úvahu zásada návratnosti nákladů na vodohospodářské služby včetně nákladů na ochranu životního prostředí a nákladů na využívané zdroje.

§ 2 a nový § 2 a – Řeší plánování dobrého biologického a chemického stavu povrchových vod, které může mít, v některých případech, význam při stanovování požadavků vodoprávních úřadů na požadovaný stupeň čištění odpadních vod, zpravidla směrem k jejich zpřísnění.

§ 9 – Změny v některých ustanoveních, podle kterých je možné vydat povolení k nakládání s vodami pouze současně se stavebním povolením ve společném řízení. Jsou zde též stanovena pravidla pro vedení odvolacího řízení v těchto případech.

§ 12 – Změny se týkají změn a zrušení nakládání s vodami. Nejpodstatnější je změna při využívání zdrojů podzemních vod v návaznosti na stanovení minimální hladiny podzemních vod nebo při její změně. Další novinkou je možnost změny nebo zrušení nakládání s vodami z důvodů nezbytnosti dosažení cílů přijatých v plánu povodí a ke splnění programu znečištění povrchových a podzemních vod nebezpečnými látkami a zvláště nebezpečnými látkami. Další změnou – tentokrát k lepšímu – je, že pokud někdo požádá o změnu (např. prodloužení) platnosti povolení k nakládání s vodami, původní povolení nezanikne, dokud o této žádosti není pravomocně rozhodnuto. Žádost se ale musí podat ještě před uplynutím doby platnosti původního povolení.

§ 23 a nový § 23 a – Obsahují cíle ochrany vod, jako složky životního prostředí a pravidla pro jejich zajištění, včetně pravidel pro uplatnění výjimek.

§ 25 a další – Nové znění zpracování plánů povodí a plánů pro zvládnutí povodňových rizik.

§ 36 – Minimální zůstatkový průtok může mít v některých případech vliv na odběr vody nebo i na možnosti vypouštění odpadních vod. Způsob a kritéria stanovení minimálního zůstatkového průtoku stanoví vláda nařízením.

§ 38 – Poněkud změněná a zejména upřesněná je definice odpadních vod a povinností producentů odpadních vod. Zcela nová je obecná povinnost pro ty, kteří akumulují odpadní vody v bezodtokových jímkách (tj. pro provozovatele žump), zajišťovat jejich zneškodňování tak, aby nebyla ohrožena jakost povrchových a podzemních vod a na výzvu vodoprávního úřadu nebo České inspekce životního prostředí prokázat jejich

zneškodňování v souladu s vodním zákonem. Upřesněná jsou v tomto paragrafu též pravidla pro stanovení podmínek pro vypouštění odpadních vod vodoprávním úřadem a nové je též ustanovení, že v pochybnostech, zda se jedná o odpadní vody, rozhoduje vodoprávní úřad.

§ 39 – Změny při nakládání se závadnými látkami. Havarijní plány se musí předložit ke schválení příslušnému vodoprávnímu úřadu. Seznam nebezpečných látek se rozšíří o tzv. prioritní látky, jejichž seznam stanoví vláda nařízením. Součástí seznamu bude také kategorie prioritních nebezpečných látek, které vytvářejí velmi vysoké riziko ve vodním prostředí z důvodů své persistence a schopnosti bioakumulace. K omezení znečištění povrchových a podzemních vod nebezpečnými a zvláště nebezpečnými závadnými látkami může vláda přijmout Program na snížení znečištění povrchových a podzemních vod nebezpečnými a zvláště nebezpečnými závadnými látkami. Změnou je povinnost kontrolovat nejméně jednou za 6 měsíců sklady a skládky, včetně výstupů jejich kontrolního systému pro zjišťování úniku závadných látek a bezodkladně provádět jejich včasné opravy. Výstupy z kontrolního systému je třeba předkládat na žádost vodoprávnímu úřadu nebo České inspekci životního prostředí. Významnou změnou je povinnost jednou za 5 let, pokud není technickou normou nebo výrobcem stanovena lhůta kratší, zkoušet těsnost potrubí, nebo nádrží určených pro skladování a prostředků pro dopravu nebezpečných a zvláště nebezpečných látek, prostřednictvím odborně způsobilé osoby a v případě zjištění nedostatků, bezodkladně provádět jejich včasné opravy. Náležitosti nakládání se závadnými látkami, včetně požadavků na odborně způsobilé osoby a další požadavky, stanoví Ministerstvo životního prostředí novelizovanou vyhláškou č. 450/2005 Sb., která se současně době zpracovává. V příloze č. 1 k tomuto zákonu byla upřesněna jedna kategorie zvláště nebezpečných závadných látek a jejich rozkladných produktů, u kterých byly prokázány karcinogenní nebo mutagenní vlastnosti, které mohou ovlivnit produkci steroidů, štítnou žlázu, rozmnožování nebo jiné endokrinní funkce ve vodním prostředí nebo zprostředkovaně přes vodní prostředí. Dále byla do seznamu nebezpečných látek přidána další kategorie – Sedimentovatelné tuhé látky, které mají nepříznivý účinek na dobrý stav povrchových vod. Pro nakládání s těmito látkami jsou však, ve srovnání s ostatními nebezpečnými látkami, poněkud mírnější požadavky.

§ 55 – Vodní díla – Jsou určité změny v tom, co je a není vodním dílem.

§ 55 a – Tento nový paragraf byl přidán a řeší práva k pozemkům a stavbám potřebným pro uskutečnění veřejně prospěšných staveb na ochranu před povodněmi. Tato práva lze odejmout nebo omezit postupem podle zákona o vyvlastnění.

§ 59 – Byly upřesněny a doplněny povinnosti vlastníků vodních děl.

### HLAVA IX. OCHRANA PŘED POVODNĚMI

§ 63 – Je upřesněna organizace a prevence ochrany před povodněmi.

§ 64 a – Zvládnutí povodňových rizik. (Nový paragraf). Podrobně popisuje povodňová rizika, jejich vyhodnocování a plány pro jejich zvládnutí včetně systémů včasného varování.

§ 65 – Povodňová opatření byla nově rozdělena na přípravná opatření, opatření při nebezpečí povodně, během povodně a na opatření po povodni.

§ 66 – Záplavová území – hlavní změnou je, že záplavová území a jejich aktivní zóny se stanovují formou opatření obecné povahy.

§ 67 – Omezení záplavových území. – Malá upřesnění a možnost vodoprávního úřadu uložit omezující podmínky formou opatření obecné povahy i mimo aktivní zónu záplavového území.

§ 68 – Území určená k řízeným rozlívům povodní. – Jedná se o pozemky nezbytné pro vzdouvání, popř. akumulaci povrchových vod veřejně prospěšnými stavbami na ochranu před povodněmi, jimž bylo omezeno vlastnické právo dohodou nebo postupem podle § 55a. Za škodu, vzniklou řízeným rozlívem povodní náleží poškozenému finanční náhrada, kterou poskytne stát zastoupený Ministerstvem zemědělství. Způsob určení náhrady a další podmínky jsou v tomto paragrafu podrobně specifikovány.

§ 70 – Stupně povodňové aktivity – upřesnění definic jednotlivých stupňů povodňové aktivity.

§ 73 – Předpovědní a hlásná povodňová služba. Změnou je, že k předávání informací předpovědní a hlásné povodňové služby se využívá operačních a informačních středisek Hasičského záchranného sboru České republiky a složek integrovaného záchranného systému.

§ 74 – Povodňové záchranné práce – zajišťují povodňové orgány ve spolupráci se složkami integrovaného záchranného systému.

§ 77 – Povodňové orgány – byly upřesněny a doplněny kompetence jednotlivých povodňových orgánů v době povodní.

§ 79 – Povodňové orgány obcí s rozšířenou působností – menší organizační upřesnění.

§ 86 – Náklady na opatření na ochranu před povodněmi. Byla výrazně změněna struktura podílů státu, krajů, obcí a jednotlivých právnických a fyzických osob na nákladech na ochranu před povodněmi.

§ 88 – Poplatky – Základní struktura a administrativa poplatků, včetně sazeb a limitů zpoplatnění za odběry podzemních vod a za vypouštění odpadních vod, zůstávají stejné. U poplatků za odběry podzemních vod jsou pouze menší změny v tom smyslu, že jednotliví odběratelé nejsou povinni podávat každoroční poplatková hlášení, pokud nepodléhají zpoplatnění nebo pokud od posledního jimi podaného hlášení nedošlo ke změně povolení k odběru podzemních vod, na jehož základě bylo první poplatkové hlášení podáno.

§ 90 – Poplatky za vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Rovněž u těchto poplatků nedošlo k žádným zásadním změnám. Jsou pouze menší změny v pravidlech pro odečítání znečištění, obsaženého v odebírané vodě.

§ 96 – Odklad placení poplatků – Drobná úprava pravidel, kdy odklad nelze povolit, pokud jakost odpadních vod vypouštěných z čistírny odpadních vod nebo jiného zařízení v období 12 měsíců před zahájením stavby již plní přípustné hodnoty ukazatelů znečištění, stanovené zvláštním předpisem.

§ 97 – Prominutí částí poplatků – Je zde opravena chyba, která v minulém znění označovala Českou inspekci životního prostředí za povolovací orgán čistíren odpadních vod, kterým není ani nikdy v minulosti nebyla.

§ 101 – Platba k úhradě správy vodních toků a správy povodí. Drobná změna v placení úroku z prodlení a v některých formulacích.

§ 104 – Výkon státní správy. Byla vydána pravidla pro poskytování referenčních údajů z registru obyvatel státním orgánům Ministerstvem vnitra.

§ 105 – Obecní úřady a újezdní úřady – upřesňuje kompetence těchto úřadů.

§ 106 – Obecní úřady obcí s rozšířenou působností. Zůstávají v platnosti stávající kompetence, pouze se upravuje zaujímání stanovisek k územním plánům a k regulačním plánům těchto obcí.

§ 107 – Krajské úřady. Menší upřesnění jednotlivých kompetencí.

§ 108 – Ministerstva jako ústřední vodoprávní úřad. Málo významná upřesnění.

§ 109 – Pravomoci vodoprávního úřadu při mimořádných opatřeních. Upřesnění, jakých konkrétních situací se tyto pravomoci týkají.

§ 114 a – Oprávnění osob vykonávajících vodoprávní dozor a vrchní vodoprávní dozor. Byl přidán tento nový paragraf, který řeší možnost uložení pořádkové pokuty pro subjekt, který neumožní vodoprávnímu úřadu nebo České inspekci životního prostředí vstup či vjezd na pozemek nebo neumožní provést u něj kontrolu. Pořádková pokuta do výše 200 000,- Kč může být uložena i opakovaně.

§ 115 – Vodoprávní řízení. Podstatnou změnou je rozhodování vodoprávních úřadů ve věci vodních děl a vodohospodářských úprav, podle stavebního zákona. Upravena jsou práva a postavení občanských sdružení, jejichž cílem je ochrana životního prostředí. Dále jsou zde podrobně upravena pravidla řízení ve vztahu ke správnímu řádu a pravidla pro jednotlivé druhy rozhodnutí, včetně příslušných lhůt.

§ 115 a – Opatření obecné povahy. Byl přidán tento nový paragraf. Jedná se o různá obecná opatření, obvykle vydávaná v nouzových situacích (povodně, velká sucha apod.), formou veřejné vyhlášky.

Nejvýraznější změny zaznamenala v této novele hlava XII - Správní delikty, ve které jsou velmi přesně a podrobně rozdělené sankce podle jednotlivých paragrafů za přestupky fyzických nepodnikajících osob a za delikty právnických a podnikajících fyzických osob. Správní delikty jsou podrobně rozděleny podle jednotlivých paragrafů včetně výše příslušných sankcí.

§ 116 – 120 – Správní delikty fyzických osob. Přestupky fyzických osob jsou rozděleny do několika částí na obecné přestupky, porušení povinností při užívání povrchových vod k plavbě, porušení jiných povinností při nakládání s vodami, porušení povinností vlastníků a stavebníků vodních děl, porušení povinností vlastníků pozemků, staveb a zařízení a vlastníků movitého majetku v ochraně před povodněmi, porušení povinností při zacházení se závadnými látkami, porušení povinností při haváriích, porušení povinností správce drobného vodního toku a za porušení poplatkových povinností. Rozmezí výše pro fyzické osoby je odstupňována podle druhu přestupku zhruba v rozmezí od 5 tisíc do 200, popř. 500 tisíc Kč a u některých zvláště závažných přestupků až 1 mil. Kč.

§ 125 a – 125 k – Správní delikty právnických a podnikajících fyzických osob. Rovněž tyto delikty jsou rozděleny na obecné, za porušení povinností při užívání povrchových vod k plavbě, porušení jiných povinností při nakládání s vodami, porušení povinností stavebníků vodních děl, porušení povinností vlastníků pozemků, staveb a zařízení, porušení povinností vlastníků pozemků, staveb a zařízení vlastníků movitého majetku v ochraně před povodněmi, porušení povinností při zacházení se závadnými látkami, porušení povinností při haváriích, porušení povinností správce vodního toku a správce povodí, porušení povinností obce a za porušení poplatkových povinností. Sazby pokut za výše uvedené delikty pro právnické a podnikající fyzické osoby jsou podle druhu deliktu od 20 tisíc do 10mil. Kč.

§ 125 l – Společná ustanovení ke správním deliktům. Ostatní podmínky např. možnost upuštění od pokuty, pokud pachatel správního deliktu učiní opatření zamezující dalšímu znečišťování, pro ukládání dvojnásobných pokut při opakovaném porušení zákona a další věci jsou obdobné jako v posledním znění tohoto zákona. Maximální sazba dvojnásobné pokuty rovněž zůstává ve výši 20 mil. Kč.

Podle § 129 tohoto zákona se novelizuje přestupkový zákon s tím, že veškeré přestupky ve vodním hospodářství se budou v budoucnu řešit pouze podle vodního zákona.

Následující paragrafy mění další související zákony, které však touto novelou nebyly měněny.

## ZÁVĚR

Z toho, co zde bylo uvedeno je zřejmé, že provozů povrchových úprav se z této novely mohou významněji týkat zejména změny § 39 Nakládání se závadnými látkami. Nejpodstatnější změnou zde je skutečnost, že pravidelné kontroly nádrží, potrubí a prostředků pro dopravu, ve kterých se nakládá s nebezpečnými a zvláště nebezpečnými látkami, mohou provádět pouze odborně způsobilé osoby. Požadavky na odborně způsobilé osoby a další náležitosti nakládání se závadnými látkami budou obsaženy v novelizované vyhlášce Ministerstva životního prostředí č. 450/2005 Sb., která se v současné době přepracovává. Změn, které se více či méně mohou týkat jednotlivých provozů povrchových úprav a následně i příslušných zneškodňovacích zařízení odpadních vod, je samozřejmě více. Jak již bylo řečeno v úvodu, nedovolil možný rozsah tohoto mého příspěvku, probrat podrobněji všechny důležité změny, obsažené v této novele. K podrobnějšímu seznámení bych proto případným zájemcům doporučil, opatřit si úplné znění této novely, např. na internetové adrese: [www.mvcr.cz](http://www.mvcr.cz), kde vyšlo v částce č. 101 pod č. 273/2010 Sb. Na této adrese také bude možné získávat i jednotlivé novelizované prováděcí předpisy, tak jak budou postupně vydávány.

38. konference s mezinárodní účastí  
**PROJEKTOVÁNÍ A PROVOZ POVRCHOVÝCH ÚPRAV**  
 se koná

7. - 8. března 2012 v hotelu Pyramida, Praha 6

Na setkání Vás zve PhDr. Zdeňka Jelínková - PPK

spolu s Asociací korozních inženýrů, Českou společností povrchových úprav, Asociací českých a slovenských zinkoven, Asociací výrobců nátěrových hmot ČR, zástupci vědecko-výzkumných ústavů, vysokých škol, státních a veřejno-právních orgánů, českých i zahraničních firem, mediálních partnerů.

**38 let trvání tradice je známkou kvality a solidnosti**

**Konference je určena**

pro široký okruh posluchačů: majitele lakoven, galvanizoven a zinkoven, konstruktéry, projektanty, technology povrchových úprav, řídicí technicko-hospodářské pracovníky, pracovníky marketingu, odbytu, zásobování, výrobce, distributory a uživatele nátěrových hmot, požární a bezpečnostní techniky, pracovníky inspektorátů ŽP, inspektorátů bezpečnosti práce, odborných škol a další.

**Konference pomáhá**

- zvyšovat informovanost a nevystavovat se nepříjemnostem nebo případným postihům při nedodržování předpisů  
 - získávat nové kontakty, akce je vítanou příležitostí k odborným, přátelským setkáním v příjemném prostředí

**Konference nabízí prezentace**

- stránkovou inzerci do sborníku - stoly k provádění obchodní, propagační a konzultační činnosti  
 - krátké vystoupení zástupce firmy v programu konference

**Program konference**

Čestné předsednictvo konference  
 prezident AKI Ing. P. Szelag, prezident ČSPÚ Ing. L. Obr, CSc., prezident AVNH ČR Ing. J. Diblík, ředitel AČZ Ing. P. Strzyž

**Program: 7. března 2012** (9:00-16:30 + společenský večer)

**Předseda dopoledního zasedání: Prof. Ing. P. NOVÁK, CSc.**

- Zahájení
- Sto let korozivzdorných ocelí. **Prof. Ing. P. NOVÁK, CSc., doc. Ing. J. BYSTRIANSKÝ, CSc., VŠCHT**
- Novinky v technologiích aplikací vícekomponentních nátěrových hmot. **Ing. J. NOVÁK, Media Liberec**
- Návrh investic do zlepšení procesů lakování. **Mgr. T. FRANĚK, KAF Facility**
- Rozhodovací proces při výběru likvidace emisí povrchových úprav. **Ing. K. HAVRÁNKOVÁ, Enetex-Kia**
- Změny legislativy ochrany ovzduší u provozů povrchových úprav kovů (nařízení vlády č. 294/2011 Sb. a vyhláška č. 257/2011 Sb.). **Ing. Z. KRAYZEL**
- Lakovací technika Eisenmann. **Ing. J. REISINGER**
- Chemický zákon a další předpisy k ochraně zdraví. **MUDr. Z. TRÁVNÍČKOVÁ, CSc., Státní zdravotní ústav**

**Předseda odpoledního zasedání: Ing. L. Obr, ČSPÚ**

- Tvrdé chromování, inovace chromovacího procesu. **Ing. L. OBR, ČSPÚ**
- Prezentace sortimentu EST+. **J. KUDRNA, EST+**
- Bezfosfátová a bezchromová předúprava povrchu oceli. **S. GREBER, CHEMO-PHOS CZ**
- Aplikace a využití laků vytvrzovaných UV zářením. **Ing. M. BANÝROVÁ, Galatek**
- Ekologicky šetrné technologie na bázi železa použitelné pro čištění odpadních vod z povrchových úprav materiálu. **Ing. M. HOLBA, Ph.D., ASIO**
- Nakládání s odpady v oblasti povrchových úprav – management odpadového hospodářství. **Ing. L. NOBILIS**
- Změny v klasifikaci korozní agresivity atmosfér – revize norem ČSN ISO 9223 až 9226. **Ing. K. KREISLOVÁ, Ph.D., SVUOM**
- Povrchová úprava – odborný server. **Ing. L. PACHTA, IMPEA**

**SPOLEČENSKÝ VEČER (plavba lodí po Vltavě)** - pro předem přihlášené

**Program: 8. března 2012** (9:00-12:00 + exkurze)

**Předseda dopoledního zasedání: Ing. P. STRZYŽ, AČSZ**

- Kompozitní povlaky Zn-PTFE. **Ing. M. PAZDEROVÁ, Ph.D., Ing. L. DIBLÍKOVÁ, Ing. M. VALEŠ, VZLÚ**
- Žárové zinkování v architektuře. **Ing. P. STRZYŽ, AČSZ**
- Nové trendy úpravy kolejových vozidel. **Ing. M. LACINÝ, Steng**
- Certifikace výrobků do Ruské federace. **Ing. V. ERPS, Strojírenský zkušební ústav**
- Dokumentace požární ochrany v lakovnách. **Ing. V. KRATOCHVÍL, KRASO**
- Vliv přípravy povrchu na životnost organických povlaků. **Ing. H. GEIPILOVÁ, Ing. J. BENEŠOVÁ, SVUOM**
- Úloha následných uživatelů v nařízení REACH. **Ing. J. ELIÁŠOVÁ, Techem CZ**

**DISKUZE – ZÁVĚR**

*Případné změny programu budou aktuálně uváděny na webu pořadatele.*

**EXKURZE** na pracoviště povrchových úprav **Czech Airlines Technics a.s.** (dceřiná společnost Českých aerolinií) v Praze 6 - Ruzyni. **Pro předem přihlášené** bude zajištěna doprava autobusem od hotelu a poté zpět na metro A - Dejvická.

**Prezentace firem**

ABF (Praha), ASIO (Brno),  
 ASTOM TRADE (Brno), BVV (Brno),  
 EISENMANN (NSR), EKOL (Ledeč n. S.),  
 ENETEX KIA (Modřice), EST + (Ledeč n. S.),  
 GALATEK (Ledeč n. S.), HENKEL ČR (Praha)  
 CHEMO-PHOS CZ (Praha), IDEAL TRADE SERVICE (Brno),  
 KAF FACILITY (Mladá Boleslav), KF-NOVODUR (Ledeč n. S.),  
 KOVOLAK (Ledeč n. S.), KS KLIMA Service (Dobříš),  
 MEDIA Liberec (Liberec), PENTRIS Czech Republic,  
 RSBP (Ostrava) STENG (Praha), STROJNÍ MONTÁŽE (Praha),  
 TECHNICOAT (České Budějovice)

Konference je každoročně **zařazena** mezi akreditované **vzdělávací programy ČKAIT** - České komory autorizovaných inženýrů a techniků. Součástí konference je vždy **sborník** přednášek (s číslem ISBN).

**Informace u pořadatele:** PhDr. Zdeňka Jelínková, CSc. – PPK, Korunní 73, 130 00 Praha 3, tel./fax.: 224 256 668,  
 E-mail: [JelinkovaZdenka@seznam.cz](mailto:JelinkovaZdenka@seznam.cz), [www.jelinkovazdenka.euweb.cz](http://www.jelinkovazdenka.euweb.cz)





## 11. ročník veletrhu FOR INDUSTRY již v březnu 2012

**Průmysl** je významným odvětvím světového hospodářství. **Průmyslové výrobky** využívá člověk k práci, v domácnosti i ve volném čase. Průmysl velmi rychle zavádí do výroby vědecké objevy a technické vynálezy. **Nové výrobky** tak stále více ulehčují lidem život.

**11. mezinárodní veletrh strojírenských technologií FOR INDUSTRY 2012** představuje v hlavním městě České republiky jedinečnou příležitost pro prezentaci moderní výrobní techniky, progresivních technologií a inovačních trendů, které mají široké uplatnění a jsou podporou pro hospodářský rozvoj.

Využití všech výhod výrobních a informačních technologií je neodmyslitelným předpokladem proto, **jak co nejefektivněji navrhnout, vyrobit a dodávat na trh nový výrobek**. Cílem je vytvořit komplexní platformu pro řešení problematiky v jednotlivých odvětvích strojírenství s prostorem pro technologické spolupráce, nabídky, poptávky i prezentace pracovních příležitostí v technických oborech.

Jako organizátor veletrhů **FOR INDUSTRY** a **FOR LOGISTIC** a souboru elektrotechnických veletrhů **FOR ELECTRON, FOR ENERGO** a **FOR AUTOMATION** se veletržní správa ABF, a.s. rozhodla pořádat tyto odborné veletrhy souběžně a maximálně tak využít kapacitu areálu **PVA EXPO PRAHA**. I při spojení zůstává veletrhům samostatnost v rámci jejich umístění ve výstavních halách i realizaci mediální kampaně, která tak nabývá dvojnásobně na síle. Souběh veletrhů v termínu **13. - 16. 3. 2012** přinese všem vystavujícím firmám nové návštěvníky z řad jednotlivých oborů a povede k zatraktivnění průmyslových veletrhů v Praze.

**Veletrh dnes** již nenabízí pouze prostor k předvádění konkurenceschopnosti firem, ale stal se místem, kde je možné pohovořit si s odborníky, ve vzájemných diskusích vyřešit dosud nezodpovězené otázky a s menšími riziky pak volit pro konkrétní potřeby správné technologie a zařízení.

Vzhledem ke skutečnosti, že v současné době existuje na trhu práce vysoká poptávka po pracovnících s odborným technickým vzděláním, veletržní správa ABF připravuje jako novinku v rámci veletrhu FOR INDUSTRY doprovodnou akci **FOR JOBS s nabídkou pracovních příležitostí**. Cílem je pomoci zprostředkovat kontakty mezi vystavujícími firmami a zájemci o zaměstnání a poskytnout jim možnost získat informace o aktuálních pracovních nabídkách v nejrůznějších průmyslových odvětvích. Vystavující firmy mají možnost oslovit během 4 dní přímo stovky uchazečů o zaměstnání, kteří se aktivně zajímají o svou profesní kariéru a jako zaměstnavatelé získají šanci najít kvalitní a spolehlivé zaměstnance z oboru.



### Chcete být vidět?

**Nabízíme Vám řešení ...**

**Rezervujte si své místo na veletrhu včas a sami si vyberte umístění Vaší expozice.**

Na internetových stránkách naleznete kompletní informace pro vystavovatele: [www.forindustry.cz](http://www.forindustry.cz)

Registrován pod ISSN 1801-707X

Elektronický časopis je uchovávan a archivován v rámci projektu WebArchiv Národní knihovny a je poskytnutý k Online přístupu Internetovým uživatelům.

**Redakce elektronického časopisu POVRCHOVÁ ÚPRAVA**

Ing. Ladislav Pachta, Hradec Králové, tel.: 495 215 297, mobil: 603 438 923, E-mail: [pachta@povrchovauprava.cz](mailto:pachta@povrchovauprava.cz)

Přihlášení k zaslání elektronického časopisu a prohlédnutí nebo stažení jednotlivých vydání je možno z <http://www.povrchovauprava.cz>.

Copyright © 2003 - 2012, IMPEA s.r.o., Hradec Králové