



**ČESKÁ
SPOLEČNOST
PRO POVRCHOVÉ
ÚPRAVY**

51.

**CELOSTÁTNÍ
AKTIV
GALVANIZÉRŮ**

**SBORNÍK
PŘEDNÁŠEK**

JIHLAVA | 5. – 6. 2. 2018

Analyza bezchromových pasivačních povlaků

K. Kreislová, J. Mrázek, L. Turek, P. Dušek, SVÚOM s.r.o.

Úvod

Pasivita je stav povrchu materiálu, kdy je jeho korozní rychlost snížena na minimum. Pasivního stavu lze dosáhnout elektrochemicky nebo chemicky. Vzniklé tenké vrstvičky musí být kompaktní, tenké a odolné v daném prostředí. Jejich účinnost závisí na složení a struktuře povrchu kovu a na složení, teplotě, rychlosti proudění a dalších parametrech prostředí/povlaku. Chemická pasivace povrchu se používá buď jako dodatečná protikorozní ochrana např. zinkových nebo slitinových zinkových povlaků, nebo jako předúprava před aplikací nátěrových hmot - zinkové povlaky, hliníkové a hořčíkové materiály.

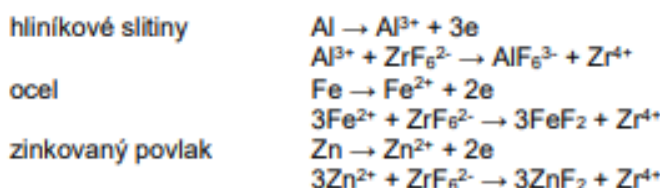
Od 1930 se používaly jako jedna z velmi účinných pasivačních prostředků roztoky chromátů. Do r. 2004 bylo 70% elektrolytických zinkových povlaků chromátováno žlutým chromátem, tj. pasivačním povlakem na bázi Cr^{6+} . Směrnice 2000/53/EG a 2011/65/EU zakázaly přítomnost šestimocného chromu (Cr^{6+}) pro ochranu proti korozi. Platnost Směrnice 2000/53/EG byla posunuta, ale i tak byly již téměř 10 let postupně nahrazovány pasivační povlaky na bázi chromu alternativními povlaky. Vývoj zahrnoval řadu chemikálií – na bázi organofosforových kyselin (SAM), solí vzácných zemin (céru, molybdenu, lanthanu), organických polymerů (polysiloxanů, karboxylových kyselin), nanočástic, atd., až se v podstatě ustálil na povlacích vznikajících z hexafluorotitaničitů a zirkoničitánů.

Princip tvorby Ti-Zr konverzního povlaku

Vodou rozpustné prostředky pro konverzní povlaky obsahují fluorotitaničitou/fluorozirkoničitou kyselinu, hexafluorozirkoničtan draselný K_2ZrF_6 , sodný Na_2ZrF_6 , amonný $(\text{NH}_4)_2\text{ZrF}_6$, hořečnatý MgZrF_6 , lithný Li_2ZrF_6 a analogické titaničité komplexy. Fosforečnany a vodou rozpustné sloučeniny titanu a/nebo zirkonia jsou aktivní složky těchto konverzních prostředků. Vodou-rozpustné titaničité a/nebo zirkoničité komplexy mohou být používány samostatně nebo v kombinaci. Pracovní lázně obsahují 30 - 99% vody. V pracovní lázni je i zdroj volných fluoridů, které jsou nutné k aktivaci povrchu - HF, H_2SiF_6 a KF. Dále obsahují roztoky i oxidační a urychlovací složky jako jsou H_2O_2 , HNO_2 , HNO_3 a HClO_4 , další kovové ionty jako Zn(II), Mn(II) a Ni(II) a organická rozpouštědla jako butyl glykol [1].

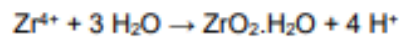
První typy těchto povlaků byly čistě anorganické, v současné době se však dává přednost typům obsahujícím polymerní složky (např. kyselina polyakrylová nebo fenolové pryskyřice). Přídavek organických sloučenin k Ti-Zr sloučeninám zvyšuje korozní odolnost povlaku a jeho přilnavost k podkladu i přilnavost následně nanášených nátěrových povlaků. Např. silany tvoří zesíťovanou strukturu na povrchu kovového podkladu a mají i utěšující účinek. Přídavek nanočástic k silanům zlepšuje morfologii povlaku a přídavek oxidů kovů vzácných zemin (Ce, La) zvyšuje korozní odolnost konverzních povlaků. Přídavek fosforečnanu do pasivační lázně zvýší korozní odolnost vzniklého konverzního povlaku [2].

Mechanismus tvorby konverzních povlaků na bázi Ti-Zr oxidů je zásadně odlišný od chromátování, které zahrnuje redoxní reakce mezi ionty šestimocného chromu v roztoku a podkladovým kovem za vzniku hydratovaných oxidů. Na rozdíl od chromátování, tvorba vrstvy Ti-Zr oxidů probíhá odlišně, podle toho jakém kovovém podkladu je konverzní povlak vytvářen:

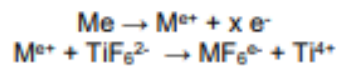


Prvním krokem technologie je alkalické odmaštění, kdy se na povrchu podkladu vytvářejí intermetalické katodické částice. Ti-Zr oxidy se precipitují na katodických místech povrchu podkladu a reakce je významně ovlivněna pH. V konverzních vrstvách obvykle není indikován fluor a předpokládá se průběh těchto reakcí:

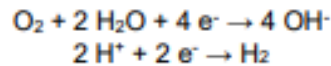




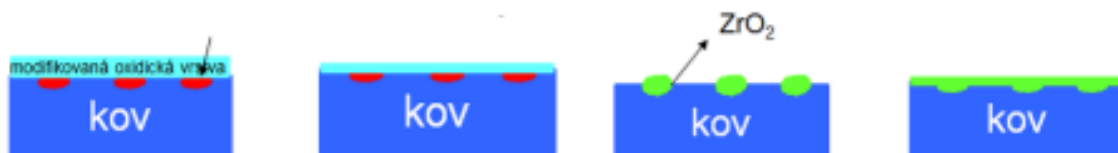
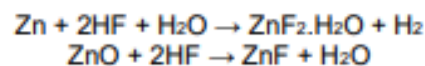
Ti-Zr konverzní povlaky jsou velmi nerovnoměrné a ovlivněné výskytem katodických míst na povrchu podkladu. Při vytváření povlaku rozpouští volné fluoridové ionty přirozené oxidické vrstvičky podkladového kovu spolu s posunem korozního potenciálu směrem k negativním hodnotám a vznikem komplexů podle rovnice:



Katodické reakce jsou redukce kyslíku a uvolňování vodíku:



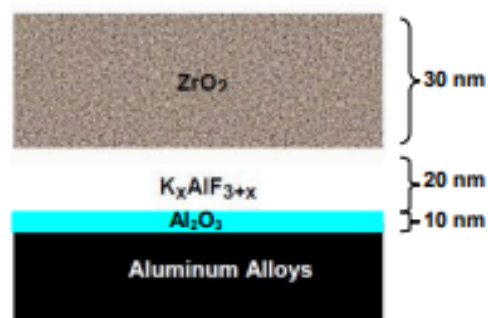
Po ukončení reakční doby dochází v pracovní lázni ke zvýšení koncentrace volné kyseliny fluorovodíkové. Poté může podkladový kov reagovat s touto volnou kyselinou fluorovodíkovou za vzniku hydratovaných fluoridů kovu. Současně dochází k rozpouštění oxidů podkladového kovu v konverzním povlaku volnou kyselinou fluorovodíkovou, např. pro zinkové povlaky:



Obrázek 1 - Schéma tvorby konverzních Ti-Zr povlaků

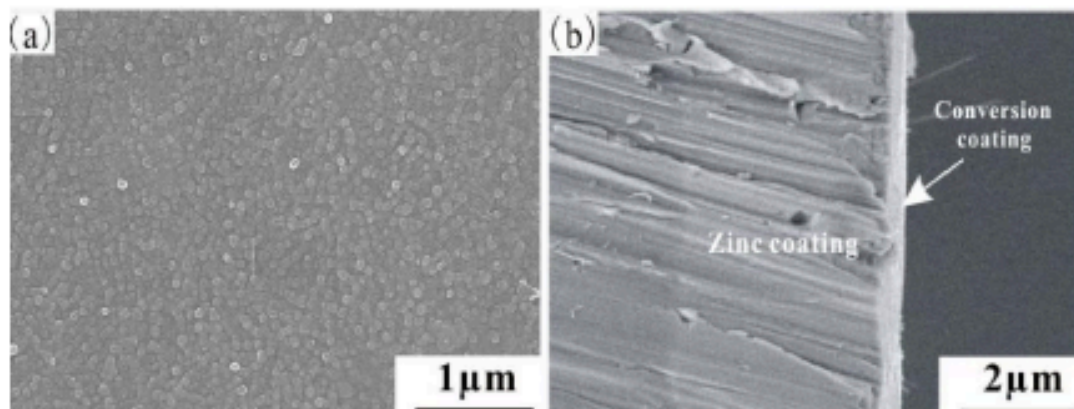
Charakteristika Ti-Zr konverzního povlaku

Vznikající konverzní povlaky se vyznačují vícevrstvou strukturou, obvykle 3 vrstvou - první vrstva je vrstva oxidu podkladového kovu, další vrstva je vrstva TiO_2 a/nebo ZrO_2 a poslední je směsná Ti-Zr/O/F vrstva - Obrázek 2. Na počátku tvorby povlaku jsou hlavními složkami konverzního povlaku oxid a fluorid podkladového kovu, následně se dominantními fázemi stávají oxidy titanu nebo zirkonia TiO_2 a ZrO_2 ; Ti_2O_3 a ZrO jsou sekundární fáze konverzního povlaku. Oxidy TiO_2 a $\text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ jsou stabilní v přítomnosti vody [3]. Konverzní vrstva vykazuje velkou nerovnoměrnost a nízkou tloušťku ($< 1 \mu\text{m}$) [4]. Vliv na tloušťku vrstvy konverzního povlaku má kromě mikrostruktury povrchu podkladu, i pH roztoku a jeho míchání.



Obrázek 2 - Příklad vrstvy konverzního Zr povlaku na hliníkové slitině

K spolehlivé charakterizaci nerovnoměrných vrstev konverzních Ti-Zr povlaků jsou potřebné analytické metody s vysokými rozlišovacími schopnostmi. K hodnocení morfologie oxidických povlaků i vyhodnocení nerovnoměrně pokrytých povrchů lze použít elektronové mikroskopické SEM a TEM metody - Obrázek 3.



Obrázek 3 - SEM povrchu a příčného řezu vrstvy konverzního Ti-Zr povlaku

Postupně se vytvořily i technické normy pro tyto povlaky nebo byly tyto typy konverzních povlaků doplněny do revidovaných norem, takže v současné době jsou zavedeny v technických normách:

- ČSN EN ISO 19598 *Kovové povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku a slitin zinku na železe nebo oceli s dodatečnou úpravou bez použití šestimocného chromu;*
- probíhající revize ČSN EN ISO 2081 *Kovové a jiné anorganické povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku s dodatečnou úpravou na železe nebo oceli - pouze zmínka o možnostech bezchromátových pasivací;*
- probíhající revize ČSN EN ISO 2082 *Kovové a jiné anorganické povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky kadmia s dodatečnou úpravou na železe nebo oceli - pouze zmínka o možnostech bezchromátových pasivací.*

V přípravě jsou i technické normy:

- NWI 23287-1 *Chromium(VI) free passivation of non-ferrous metals - Part 1: Zinc die-casting;*
- NWI 23287-2 *Chromium(VI) free passivation of non-ferrous metals - Part 2: Aluminium and aluminium alloys - norma má sice v názvu bezchromátová pasivace, ale v textu je uvažována i CrIII pasivace.*

Tabulka 1 – Doporučené zkoušky pasivačních povlaků

parametr	technická norma	
	chromátové povlaky	alternativní povlaky
přítomnost povlaku	ČSN EN ISO 3613	-
stanovení plošné hmotnosti povlaku	ČSN EN ISO 3892	ČSN EN ISO 3892
stanovení přilnavosti povlaku	ČSN EN ISO 3613	ČSN ISO 2819
protikorozní odolnost povlaku	ČSN EN ISO 9227	ČSN EN ISO 9227
odolnost povlaku proti vlivům prostředí	ČSN EN 60068-2-30	-
přilnavost nátěru k povlaku	ČSN EN ISO 2409	ČSN EN ISO 2409

Ověření kvality pasivace nebo předúpravy před nanášením nátěrových povlaků konverzními Ti-Zr povlaky je v těchto technických normách omezeno na výsledky urychlených korozních zkoušek [5 - 8].

ČSN EN ISO 19598 uvádí, že tloušťky pasivačních a utěšňovacích vrstev se neuvažují, o dalších jejich vlastnostech se nezmiňuje. NWI 23287-1 pro stanovení plošné hmotnosti konverzních povlaků odkazuje na ISO 3892, kde ale není ani zmínka o bezchromátových povlacích na bázi Ti-Zr (NWI 23287-1 zahrnuje i fosfátové konverzní povlaky). NWI 23287-2 pro stanovení plošné hmotnosti konverzních povlaků doporučuje sejmutí konverzního povlaku v roztoku kyseliny dusičné podle ČSN EN ISO 3892 a následné gravimetrické nebo analytické stanovení.

ČSN EN ISO 3613 předepisují metody pro stanovení přítomnosti bezbarvého chromátového konverzního povlaku, přítomnosti a množství šestimocného chromu v bezbarvých a barevných povlacích na zinku, kadmiu, slitinách hliníku se zinkem a slitinách zinku s hliníkem, dále pro stanovení celkové plošné hmotnosti chromu na zinku a kadmiu, vyhovující přilnavosti chromátových konverzních povlaků a jakosti chromátového povlaku. Obdobné metody zkoušení bezchromátových konverzních povlaků chybí.

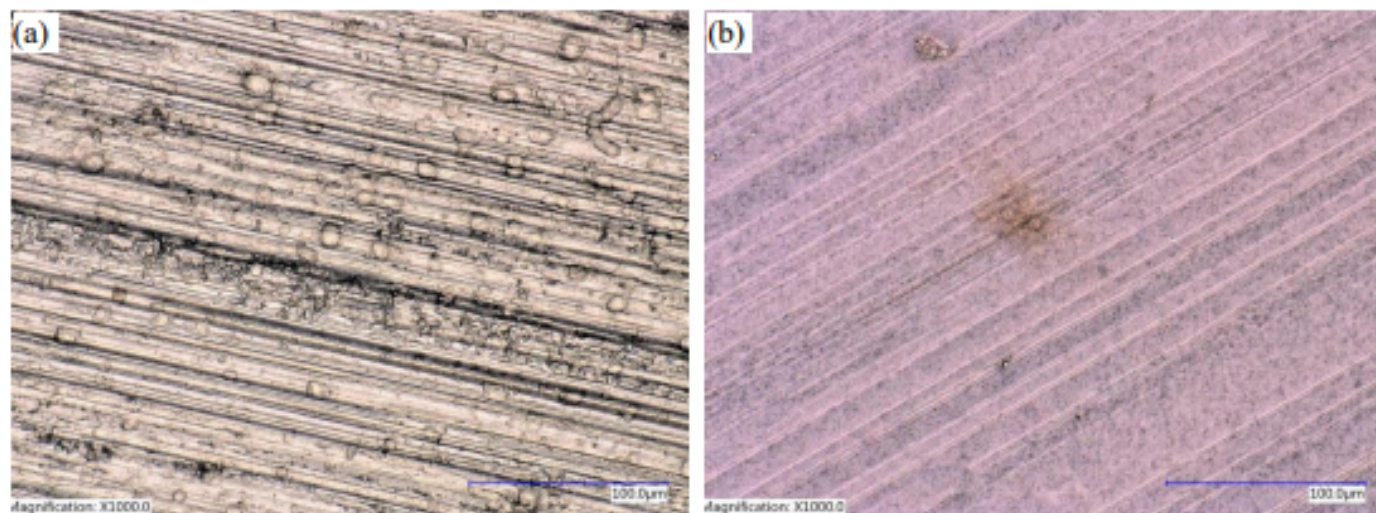
ČSN EN ISO 19598 a NWI 23287 předepisují metody pro stanovení přítomnosti šestimocného chromu.

Analýza Ti-Zr konverzního povlaku na výrobku

V technologii povrchových úprav je zavedena předúprava Ti-Zr konverzním povlakem především pro dosažené přilnavosti následně aplikovaných nátěrových povlaků. Technologie je bezoplachová. Po nanesení nátěrového povlaku byla zjištěna nedostatečná přilnavost povrchové úpravy.

Dle BL obsahuje prostředek 1-propoxypropan-2-ol, kyselinu fosforečnou, kyselinu hexafluorozirkoničitou, kyselinu hexafluorotitaničitou. Podkladovým materiálem je zinkovaná ocel nebo hliník.

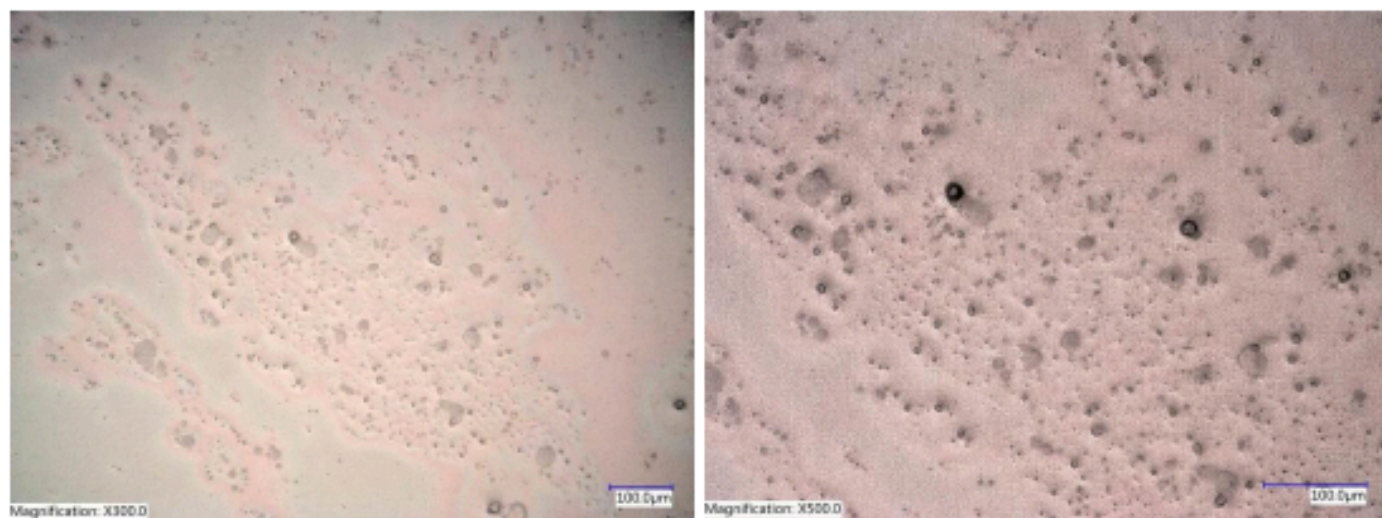
Na Obrázku 4a je povrch podkladového kovu bez povrchové úpravy a na Obrázku 4b je povrch spodní strany odlupující se vrstvy nátěru hodnocený na 3D digitálním mikroskopu Keyence HVX-5000 při 1000x zvětšení. Ze snímků je patrné, že vrstva nátěru kopíruje nerovnost povrchu podkladového kovu. Tenká vrstva konverzního povlaku ($< 1 \mu\text{m}$) neumožňuje částečné vyrovnání nerovností povrchu. Při této tloušťce není ani nános vrstvy konverzního povlaku schopen souvisle pokrýt povrch podkladového kovu. Dále jsou na vrstvě nátěru patrné nečistoty, které byly na povrchu podkladového kovu.



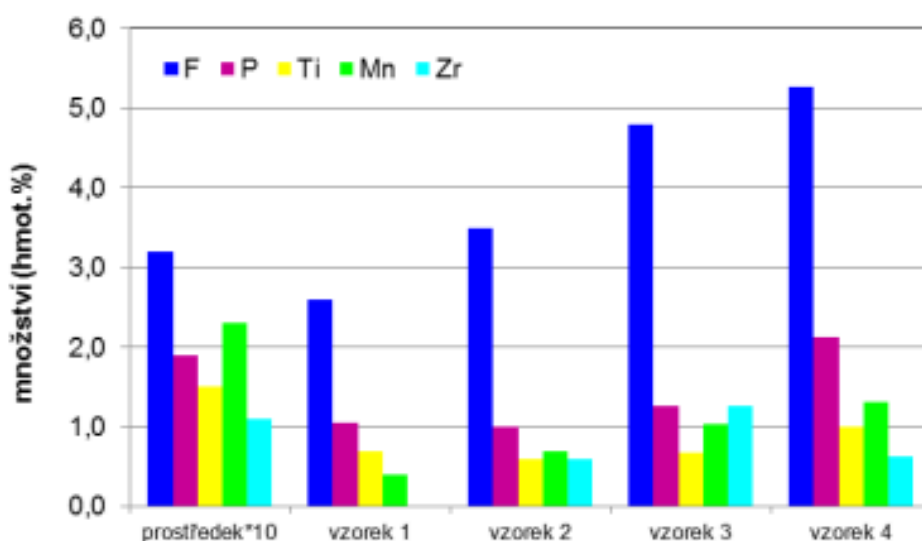
Obrázek 4 - Povrch podkladového kovu (a) a odlupující se vrstvy nátěru (b)

Pasivační prostředek byl nanesen na vrstvu preparačního skla ze vzorku provozní lázně. Vrstva byla ponechána zaschnout v laboratorních podmínkách a vizuálně hodnocena na 3D digitálním mikroskopu Keyence HVX-5000 při různém zvětšení - Obrázek 5. Vrstva vykazuje nerovnoměrnou tloušťku (na prakticky hladkém inertním povrchu) a výskyt tmavých bodů.

Prvkové složení konverzní vrstvy (EDX analýzy detektorem X-Max 50 SDD, fy Oxford Instruments na elektronovém rastrovacím mikroskopu TESCAN VEGA II) na povrchu kovových vzorků bylo porovnáno se složením koncentráту pracovní lázně - Obrázek 6. Na vzorku 1 nebyl na povrchu vůbec identifikován výskyt zirkonia. Na všech kovových vzorcích je podíl fluoru na povrchu podkladového kovu vyšší než v koncentráту pasivačního prostředku. Po přepočtení množství Ti a Zr je jejich koncentrace (hmot.%) ve vrstvě konverzního povlaku cca 20 % oproti koncentraci v pasivační lázni.

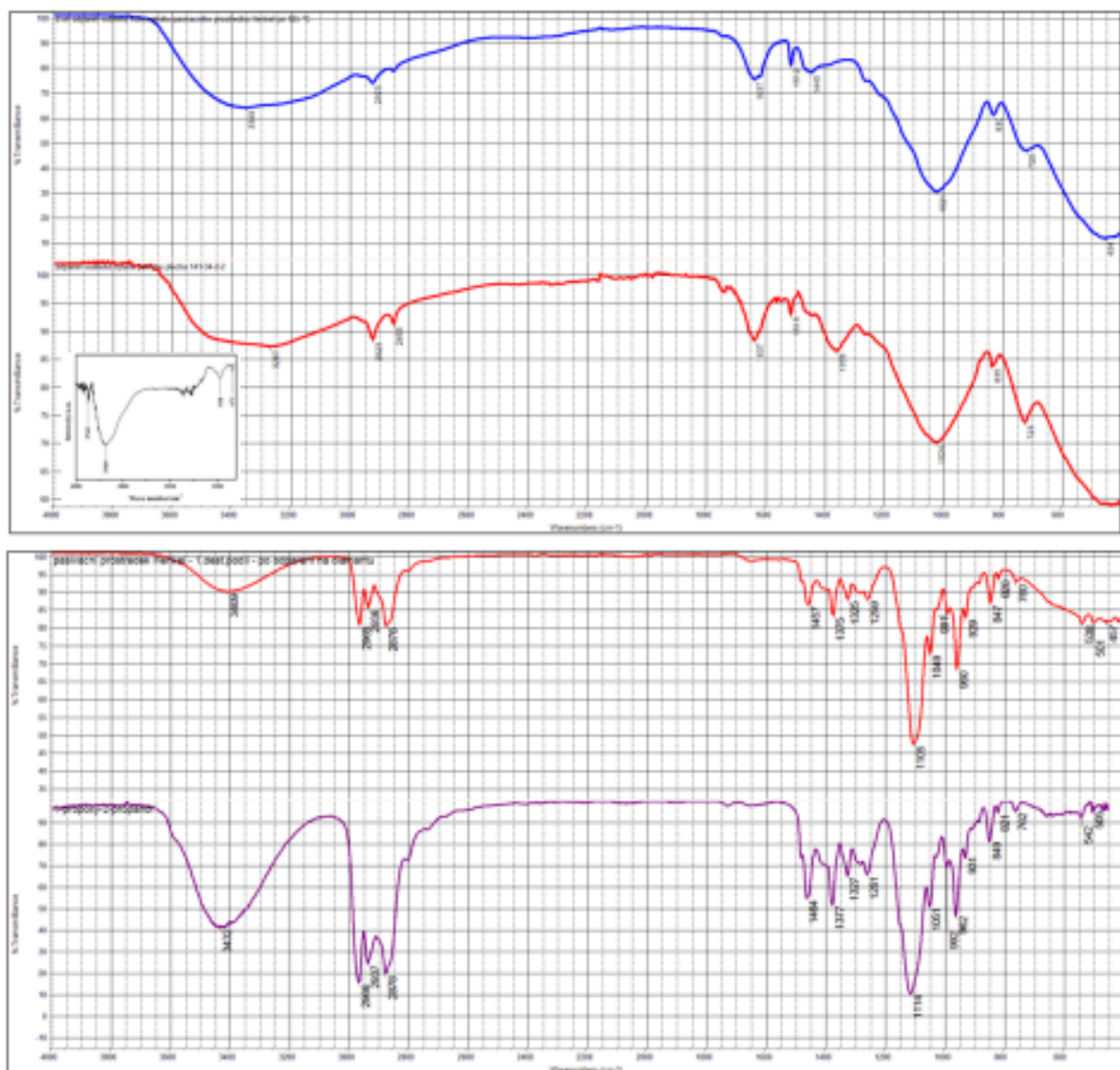


Obrázek 5 - Příklad vrstvy pasivačního prostředku



Obrázek 6 - Porovnání obsahu významných prvků v pasivační lázni a v konverzním povlaku

Z dodaných vzorků byla vrstva konverzního povlaku extrahována vodou. Získané extrakty byly odpařeny a analyzovány FTIR metodou na spektrometru Nicolet iS5 s nástavcem ATR s jednodrazovým diamantovým krystalem. Vzhledem ke složitosti směsi a nízkému obsahu jednotlivých sloučenin konverzního povlaku ve vrstvě nelze pomocí IR spektroskopie blíže specifikovat jednotlivé složky směsi, jednoznačně lze identifikovat pouze organickou složku (Obrázek 7). V porovnání s publikovaným FTIR spektrem Ti-Zr konverzního povlaku nebyly v naměřených spektrem zjištěny totožné píky při vlnových délkách 3749, 3360, 938 a 671 cm^{-1} .



Obrázek 7 - Porovnání FTIR spekter konverzní vrstvy (a) a organické složky (b)

Závěr

Pro velmi tenké vrstvy konverzních povlaků na bázi Ti-Zr fluorovaných komplexních sloučenin není k dispozici žádná technická norma, ale ani technologické doporučení dodavatelů prostředků pro tyto konverzní povlaky týkající se doporučené plošné hmotnosti vrstev. Ostatně vzhledem k nízké tloušťce povlaků a její nerovnoměrnosti na povrchu podkladových kovů je i velmi obtížné získat relevantní údaje. Není dostupná žádná jednoduchá metoda pro zjištění existence konverzní vrstvy - kromě zmíněných SEM a EDX metod lze využít i OES, ale všechny tyto metody vyžadují laboratorní vybavení náročnými přístroji.

Literatura

1. Y.Guan, J. Liu, C. Yan, Novel Ti/Zr Based Non-Chromium Chemical Conversion Coating for the Corrosion Protection of Electroplated Steel, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 6 (2011) 4853 - 4867
2. Buchheit, R.G.; Hughes, A.E. ASM Handbook: Corrosion: Fundamentals, Testing and Protection. Ohio: ASM International, 2003. Chromate and Chromate-Free Conversion Coatings, s. 1856-1897
3. A. Bjørgum, O. Ø. Knudsen, E. Pedersen, B. S. Tanem, Quality of various Conversion Coatings,
4. E. Rakiewicz, Environmentally-Friendly Conversion Coating Based on Zirconium Oxide

5. K.Kreislová, J. Mrázek, P. Dušek, Problematika pasivace zinkových povlaků, *TriboTechnika*, 1/2017, ISSN 1338-0524, pp. 28-30
6. L. Li, B.W. Whitman, C.A. Munson, R. Estrada, C.A. Matzdorf, G.M. Swain, Structure and Corrosion Performance of a Non-Chromium Process (NCP) Zr/Zn Pretreatment Conversion Coating on Aluminum Alloys, *Journal of The Electrochemical Society*, 163 (13) C718-C728 (2016)
7. P. Verner, V. Chrást, K. Krahula, M. Zmrzlý, M. Čerňanský, J. Houdková, V. Vorlíček, Alternativy chromátování v protikorozní ochraně galvanicky vyloučených zinkových povlaků, sborník *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, LIV, 13, 1, 2006, p. 135
8. M. Zapponi, C. I. Elsner, F. Actis, A. R. Di Sarli, Correlation between accelerated tests and outdoor exposure of coil coated chromate and chromate free systems, *Corrosion Engineering, Science and Technology* 2009, Vol 44, No 2, pp. 119 - 127

Důležité aspekty v technologii funkčního chromování

Ing. Ladislav Obr, CSc

ČSPÚ Jihlava

Úvod

Vyloučené galvanotechnické povlaky rozdělujeme z pohledu historie a užitných vlastností na dvě základní skupiny :

- Dekorativní povlaky
- Funkční (technické) povlaky.

Prioritou první skupiny je vzhled povlaku (lesk, mat, satén atd.), oproti prioritě druhé skupiny, kde hlavním kriteriem je technická funkčnost povlaku (tvrdost, vysoká korozní odolnost, nízká opotřebitelnost, atd.). Mezi oběma skupinami není ostrá hranice a velkou snahou je, aby dekorativní povlaky měly také vysoké funkční vlastnosti a naopak. Je možné, dokonce i pravděpodobné, že v budoucnosti obě skupiny splynou.

Funkční chromování

Funkční chromování, nebo-li ve zkratce, tvrdochromování, tvoří velmi širokou a rozšířenou oblast chromování, při které jsou vylučovány tvrdé a ořezuvzdorné 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 téměř 100 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 chrom ve třetím oxidačním stupni, který bylo vhodné udržovat v rozmezí koncentrace 3 až 5 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. Docházelo ke zvýšenému rozpouštění základního materiálu, hlavně železa, do chromovací lázně a tím postupně k jejímu znehodnocování. Navíc nárůstem znečištění lázně balastními kovy docházelo ke zvyšování svorkového napětí a tím zvýšené spotřebě elektrické energie.

Nejnovejším trendem v oblasti vývoje chromovacích lázní třetí generace jsou organické, sekundární katalyzátory. Jedná se především o alkyl sulfonované kyseliny a jejich deriváty. Jsou používány v kombinaci s primárním katalytickým účinkem síranů.

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 2016
Běžná síranová – 1.generace	25 – 30
Fluoridová – 2. generace	3 – 5
S organickým katalyzátorem – 3.generace	72 - 65

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 3 - 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, jaký proces funkčního chromování zvolit, je nutné zvážit, co se od procesu očekává a jaké jsou požadované vlastnosti vyloučeného povlaku. Výhodou je, že výrobní 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 ³)	6,9 - 7,1	6,9
Mikrotrhliny (počet/cm)	100 - 150	400 - 700
Tvrдость (HV ₁₀₀)	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. Dalším důležitým činitelem, který může zamíchat dosahovaným výkonem a následně skutečnou ekonomikou, je používané napětí. To obvykle není nastavováno a jeho velikost se automaticky řídí velikostí nastaveného proudu a vodivostí celého systému. Samotnou vodivost ovlivňuje jednak použité vlastní zařízení a jednak použitý chromovací elektrolyt a hlavně jeho čistota. Z Faradayových zákonů výpočtem vychází, že při 100% katodovém proudovém výtěžku, je třeba dodat na vychromování jednoho kg oxidu chromového 1 610 Ah. V následujícím vztahu (1) je pak zřejmé, které důležité parametry výrazně ovlivní vlastní ekonomiku chromovacího procesu.

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

Jsou to napětí na lázni (V), účinnost proudového zdroje (bez rozměru) a katodový proudový výtěžek (bez rozměru).

Účinnost zdroje proudu je dána jeho typem a konstrukcí. Zde je nutné provádět pravidelně jeho údržbu a kontrolu podle pokynů výrobce. Katodový proudový výtěžek je dán typem použité technologie (viz. tab. č. 1). Nárůst používání chromovacích lázní 3. generace ukazuje možnost podstatně snížit spotřebu elektrické energie na vlastní chromování. Dalším velmi významným a v současné době, ne vždy správně doceňovaným parametrem, je napětí. Jeho hodnotu ovlivňuje několik faktorů, geometrie zařízení, druh a kvalita použitých anod, pravidelná a správně volená údržba zařízení ale také v neposlední řadě kvalita použitého chromovacího elektrolytu. Narůstání napětí mezi katodou a anodou, při zachování všech ostatních výše uvedených parametrů, je způsobováno nárůstem odporu chromovacího elektrolytu, či-li snižováním jeho vodivosti.

Jaký vliv má nízká vodivost na chromovací proces? V první řadě z důvodu vyššího napětí způsobuje zvýšené vyhřívání a tím vyšší spotřebu elektrické energie. Automaticky tak zvýšení provozních nákladů. V druhé řadě ovlivňuje kvalitu vyloučeného povlaku, který je hrubozrnější, s vyšší porozitou. To má za následek nižší korozní odolnost a zvýšené nebezpečí při následném broušení chromového povlaku z důvodu vylamování hrubších zrn. Také v místech s vysokou proudovou hustotou dochází k připalování vylučovaného povlaku a k tvorbě nižšího počtu mikrotrhlin. Dochází ke zhoršené distribuci kovu a k prodloužení doby vlastního chromování a opět zvýšení provozních nákladů.

Jaké jsou důležité aspekty skutečně efektivní technologie funkčního chromování? Na co se zaměřit a co řídit, koordinovat a sledovat? Co můžeme nebo nemůžeme ovlivnit?

Prvním a důležitým krokem 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 obzvláště 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 nesplňuje avizované parametry a následně avizovaný výkon.

Druhým, důležitým krokem je volba použitého typu pracovního elektrolytu a udržování výrobcem doporučených koncentrací jednotlivých složek lázně. Jedná se především o majoritní složky, mezi něž počítáme oxid chromový (CrO_3) a kyselinu sírovou (H_2SO_4). U elektrolytů 1. generace pak ještě přistupuje obsah trivalentního chromu (Cr^{3+}), který by se měl pohybovat v koncentračním rozmezí 3 - 5 g/l.

Třetím a neméně důležitým krokem, je udržování čistoty elektrolytu a zamezení jeho zbytečnému znečištění. Jedná se především o znečištění železem, těžkými kovy, ale také zbytečně vysokým obsahem trivalentního chromu. Lze se tomuto znečištění vyvarovat? Odpověď je jednoznačná, lze. Je třeba znát příčiny znečištění a omezit je na možné minimum. Především je nutné zajistit správné podmínky leptání (zdrsnování) před vlastním chromováním podle použitého základního materiálu. Zbytečně nepřeleptávat a tím nadměrně nezvyšovat rozpouštění kovů do funkčního elektrolytu. Pokud je to technologicky možné, použít na leptání zvláštní elektrolyt s nízkým obsahem kyseliny sírové. Části povrchu dílů, které nemají být chromovány je nutné zabalit a zamezit jeho kontaktu s chromovací lázní. Ta je sama o sobě značně kyselá a silně oxidační, což urychluje rozpouštění kovů (chemicky i elektrolyticky). S narůstající koncentrací kyseliny chromové se rozpouštěcí účinek zvyšuje. Velmi důležité je také co v nejkratší době odstranit z lázně případně napadané díly, které by se jinak v lázni rychle rozpouštěly. Další znečišťující látky se mohou do chromovací lázně dostat z nevhodně použité, např. pitné, vody a přenosem, po nedostatečném oplachu, z odmašťovacích lázní.

Zvláštní kapitolu znečištění tvoří Cr^{3+} . V elektrolytech 1. generace je na jedné straně nezbytnou součástí, jako sekundární katalyzátor, na druhé straně je znečišťujícím kovem. Každý rozpuštěný gram Cr^{3+} /l snižuje vodivost chromovací lázně o 9,7 mS/cm. Trivalentní chrom je v určité koncentraci

součástí každé klasické chromovací lázně. Tvoří se na katodě při nízkých proudových hustotách, kdy ještě nedochází k vylučování chromu. Na druhé straně probíhá na olověných anodách zpět jeho oxidace na šestivalentní chrom. K vyrovnanému, rovnovážnému stavu dochází při poměru A:K 2:1. Při zmenšené ploše anod dochází k nárůstu koncentrace Cr^{3+} . Jeho snížení lze dosáhnout zvětšením anodové plochy v poměru ke katodové, nebo provést řízenou elektrolytickou oxidací. Na rozdíl od elektrolytů 1. generace není v elektrolytech 3. generace přítomnost Cr^{3+} nutná, ba naopak je výhodné, aby jeho koncentrace byla co nejnižší. Přehled vlivu znečišťujících kovů na vodivost chromovacích lázní je uveden v tabulce č.4.

Tabulka č. 4

Vliv znečišťujících kovů na vodivost chromovacích elektrolytů

Znečišťující kovy	Snížení vodivosti [mS/cm/g]
Železo	12,4
Chrom 3 ⁺	9,7
Nikl	11,7
Měď	6,0
Sodík	5,8
Zinek	8,4

V současné době je sledování koncentrace majoritních i minoritních složek chromovacích lázní spolehlivě řešitelné, bez nároků na speciální a drahé vybavení provozní laboratoře. Obsah oxidu chromového je jednoduše stanovitelný jodometrickou titrací. Současně změřením hustoty elektrolytu si jeho koncentraci ověříme, ale ihned zjistíme množství znečišťujících kovů. Zda se jedná opravdu o znečišťující kovy si ověříme změřením vodivosti lázně. Jelikož se jedná o nestandardní rozsah (100 - 500 mS/cm), je nutné použít kapesní nebo laboratorní přístroje, nikoli však tužkové. Podmínkou je sonda určená přímo pro galvaniku. Vodivost nového elektrolytu o koncentraci 250 g CrO_3/l činí 500 mS/cm. Každý rozpuštěný přítomný gram/litr znečišťujících kovů snižuje vodivost o předem známou a tabelovanou hodnotu (viz. Tab.4). Kritická hodnota vodivosti chromovacích lázní se pohybuje v rozmezí 300 – 350 mS/cm. Současně snižováním vodivosti lázně dochází ke zvyšování svorkového napětí na lázni, a to většinou bývá prvním ukazatelem, že se s chromovacím elektrolytem 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 vážkové 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.

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 nízku, 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 „bouchlo“ a jednak se tato pěna zachycovala na vyjímaném zboží a pokud se včas a rychle neopláchlá, na zboží zasychala a vytvářela na povrchu nehezke mapy. Při intenzivnějším odsávání docházelo k odsávání pěny a to vše vedlo ke zvýšené spotřebě tenzidu. Nová generace tenzidu nyní pracuje na jiném principu. Vytváří jen mírnou pěnu na části povrchu elektrolytu. Tím nedochází k zachytu mikrokapiček ani vodíku, ale také není tato pěna strhávána do odsávání. Hlavní funkce totiž spočívá ve změně povrchového napětí lázně a podstatně nižším výnosu aerosolu na

povrchu bublinek vodíku. Číselná hodnota povrchového napětí chromovací lázně bez použití tenzidu se pohybuje okolo 60 dyn/cm a s použitím nového typu tenzidu se snižuje na rozmezí 25 – 30 dyn/cm (nebo mN/m).

Posun v aplikaci měření povrchového a mezifázového napětí není již jen doménou precizně vybavených laboratoří a umožňuje toto stanovení rychle a jednoduše provádět v běžných provozních laboratořích. Lze využít metodu stalagnometrického stanovení, která je založena na vážení kapek. Spočívá ve zjištění hmotnosti kapky, která se utvoří na konci svisle umístěné kapiláry, a v okamžiku odtržení kapky od kapiláry je váha kapky rovna síle povrchového napětí působícího na obvodu kapiláry. Z hodnot váhy kapky destilované vody a tabelované hodnoty jejího povrchového napětí za dané teploty a váhy kapky měřené kapaliny, lze zjistit povrchové napětí měřené kapaliny, v našem případě chromovací lázně (2). Velmi důležité je použít stalagnometr s vhodnou odpovídající kapilárou, která umožňuje pravidelný odkap a odečtení počtu kapek. Pro chromovací lázně je vhodná přesná kapilára o vnějším průměru cca 5 mm a vnitřním do 0,5 mm. Podle zjištěných hodnot povrchového napětí lze pak poměrně přesně stanovit dávkování tenzidu, a tak zajistit minimální úlet aerosolu chromovacího elektrolytu.

$$m/m_{ref.} = \gamma/\gamma_{ref.} \quad (2)$$

m	- hmotnost kapky (g)	m _{ref.}	- hmotnost kapky ref. kapal.
γ	- povrchové napětí (mN/m, dyn/cm)	γ _{ref.}	- povrch. napětí ref. kapal.

Problematičtější je stanovení obsahu Cr³⁺. Často používaná rozdílová metoda stanovení, zakládající se na jodometrickém stanovení obsahu celkového chromu od kterého se odečte hodnota šestivalentního chromu, je značně nepřesná a získané výsledky jsou často zkreslené a obtížně reprodukovatelné. To je jednak způsobeno velkým koncentračním rozdílem obou oxidačních forem chromu a jednak nepřesností klasického jodometrického titračního stanovení. Velmi přesné výsledky však dává stanovení Cr³⁺ titrační metodou v silně alkalickém prostředí roztokem hexakynoželezitanu draselného, ovšem za použití potenciometrické indikace bodu ekvivalence s platinovou a kalomelovou elektrodou. Přesnost stanovení je 0,2 g/l a shodnost 0,3 g/l. Výhodné je použití automatického titrátoru se záznamem titrační křivky. Ostatní znečišťující těžké kovy je pak vhodné stanovit atomovou adsorpční spektrofotometrií (AAS).

Jedině, co je nutné si nechat odborně stanovit, je koncentrace přítomného katalyzátoru. Při řádném dávkování katalyzátoru v doporučeném množství, obvykle 1,5 litrů katalyzátoru na doplněných 10 kg oxidu chromového, vyžaduje stanovení cca 1 až 2x za rok. Toto stanovení je běžnou součástí servisu dodavatele lázně. Kompletní, výše popsaný, rozbor chromovací lázně lze tak pohodlně stihnout zaučenou obsluhou, s minimálním vybavením laboratoře, do jedné hodiny.

Pochopením podstaty technologie funkčního chromování a hlavně pravidelným a stálým dodržováním výše uvedených aspektů této poměrně "staré" technologie, můžeme dosáhnout vyloučení kvalitních povlaků chromu, za přijatelných ekonomických nákladů. Bližší a konkrétní podklady lze získat od autora příspěvku.

Použitá literatura :

- 1, Firemní podklady firmy MacDermid
- 2, Ševčíková, Obr, Garay, Degradace galvanicky vyloučeného duplexního povlaku chromu, 45.AG Jihlava , 2012
- 3, Kopec – Maštálý, Přehled galvanotechniky, Práce – vyd.ROH, 1955
- 4, G.A.Lausmann, Chromium Plating, Eugen G. Leuze Verlag, 2007
- 5, ISO 9101. Surface active agents - Determination of interfacial tension - Drop volume method. 1987

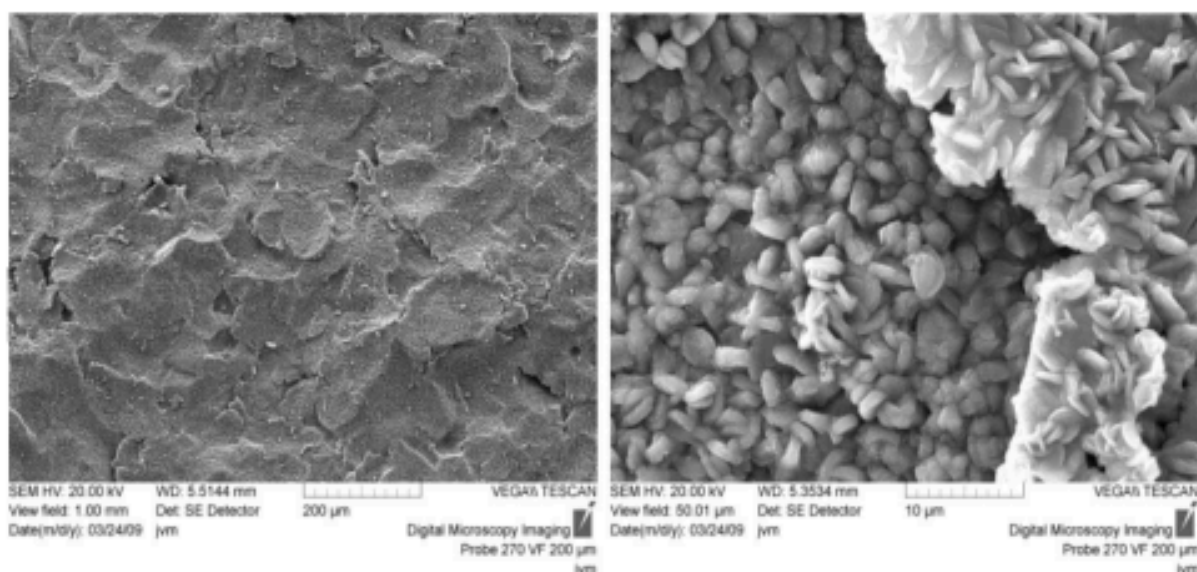
Chemické předúpravy před lakováním: Fosfátování a jeho úspěšné nahrazování konverzními povlaky na bázi oxidů zirkonu

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

Chemické předúpravy před lakováním jsou jedním z nejčastějších způsobů předúpravy před práškovým, mokrým nebo KTL lakováním kovů. Jejich předností je univerzálnost, robustní provoz, snadná automatizovatelnost a relativně příznivá cena. Na druhou stranu jsou zdrojem odpadních vod, kalů a rizik při nakládání s chemickými látkami. Mezi tradiční a osvědčené metody chemické předúpravy patří fosfátování, které dominuje trhu. Dnes jsou již v technické praxi zavedeny technologie, které umožňují fosfátování plně nahradit, ovšem za podstatně příznivějších provozních parametrů i nákladů. Jednou z těchto technologií je SurTec 609 Zetacoat na bázi trojmocného chromu a zirkonu, která se používá pro nejrůznější aplikace od spotřebního zboží, bílé techniky po prvovýrobu automobilových dílů.

Přilnavost laku

Cílem jakékoliv předúpravy je očištění dílce a vytvoření vhodné kotvící plochy pro lakovou vrstvu, která drží na povrchu dílce díky fyzikální adhezi. Zjednodušeně lze říct, že čím bude větší styčná ploch, tím bude i lepší přilnavost. Pokud má povrch dostatečnou drsnost, stačí pro jednoduché a nenáročné aplikace dílec pořádně odmastit. Nicméně je vždy lepší zvětšit „aktivní“ povrch. To lze provést zjednodušeně dvěma cestami. Buďto tryskáním nebo vyloučením vhodné krystalické vrstvy. Při pohledu na níže uvedené snímky z mikroskopu je patrné, že tryskání jen těžko může konkurovat chemické předúpravě. Oproti hladkému základnímu je měrná plocha tryskaného povlaku sice větší, nicméně přilnavost na povlak vytvořený chemickou cestou bude jistě lepší. Výhodou tryskání je odstranění vrstvy okují a koroze z povlaku, což chemickým postupem není úplně jednoduché.



Obr 1 a 2.: Vzhled povrchu po tryskání (vlevo) a po fosfátování (vpravo). Přilnavost laku bude pochopitelně lepší na fosfátovaném dílci.

Čištění a odmaštění

Prvním krokem v předúpravě bývá chemické odmaštění. Lázeň musí dostatečně dobře odstranit mastnotu, oleje a hrubé nečistoty. Odmašťovací lázeň se zjednodušeně skládá z vody, základu z anorganických či organických solí (tzv. builder) a povrchově aktivních látek (tenzidů). Anorganický základ lázně v součinnosti s tenzidy umožňuje efektivní odmaštění. Kromě jiného upravuje pH a tvrdost vody, zmýdelňuje tuky, disperguje mechanické nečistoty a pomáhá v emulgačním procesu. Tenzidy zjednodušeně slouží k převedení ve vodě nerozpustných látek (olejů, vosků apod.) na rozpustnou formu a jejich odstranění z povrchu dílce. Odstraněná mastnota buď zůstává emulgována v lázni, nebo se vyloučí na hladině lázně (tzv. deemulgující systémy).

Fosfátování

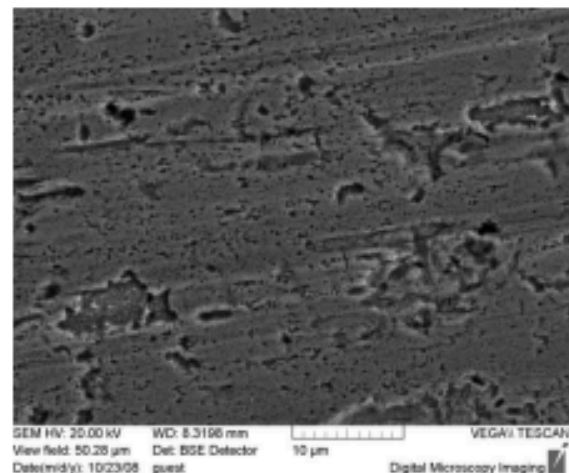
Principem fosfátování je vytvoření nerozpustné vrstvy fosforečnanu (fosfátu) na povrchu dílce. Ve fosfátovací lázni dochází zjednodušeně k rozpouštění povrchové vrstvičky materiálu (železa nebo zinku) a díky lokálnímu zvýšení pH u povrchu k vylučování nerozpustného fosforečnanu příslušného kovu.

Železnaté fosfátování

Velice častou variantou pro předúpravu, zejména před práškovým lakováním, je kombinované odmaštění s železnatým fosfátováním. Při tomto typu fosfátování pochází železnatý ion z rozpouštěného základního materiálu. Vzniklá kotvící vrstva je amorfní a zajišťuje slušnou přilnavost laku.

Vlastnosti:

- Nízké náklady na chemii a provoz
- Provozní teploty kolem 35 - 45°C
- Stačí 2-3 procesní kroky (fosfátování + oplachy)
- Aplikace ponorem i postřikem
- Pro ocel, pozink i hliník
- Tenká vrstva (0,3 – 0,8 g/m²)
- Málo kalu



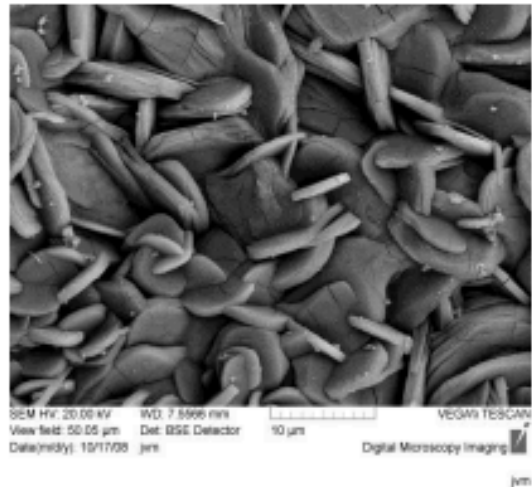
Obr. 3: Amorfní povlak vyloučený kombinovanou technologií železnatého fosfátování s odmaštěním (SurTec 604)

Zinečnaté fosfátování

Lepší variantou, zejména pro aplikace s vyšší odolností proti podkorodování, je zinečnaté fosfátování. Jedná se o desetiletými osvědčenou metodu zajišťující vynikající přilnavost a korozní odolnost. Při tvorbě povlaku se kromě Fe ze základního materiálu uplatňují další kovy z lázně (Zn, Ni, Ca, Mn)

Vlastnosti:

- Relativně vysoké náklady na chemii a energie
- Velké množství procesních kroků (6 a více)
- Náročné na údržbu zařízení (velké množství kalu, ucpávání trysek)
- Aplikace ponorem i postřikem
- Pro ocel, pozink i hliník
- Dobrá korozní odolnost i bez laku (s pasivací)
- Nastavitelná tloušťka vrstvy (2 – 30 g/m²)



Obr. 4: Krystalický povlak zinečnatého fosfátu (SurTec 618 LT)

Zinečnaté fosfátování je přes své nesporné výhody technologií, která je zastaralá a ve spoustě aplikací překonaná kvůli relativní náročnosti na počet provozních kroků (odmaštění – oplachy – aktivace – Zn fosfátování – oplachy – doplňkově i pasivace) a značné produkci odpadů. Při vlastním fosfátovacím procesu vznikají ve velkém množství kaly, které je nutné odstraňovat. Pracovní vanu nebo postřikový box je nutné pravidelně a namáhavě čistit. Odpadní a oplachové vody obsahují také velká množství fosforu, dusičnanů a těžkých kovů (zejména niklu). To vše se musí nákladně z odpadních vod odstraňovat.

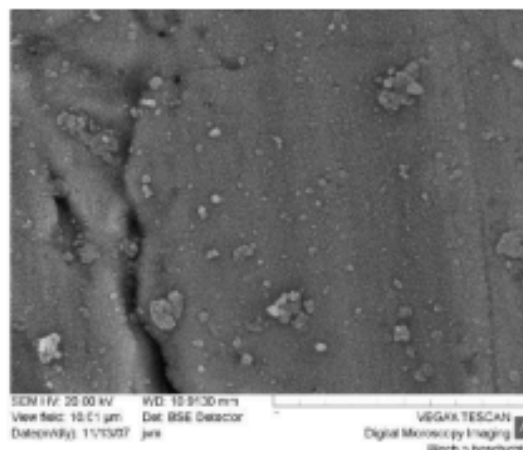
Konverzní pasivace jako předúprava před lakováním

Alternativní chemickou předúpravou před lakováním je použití tzv. konverzních pasivací. Obdobně jako při fosfátování se rozpouští povrchová vrstvička materiálu dílce a díky lokálnímu nárůstu pH se na povrchu dílce vysráží, dle základního materiálu, soli chromu a zirkonu. Cíl je ale stejný, vyloučit na povrchu nerozpustnou krystalickou látku, která zvětší povrch dílce pro ukotvení barvy. Rozdíl mezi konverzní pasivací a zinečnatým fosfátem je pochopitelně ve složení vrstvy, ale i v procesním hledisku. Pasivační lázně na bázi trojmocného chromu a zirkonu (například SurTec 609) umožňují značně snížit náklady na odpadní vody, energie a zejména na údržbu linky. Oproti fosfátování se totiž prakticky netvoří žádný kal, odpadní voda neobsahuje ani fosfor, nikl či velké množství dusičnanu a dusitanu.

Dostupná je i varianta pro kombinované odmaštění s konverzním povlakem na bázi zirkonu a chromu. Kvalitativně je ale takové provedení předúpravy spíše na úrovni železnatého fosfátování.

Vlastnosti SurTec 609 Zetacoat:

- Pracuje bez ohřevu (od 15°C do 50°C)
- Technologicky nenáročná (minimálně 4 kroky: odmaštění – oplach - pasivace - oplach)
- Jednoduchá údržba zařízení (bez kalu a ucpaných trysek)
- Aplikace ponorem i postřikem
- Pro ocel, pozink i hliník v jedné lince a při jednom nastavení
- Excelentní adheze
- Pro práškové, mokré i KTL lakování
- Tloušťka vrstvy pouze v řádu desítek nm (0,1 g/m²)



Obr.5: Krystalický povlak oxidů zirkonu a chromu na povrchu Fe dílce (SurTec 609)

Porovnání nároků jednotlivých typů předúprav na odpady

Pro jednoduché porování nákladů na likvidaci odpadů můžeme vyjít z obsahu solí v jednotlivých lázních. Se stoupající koncentrací solí narůstají náklady na množství oplachovací vody, likvidaci kalů a množství chemikálií pro čištění odpadních vod.

Obsah v lázni	Železnaté fosfátování konc. v mg/l	Zinečnaté fosfátování konc. v mg/l	SurTec 609 Zetacoat konc. v mg/l
Fosfát	2000-10000	5000-20000	-
Zinek	-	1000-10000	-
Mangan	-	20-1000	-
Nikl	-	50-1000	-
Fluoridy	100-500	100-500	< 500 ppm
Chrom(III)	-	-	< 100 ppm
Celkem	< 10500	< 32500	< 600

Z jednoduchého porování složení je vidět, že SurTec 609 Zetacoat má oproti Zn fosfátování zhruba 50 násobně méně solí, což představuje velkou úsporu při likvidaci odpadů.

Použití konverzní pasivace SurTec 609 pro automotive

Ve prospěch fosfátování oproti konverzním pasivacím hovoří tradice v používání a nedůvěra zejména v automobilovém průmyslu. V jiných odvětvích například stavebnictví (Alu panely a profily) a v letectví se konverzní povlaky na bázi zirkonu, případně v kombinaci strojmočným chromem, používají již léta. Mezi uživatele konverzních pasivací SurTec 609 patří i největší výrobci bílé techniky.

Nicméně i některé specifikace pro automotive již připouští alternativní technologie na bázi zirkonu. Příkladem jde skupina Volkswagen, která v předpisu TL 260 výslovně umožňuje kromě fosfátování

používat konverzní pasivace na bázi zirkonu, jako předúpravu před lakováním a KTL dle požadků Ofi-x330. V provozu v ČR je v současnosti tato technologie již podle této specifikace nainstalována a používána před KTL lakováním originálních automobilových dílů.

Závěr

Pro dosažení dobré kvality předúpravu z hlediska přilnavosti barvy i korozní odolnosti je ideální chemická předúprava. Tradičně se při práškovém lakování používá železnaté nebo zinečnaté fosfátování. I přes své nesporné přednosti lze obě technologie s výhodou nahradit modernějšími technologiemi na bázi oxidů zirkonu, například z řady SurTec 609. Výhodou přípravků SurTec 609 je prakticky bezúdržbový provoz bez ohřevu lázně a s minimální tvorbou kalu. Technologie je multimetalická, v jedné vaně lze předúpravit ocel, hliník i pozink. Protikorozními parametry se jedná o náhradu blízkou zinečnatému fosfátování. Formulace lázně neobsahuje zinek, nikl, mangan, fosforečnany ani dusitany a umožňují tak výrazné snížení produkce odpadů a tím i nákladů.

Instalace do stávající technologie s minimálně 4 vanami nebo postřikovými kroky je velice snadná a spočívá v pouhém vyčištění linky a výměně lázně.



Obr.6: Typicky zlatavá barva konverzní pasivace povlaku SurTec 609 EC, z provozu v ČR.

Zdroje a další informace:

SurTec Technische Briefe a další materiály firmy SurTec dostupné z www.surtec.com

Firma SurTec ČR, s.r.o. je tradičním, vysoce fundovaným dodavatelem chemických přípravků pro průmyslové čištění, předúpravu před lakováním, galvaniku a žárové zinkování. V roce 2017 oslavila firma již 21 let působnosti pobočky v České republice.

Komplexní technologická řešení v galvanotechnice.

Ing. Jan Vytrás, Aleš Procházka

Úvod

Funkční chromování, má ve Slaném velkou tradici a datuje se do šedesátých let minulého století, kde chromovna byla součástí výroby v odštěpném podniku ČKD Slaný. Tehdejším nosným programem bylo funkční chromování velkorozměrových hydraulických dílů. Tomu odpovídaly i rozměry a objem chromovacích van, které patřily k největším v republice. Z pěti instalovaných van měly tři hloubku 2,2 m a dvě zbývající dokonce hloubku 4,5 m a umožňovaly tak chromovat díly dlouhé až 7,5 m do průměru 550 mm.

Nástupnickou společností po provedené privatizaci se stala firma Novex Bohemia s.r.o., která jednak navázala na minulou slavnou tradici a nenechala obor ve Slaném zaniknout, ale hlavně přinesla do technologie funkčního chromování nové moderní poznatky současného vývoje v této technologické oblasti. V průběhu let zmodernizovala a zrekonstruovala výrobní zařízení, zavedla nové metody automatizovaného řízení a vyměnila klasické chromovací elektrolyty první generace za nové elektrolyty třetí generace. Tato opatření také vyžadovala výměnu stávajících zdrojů proudu, které byly pro nové chromovací elektrolyty již výkonově nevyhovují a neumožňovaly dosahování požadovaných proudových hustot. Renovaci si vyžádal i otopněchladicí okruh, který je vyroben z titanových trubek a po dobu několik let stále vykazuje perfektní stav bez poškození a případného zeslabení. Byla zrekonstruována čistírna odpadních vod a vybudována provozní chemická laboratoř. Ta umožňuje pravidelné analýzy chromovacích elektrolytů, včetně měření vodivosti a povrchového napětí. Současně analyticky kontroluje proces čištění odpadních vod a kvalitu vypouštěné vyčištěné vody. S ohledem na neexistující výuční obor galvanizér, zajišťuje pro své zaměstnance odborná školení a zvyšování jejich kvalifikace.

I přes všechna tato nákladná opatření nelze 100% zajistit bezporuchovou výrobu a dochází na funkčně chromovaných výrobcích k vadám. K jejich odstraňování zavedla firma Novex Bohemia s.r.o. **komplexní technologická řešení**. Lze je rozdělit do několika oblastí.

První oblast vad při chromování

I přes veškerou snahu a údržbu se stane, že do chromovací lázně se zanesou na pokovovaných dílech kovové nečistoty, prach a špony, které na dílech zůstávají po mechanické výrobě. Většinou ulpívají v drážkách, dutinách a jemných otvorech. Z těchto míst se velmi těžko odstraňují a to i klasickým odmašťováním. To při funkčním chromování velkých rozměrových dílů bývá velmi často nahrazeno pouze ručním odmaštěním s případným postřikem. K jejich uvolnění pak dochází až v chromovacích lázních jednak při operaci anodického leptání a poté i při vlastním chromování. Tyto malé částice plavou v lázni a ne zřídka se mohou nalepit na chromované díly. Pokud se tak stane, dochází v průběhu chromování k přechromování těchto "přichycených" částic, vznikne jakýsi výrůstek (vypadá jak nepravidelný objekt) a při leštění se tento výrůstek odloupne. Vznikne tak vada, kterou většinou definujeme jako "pór, díra" v chromové vrstvě.

K řešení těchto vad se nabízí několik možností.

1, Nejstarší řešení je díl znova odleptat (sejmout vrstvu chromu) vyleštit a opět nachromovat. Toto řešení není 100% , ale většinou funguje.

2, Moderním a rychlým řešením je použití komplexního technologického řešení. Jednou z možností je použití technologie mikrosvařování.

Mikrosvařování je proces vyřování velmi malých pórů, dírek a prasklin, v tomto případě vad vyloučeného povlaku. Jak už název napovídá jedná se o vyplnění velmi malých vad, při kterých je nutné použít mikroskop. Pokud je opravována vada v chromové vrstvě, je důležité použít speciální drát, který má antikorozi vlastnosti. Firma Novex používá materiál 1.4430 kde je 18,5 % Cr a 12,5 Ni a další kovy. Po zavaření je nutné svár ručně začistit diamantovými pilníky. Pokud jsou sváry větší, je žádoucí použít např. pásovou brusku.

Mikrosvařováním lze opravovat i větší poškození. Pokud je poškození hlubší je nutné použít masivnější elektrody a větší průměr návarového drátu. Zařízení na svařování umožňuje přepnutí do svařovacího režimu v ochranné atmosféře Argonu a to velmi jednoduše, za pomoci nožního pedálu, lze tak vytvářet klasické návary, housenky. Tím však vzniká prostorový návar, jehož opracování je mnohem náročnější, ale s využitím např. pásové brusky, se celá oprava významně zrychlí a zjednoduší. Tento způsob je velmi často používán na opravy forem.

Popsaná oprava mikrosvařováním má mnoho výhod. Velkou a nezanedbatelnou výhodou je mobilnost. Zařízení je přenosné a stačí 230V napájení. Opravy jsou rychlé a často dostačující. Nevýhodou může být případný jiný barevný odstín, než má chromová vrstva, nebo základní materiál.

Další možností opravy, ze souboru komplexního řešení, je tampónová galvanizace.

Tampónová galvanizace je relativně moderní způsob oprav, který není doposud v naší republice příliš často používán. I když metoda tampónového pokovu se používá již více jak 40 let, obecně se v českém průmyslu málo ví o nových možnostech jejího použití. Ve své podstatě má ovšem velmi široké využití. Jedná se o pokovení ručním způsobem. Vylučování vrstvy kovů je za pomoci zvlhčeného tampónu (anoda + pol) a pokovovaného dílu (katody - pól) viz. Obr. 1. Při použití této metody je ovšem velmi nutné dodržet přesně předepsaný postup s přesným sledem jednotlivých operací.

Obr.1
Schema principu tampónové galvanizace



Pokud je povrchová vada (pór, díрка) v chromové vrstvě, je postup opravy následovný. Povrch kde je tato vada se pokud možno dokonale odmastí. Následně se místo vady aktivuje. Pro zvýšení účinnosti odmaštění či aktivace, lze využít reverzace proudu. Následně se plocha s vadou pomědí. Místo se zaleští tak, až zůstane měď vyplněná jen ve vadě (póru, dírcce) a pak se nanáší vrstva speciálního niklu,

obchodního označení Nikl XHB, který má podobné vlastnosti jako chrom. Dosahuje tvrdosti až 900 HV a je odolný proti korozi.

Částečnou nevýhodou může být odlišný barevný odstín vyloučeného niklového povlaku oproti barevnému odstínu povlaku chromu. Dále pak náklady na chemikálie a samotný proces opravy. Tento druh opravy nelze provádět při nižší teplotě než 16°C. Také nelze provádět na tvarově složitějších dílech, nebo v rozích a jemných drážkách, kam se běžný tampón nevejde a musel by být případně připraven jednorázový tvarový tampon příslušné velikosti.

Velkou výhodou této technologie ovšem je, že zařízení je mobilní a dají se opravovat i velké plochy. Dále je také unikátní v tom, že se dá nanášet do přesného rozměru. Lze kontrolovat vrstvu a případně zaleštit do předepsané tolerance.

Druhá oblast vad při chromování

Druhým případem jsou vady v základních materiálech. Dnes se z velké míry dováží z různých zemí ne příliš kvalitní základní materiál. Tento stav vyvolal jednak značný nárůst cen základních kovových materiálů na straně jedné a snahou u zpracujících podniků snížit svoje náklady na tento materiál na straně druhé. I když bývá přídavek na opracování dostatečný, jsou v materiálu póry nebo praskliny. Někdy jsou vidět po výsledném opracování a někdy se objeví až po nachromování. A proč? Jednoduše! Při chromování je první operace před spuštěním procesu chromování lehké anodické naleptání povrchu chromovaného dílu. Tím se mohou póry v materiálu více otevřít, nebo póry, které jsou zanešené prachem z obrábění "vylezou" na povrch. To však není vidět, protože je díl v chromovací lázni a zjistí se to až při kontrole během procesu. Opět nastává rozhodnutí, co učinit, jak provést odstranění vady, pokud je to vůbec možné. I v těchto případech je výhodné použití komplexního technologického řešení.

Přerušit proces chromování a opravit vady před chromováním. Pokud vady nejsou hluboké stačí většinou póry zaleštit jemným smirkem ručně. Pokud je vada většího rozměru je nutné použít mikrosvařování. Pokud se bude vyřezávat před chromováním, je nutné použít klasický návarový drát, bez velkého obsahu Cr a Ni a to z jednoduchého důvodu. Kdyby se použil speciální s příměsí chromu a niklu, tak se při chromování na tuto opravu (svár) nemusí chrom "zakotvit". Pokud opravíme drátem, který má podobné složení jako základní materiál, tak po chromování není oprava znatelná a vyloučený povlak chromu je přesně zakotvený bez změn barevného odstínu.

Pokračovat s chromováním dále s tím, že bude nutné opravit vzniklé vady (díry, póry) po chromování a vyleštění. Pak jsou obě výše popsané metody ze souboru komplexního technologického řešení, metody mikrosvařování a tampování vhodné na provedení opravy.

Posledním z možných způsobů je, že zadavatel nechce aplikovat ani jednu z možných variant oprav a nehodlá akceptovat případnou změnu barevného odstínu v místě opravy vady. V těchto případech pak nastupuje řešení obrousit základní materiál tak, aby nebyly vidět vady a pak nachromovat silnější vrstvu a tu opět přebrousit na stanovený rozměr.

Třetí oblast vad při chromování

Třetí z hlavních oblastí vad, které se vyskytují při provádění technologie funkčního chromování je mechanické poškození. K němu může dojít při manipulaci s díly před, nebo po chromování. I zde je vhodné použití komplexního technologického řešení.

Poškození před chromováním:

pokud je poškození jemné a nikterak hluboké, lze jen začistit jemnými smirkami. Po té kvalitně vyleštit celý povrch pro chromování, tak aby nebylo vidět opravované místo. Lesklý povlak chromu by veškeré vady na neleštěném povrchu zvýraznil.

Pokud je poškození hlubší, avšak jen málo četné, tak je vhodné zvolit opravu mikrosvařováním.

Když je však poškození rozsáhlé a hluboké, je potřeba díl obrousit, tak aby byl povrch bez vad. Pak chromovat na silnější vrstvu a přebrousit do rozměru. Někdy se stane, že by obroušením se ubralo tolik materiálu, že není možné nachromovat tak tlustou vrstvu. Většinou je u dobrých firem garantována tloušťka vrstvy do 0,3 mm chromu, protože tlustší vrstvy jsou už náchylnější na praskání a odtržení při broušení. V tomto případě je možné obrousit jen částečně, aby zmizely lehčí poškození a hlubší se opraví až následně po nachromování a broušení. Tedy se chromuje záměrně s vadami, které chrom ještě zvýrazní, ale použitím komplexního technologického řešení vad je možné tyto vady opravit po procesu chromování a broušení.

Poškození po chromování na chromované vrstvě:

I zde je možné několik možností oprav vad na povrchu nebo jejich kombinací.

Jemné poškození na povrchu chromu lze někdy rozleštit. Případně odebrat pár mikronů chromu leštěním tak, aby vady zmizely. Při tomto způsobu opravy je však velmi důležité dodržet požadovanou rozměrovou toleranci chromovaného dílu.

Hlubší poškození lze opravit mikrosvařováním. V tomto případě je opět nutné použití speciálního návarového drátu z mat. 1.4430.

Pokud je poškození rozsáhlé a není moc hluboké, hodí se nejvíce metoda tampónové galvanizace, kde se poškození vyplní nejdříve mědí a pak po vyleštění se nanese přes celou plochu s mírným přesahem speciální Nikl XHB.

Většinou se ovšem stává, že poškození je rozsáhle a je i hluboké. V tomto případě je vhodné využít kombinaci mikrosvařování a tampónové galvanizace.

Poslední varianta, která je možná, je poškozený díl obrousit a pak opakovaně nachromovat tlustší vrstvu funkčního chromu. Následně provést přebroušení do rozměru.

Z provozních zkušeností lze konstatovat, že mechanické poškození nebývá na chromovém povlaku většinou hluboké a to z důvodu, že vyloučený funkční chrom je velmi tvrdý (1 000 - 1 200 HV₁₀₀). Pak někdy je toto řešení výhodné.

Stávají se však někdy případy, které se vymykají těmto třem bodům a musí se hledat nové vhodné řešení. Někdy rozhoduje čas, jindy je podstatná cena. Další metodou, která dosud nebyla zmiňována, ale také patří do souboru komplexního technologického řešení, jsou **termické nástřiky**. Tato metoda je podobná chromování. Má spoustu výhod, ale i některá omezení. Velkou výhodou jsou právě druhy povlaků, které jsou realizovány ze širokého spektra kovových, speciálně předem vyrobených prášků, podle požadovaných mechanických i chemických vlastností výsledných povlaků. Další významnou výhodou je možnost robotického způsobu nanášení. Rameno robota lze naprogramovat tak, aby se kov nanášel jen na určitá místa a to i na velmi složité tvary dílů, které jsou při klasické technologii funkčního chromování problematické.

Omezením této technologie je vysoká teplota při nástřiku, která může měnit vlastnosti základního materiálu. Nevýhodou může být také to, že nelze nanášet tenké vrstvy v řádu stovek μm, a tedy je nutné brousit nanesený povlak na konečnou toleranci.

MOŘENÍ – předúprava povrchu hliníku

Ing. Jan Bartošík, IDEAL-Trade Service spol. s r.o. (Surface Quality Institute)

Představení

Vážení čtenáři, naše společnost IDEAL-Trade Service spol. s r.o. působí v oblasti povrchových úprav již více než 25 let. Snažíme se být profesionálním partnerem pro naše zákazníky nejen v České a Slovenské republice. V oblasti povrchových úprav se zabýváme dodávkou investičních celků již třetí desetiletí. Postupem času se naše služby rozšířily o dodávky chemických technologií, maskování a závěsovou techniku. Na lakovnách často řešíme spoustu provozních i kvalitativních problémů, které se snažíme ve spolupráci s klienty úspěšně řešit. Právě díky těmto zkušenostem jsme se rozhodli založit další oddělení naší firmy: „Surface Quality Institute“ (SQI; www.sqi.cz), které je zaměřeno především na vzdělávání, zavádění a testování stávajících i nových technologií v oblasti povrchových úprav. S reflexí na předešlé zkušenosti provádíme v rámci povrchových úprav, zejména v oblasti nátěrových hmot a anodické oxidace, školení a semináře zvyšující odbornost zaměstnanců s následnou schopností optimalizovat proces a řešit vzniklé neshody. Vypsání přehled seminářů a školení je zveřejněn na webových stránkách SQI (<https://www.sqi.cz/index.php/kurzy/>).



Obr. 1: Logo nového oddělení firmy IDEAL-Trade Service, spol. s r.o.

Příprava povrchu hliníku

V tomto článku se budeme věnovat problematice moření hliníku a jeho slitin. Proces moření slouží jako předúprava před následným zpracováním. Během procesu dochází k odstraňování anorganických látek, především pak okují a oxidické vrstvy vytvořené na povrchu slitiny hliníku. Podle zpracovatelské návaznosti a technologie zpracování bývá často před proces moření zakomponován proces odmaštění, který slouží k odstranění konzervačních látek a fyzikálně vázaných nečistot.

Alkalické moření

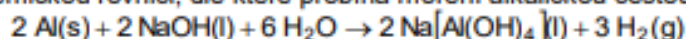
Ve většině případů je mořicí lázeň založena na bázi hydroxidu sodného s příměsí aditiv snižující viskozitu lázně, precipitaci hliníku a podporující mořicí efekt. Alkalické moření lze podle několika kritérií rozdělit na E0 a E6. Pro přehlednost je níže uvedena tabulka s porovnáním jednotlivých parametrů E0 a E6 moření. Uvedené typy moření poskytují odlišný estetický a kvalitativní výstup, který je regulován požadavkem zákazníka.

Tab. 1: Porovnání parametrů lázní E0 a E6 moření.

Parametr	E0 moření	E6 moření
Koncentrace NaOH	50 – 60 g·l ⁻¹	50 – 80 g·l ⁻¹
Koncentrace Al	< 40 g·l ⁻¹	180 – 220 g·l ⁻¹
Teplota	50 – 60 °C	60 – 70 °C
Čas	2 – 10 min	10 – 20 min
Aditivace	Steinex	Alfisatin
Rychlost moření	400 – 800 g·m ⁻² ·h ⁻¹	200 – 500 g·m ⁻² ·h ⁻¹

Princip alkalického moření

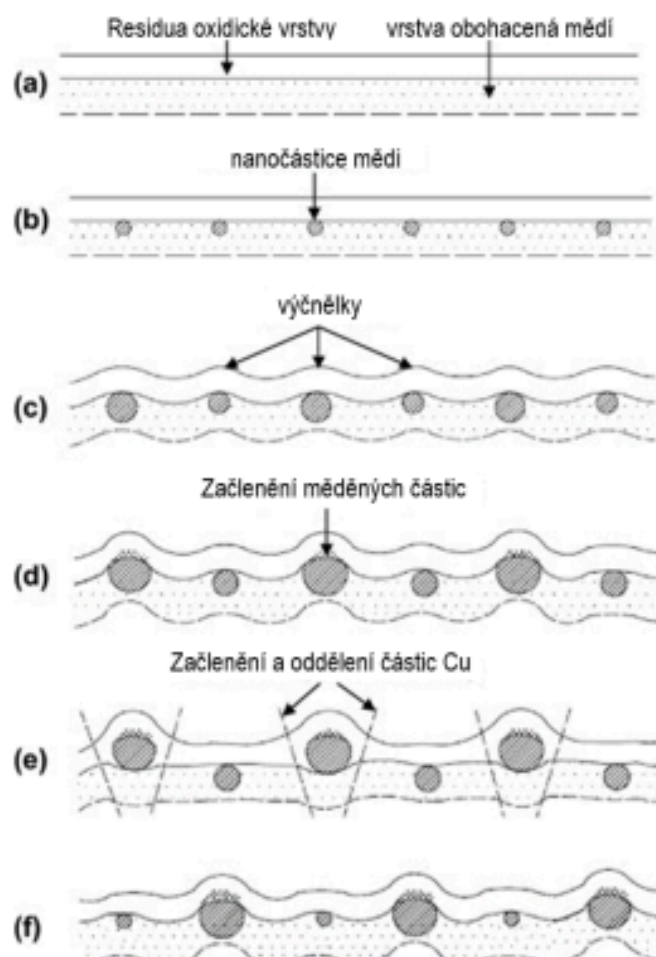
V první řadě si uvedeme chemickou rovnici, dle které probíhá moření alkalickou cestou:



Pokud půjdeme podrobněji a ponoříme se do mechanismů, kterými alkalické moření probíhá, zjistíme, že proces je složitější, než se na první dojem zdá. Všechny procesy a průběh moření podléhá termodynamickým zákonům. V první řadě je vhodné si zavést pojem reálný materiál. Reálný materiál hliníku (nyní budeme brát v úvahu pouze hliníkové slitiny pro průmyslové účely) se skládá z několika prvků. Slitina hliníku obsahuje průměrně 16 – 18 prvků. Tyto příměsové prvky mají výrazný vliv na mechanické i chemické vlastnosti slitiny. Navíc příměsové prvky mají tendenci se zakonzentrovat ve svrchní vrstvě materiálu hned pod konverzní vrstvou.

Proces moření způsobuje ztenčení oxidické vrstvy, která byla vytvořena z předešlého zpracování a tváření materiálu. Kromě odstraňování oxidické vrstvy dochází k zakonzentrování legur (příměsových prvků), které mají vyšší volnou Gibbsovu energii pro tvorbu oxidu než v případě Al₂O₃. S postupem času moření dochází ke zvyšování koncentrace těchto prvků do kritické hodnoty. Při této hodnotě probíhá oxidace legujících prvků, které se stávají součástí oxidické vrstvy.

Procesy, které probíhají ve slitině hliníku lze vidět na obr. 2. Na tomto obrázku je schematicky popsán proces a průběh alkalického moření.



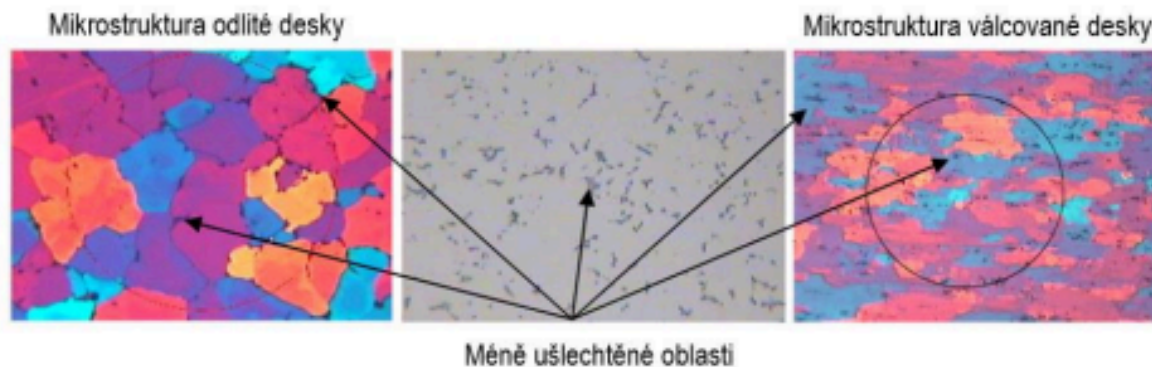
Obr. 2: Schematické znázornění procesu moření.

Koncentrace legujících prvků pod konverzní vrstvou do značné míry ovlivňuje korozní odolnost. Z důvodu odlišného elektrochemického potenciálu může ve svrchní vrstvě docházet ke vzniku koroze, proto je nutné tuto vrstvu ošetřit.

Výhodou alkalického moření je jednodušší kvalitativní výstup, stabilita lázně a její životnost. Nevýhodou těchto alkalických lázní je nemožnost mořit všechny příměsové prvky ve slitině hliníku (problémy jsou se slitinami obsahující vyšší obsah křemíku).

Proč by odlitky s vyšším obsahem Si neměly být mořeny?

U tvářených slitin je zvláštností chemická dekompozice na hranicích zrn. Na tomto rozhraní vznikají místa, která jsou méně ušlechtilé než matrice hliníku. Pokud se budeme bavit o odlitcích hliníku, které obsahují vyšší procento křemíku, tak se výše zmíněná místa vyskytují ve struktuře zrna a jsou tam volněji vázané (viz obr. 3). Během moření jsou základní komponenty silněji ovlivněny a odstraněny. Tento efekt následně způsobuje vznik drsnějšího a zabarveného povrchu hliníku.



Obr. 3: Mikrostruktura vybraných hliníkových slitin (v pořadí zleva: odlitek; výskyt kritických oblastí; válcovaná struktura).

Kyselé moření

Nosná báze v případě kyselého moření je více diverzifikovaná. Nejčastěji se setkáváme s mořením v roztocích na bázi kyseliny fosforečné, sírové, dusičné, chlorovodíkové a fluorovodíkové. Každá z kyselin má mořící účinky, ale odlišné kvalitativní výstupy. Ve vybraných případech se používá i směsná kombinace kyselin.

Nejvíce se kyselé moření používá pro slitiny obsahující vyšší množství křemíku a mědi. Respektive pokud materiál po průchodu alkalickým mořením černá. V takovém případě se využívá především kyselina dusičná a kyselina fluorovodíková, resp. směsná kombinace kyselin. Pokud chceme obsáhnout větší škálu zpracovávaných slitin, tak je tato záležitost řešena přidávkem kyseliny fluorovodíkové nebo dusičné. Pro přehlednost je v tabulce níže shrnuto vhodné použití jednotlivých kyselin pro vybrané slitiny (viz Tab. 1).

Tab. 1: Mořící roztoky vybraných příměsových prvků.

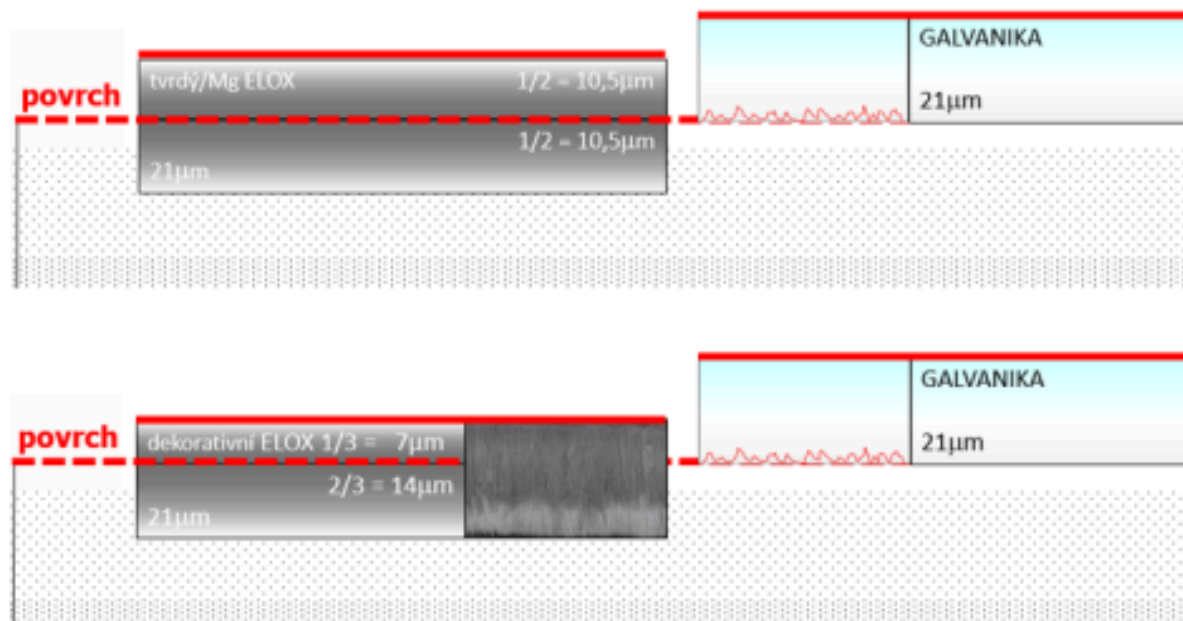
Mořící roztoky	Příměsový prvky
50% roztok HNO ₃	Cu
2,5% roztok HF	Si
50% roztok HNO ₃ + 2,5% roztok HF	Si a Cu

Vyjasnění

Proces vyjasnění slouží k odstranění oxidické vrstvy. Odstranění příměsových prvků z oxidické vrstvy vede ke zvýšení korozní odolnosti. Kromě korozní odolnosti také dochází ke změně barevného odstínu blízkého původnímu odstínu materiálu. Procesem vyjasnění dochází k odstraňování příměsových prvků z oxidické vrstvy. Nejčastěji se tento proces odehrává v prostředí kyseliny dusičné s přidávkem oxidačního činidla. Pro anodizovaný hliník se dnes kvůli dusičnanům v odpadních vodách využívá převážně vyjasnění v kyselině sírové s přidávkem peroxidů.

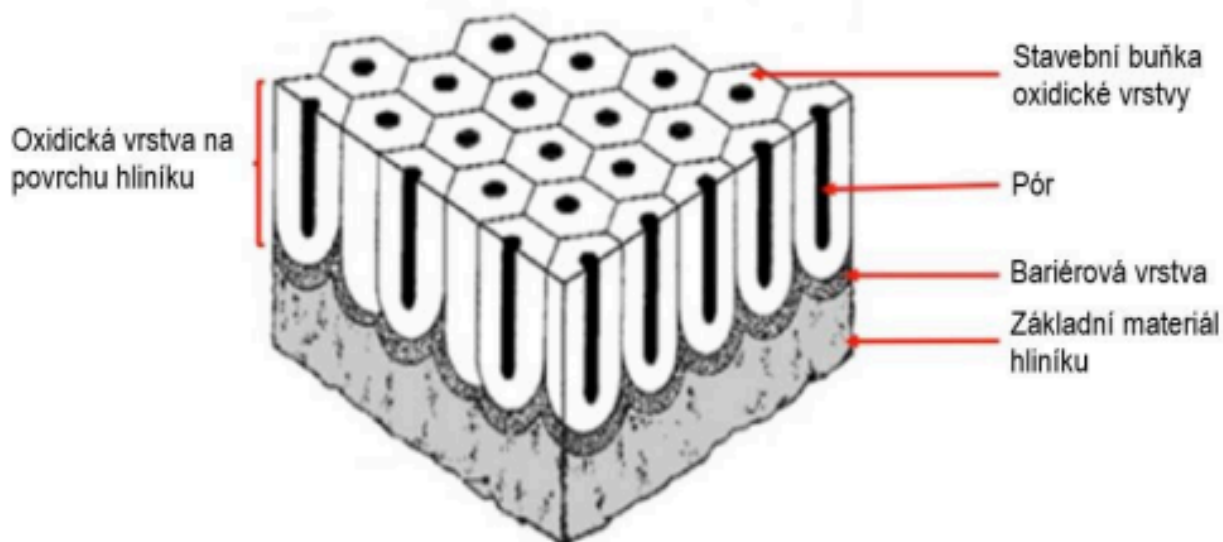
Anodizace hliníku

Po předešlé předúpravě hliníku může na dosavadní proces navazovat tvorba konverzní vrstvy elektrochemickým dějem, tzv. anodizací (známé také pod pojmem eloxování). Proces anodizace navazuje na chemickou předúpravu a dochází k vytvoření oxidické vrstvy na povrchu nekovových materiálů (hliníku, titanu, hořčíku atd.). Rozdíl mezi anodizací a galvanickým pokovováním je uveden níže na obr. 4.

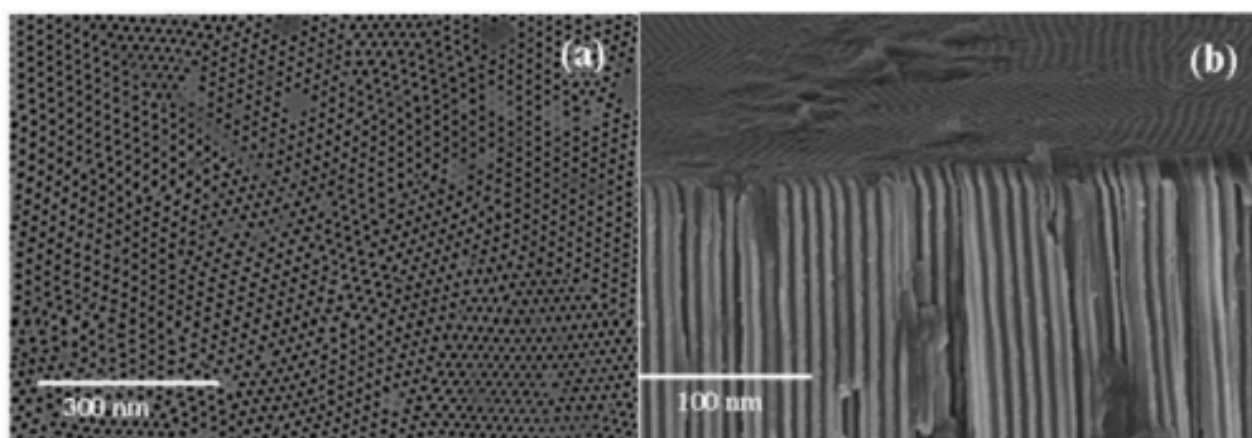


Obr. 4: Rozdíl mezi anodickou oxidací a galvanickým pokovováním.

Na obrázku výše jsou porovnány konverzní vrstvy galvanického pokovování a anodizace. Při galvanickém pokovování dochází k vytváření ochranné vrstvy na povrchu materiál, zatímco při anodizaci se základní materiál rozpouští a dochází k tvorbě vrstvy. Konverzní vrstva vzniklá anodizací se nachází z části nad a z části pod úroveň výchozího povrchu materiálu. Vrstva se tvoří na úkor základního materiálu a vytvořená vrstva vychází z krystalové mřížky základního materiálu. Rychlost tvorby, morfologie a chemické složení pasivační vrstvy je dáno procesními parametry anodizační lázně. Výsledný vzhled neutěsněné konverzní vrstvy lze vidět na obr. 5 a 6.



Obr. 5: Průřez anodické vrstvy na povrchu hliníku.



Obr. 6: Reálná struktura anodické vrstvy.

Použitá literatura a další informace:

Poznatky vychází z praktických a experimentálních zkušeností firmy IDEAL-Trade Service s r.o. (www.itsbrno.cz).

- [1] MA, Y., X. ZHOU, G.E. THOMPSON a P. SKELDON. Surface texture formed on AA2099 Al–Li–Cu alloy during alkaline etching. *Corrosion Science*. 2013, **66**, 292-299. DOI: 10.1016/j.corsci.2012.09.032. ISSN 0010938x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010938X12004726>
- [2] Gleich. *Anodizing eloxal guidelines* [online]. Graz: Gleich Aluminiumwerk, 2015 [cit. 2017-12-13]. Dostupné z: <http://gleich.de/>
- [3] *Graph Engineering Innovation* [online]. Dublin: Graph Engineering, 2015 [cit. 2017-10-31]. Dostupné z: <http://www.graphengineering.ie>
- [4] REDDY, P. Ramana, K.M. AJITH a N.K. UDAYASHANKAR. Micro and nanoindentation analysis of porous anodic alumina prepared in oxalic and sulphuric acid. In: *Ceramics International* [online]. 2016, **42**(15), s. 17806-17813 [cit. 2017-11-06]. DOI: 10.1016/j.ceramint.2016.08.109. ISSN 02728842. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0272884216314171>

Novinky v oblasti automatizace dávkování chemického niklu a dalších procesů

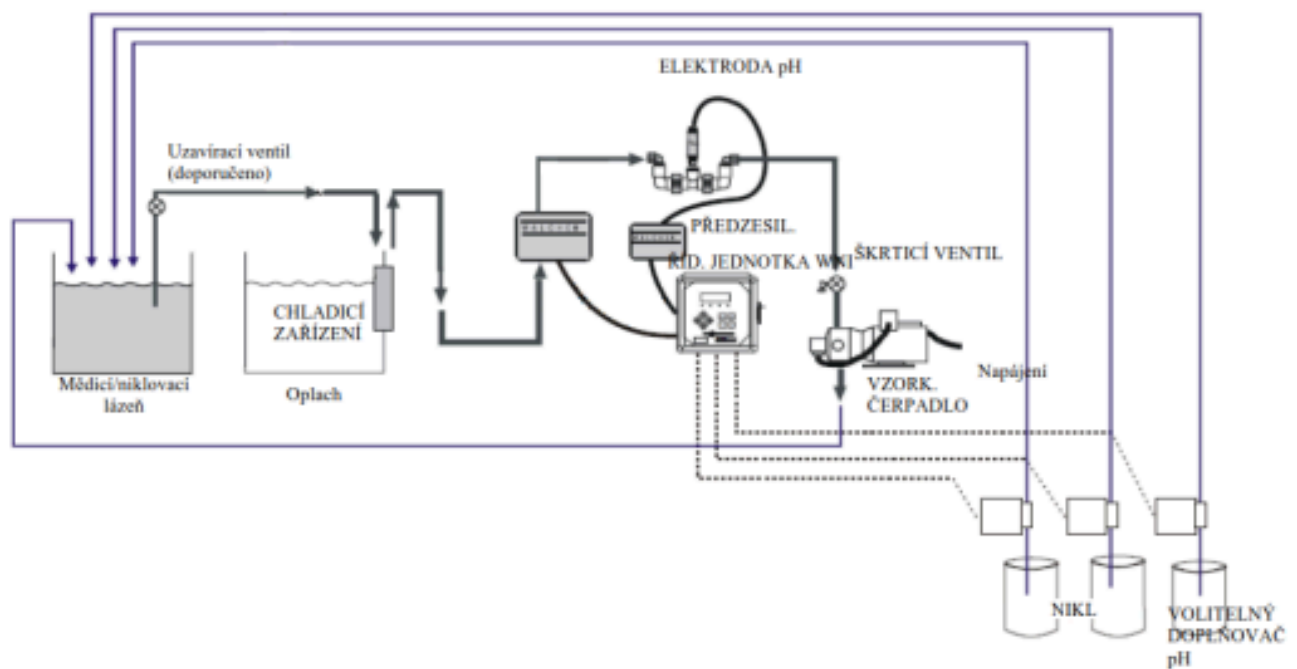
Ing. Tomáš Chvátal
Katko s.r.o.

Zařízení pro automatické doplňování chemického niklu na základě průběžného měření vzorku od výrobce Walchem je již na našem trhu dobře zavedené. Výrobce nyní přichází s novou řadou řídicích jednotek pro tato zařízení. Ostatní prvky systému zůstávají. Nová řídicí jednotka umožňuje využití zcela nových funkcí pro stávající aplikace, pro svoji univerzálnost však může nalézt uplatnění i v dalších aplikacích v oblasti povrchových úprav.

Automatické doplňování chemického niklu

Z lázně chemického niklu je nasáván vzorek do měřicího okruhu. Horký vzorek je nejprve zchlazen na teplotu okolo 50°C. Ochlazený vzorek vstupuje do skleněné měřicí komory senzoru niklu. Světlo z lampy prochází skrze měřený vzorek na samotný senzor, kde je převáděno na elektrický signál zavedený do řídicí jednotky. Vzorek pokračuje přes volitelnou pH sondu, za kterou je nasáván oběhovým čerpadlem vzorku. Za čerpadlem je pak vzorek vrácen zpět do lázně.

Signály ze senzorů niklu a pH jsou zpracovávány řídicí jednotkou, která, na základě nastavitelných algoritmů, řídí chod dávkovacích čerpadel, doplňujících obě složky niklu a čpavkovou vodu pro úpravu pH. Dávkovací čerpadla jsou umístěna přímo na zásobních nádržích. Doplňovaná chemie je vedena trubičkami zakončenými vstříkací tryskou, která je připevněna na vanu lázně.



Obr.1 Schéma automatického doplňování chemického niklu

Nová řídicí jednotka – hlavní rozdíly

Původní model W400 byl nahrazen novým W600.



Obr. 2 původní model W400



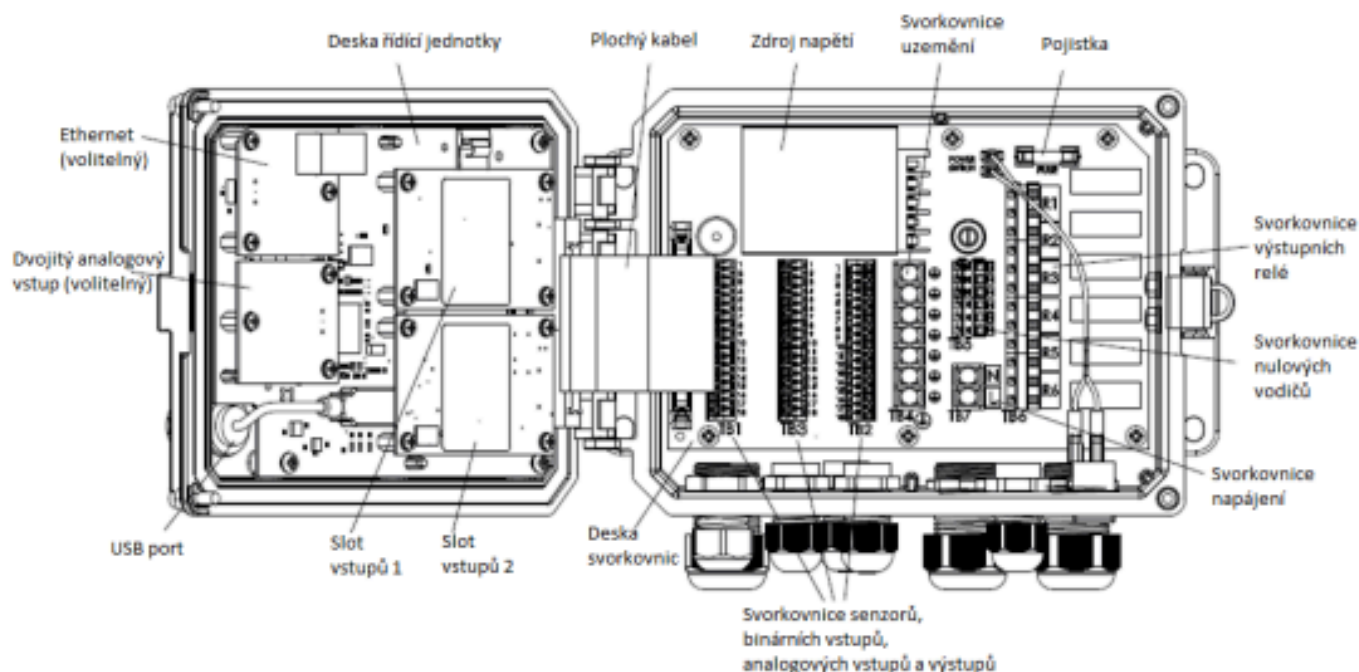
Obr. 3 nový model W600

Na první pohled je patrná změna ve způsobu komunikace s řídicí jednotkou. Původní tlačítka a dvouřádkový displej nahradil velký dotykový displej (320 x 240 pixelů). Původní počet čtyř výstupních relé, pro ovládání čerpadel, byl navýšen na šest. LED diody indikující stav jednotlivých relé jsou umístěny napravo od displeje. Kromě již osvědčených 230 VAC napájených relé je možno zvolit beznapěťový kontakt nebo pulsní výstup, umožňující řídicí jednotce regulovat rychlost chodu dávkovacího čerpadla. Ve spojení s PID regulací je možné dosáhnout plynulého doplňování chemie při konstantní rychlosti chodu čerpadla.

Po otevření předních dvířek vidíme v levé části dva sloty pro karty vstupů. Každý z nich může být zaplněn kartou nikel-senzoru, dvojitým analogovým vstupem 4-20 mA nebo univerzální kartou pro ostatní senzory (pH, vodivost, desinfekční senzory atd.). Samotná karta nikel-senzoru zahrnuje vstup pro senzor niklu a pH. Tuto lze tedy doplnit ještě jednou kartou z výše uvedených. Levá strana otevřené řídicí jednotky obsahuje též sloty pro dvojitý analogový výstup 4-20 mA a kartu pro komunikaci přes Ethernet. Jednotku lze mít tedy trvale připojenou k PC a její chod kontrolovat např. z kanceláře. V případě doplnění modemu i přes internet.

V pravé části otevřené řídicí jednotky jsou svorkovnice pro připojení vstupů a výstupů. Kromě výše uvedených lze ještě připojit šest binárních vstupů, např. plovákový snímač hladiny, indikátor průtoku, průtokoměr s pulsním výstupem a další. V této části jsou též výstupní relé pro ovládání akčních členů.

Software nové řídicí jednotky umožňuje sběr dat až po dobu tří měsíců. Historii naměřených hodnot lze exportovat na flash disk pomocí USB přípojky nebo zobrazit ve formě grafu přímo na displeji. Kromě měřených hodnot se zaznamenávají též stavy výstupních relé, binárních vstupů, alarmů, provedené kalibrace a změny nastavení.



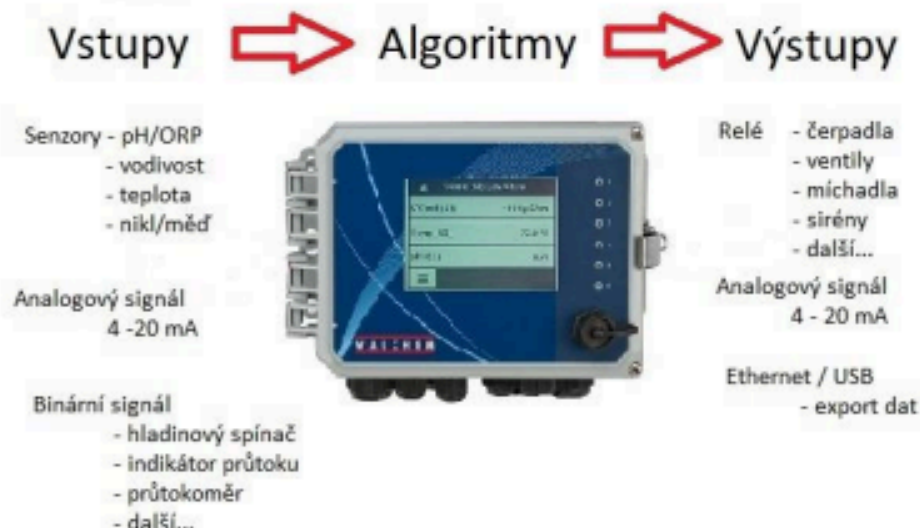
Obr. 4 Otevřená řídicí jednotka W600

Senzory, příslušenství

Uvedené změny se týkají pouze řídicí jednotky. Sensory, čerpadla, chladiče a další příslušenství zůstávají beze změn a řídicí jednotka W600 je s nimi plně kompatibilní.

Další procesy

Vzhledem ke své univerzální povaze, může být zařízení Walchem využito i k dalším účelům, kde je třeba řídit akční členy (čerpadla, ventily, míchadla aj.) na základě měření různých veličin. Tři modelové řady pokrývají rozsah od základní (W100), rozšířené (W600) až po mnohoúčelové (W900) řídicí jednotky. Princip každé řídicí jednotky pracuje se vztahem mezi vstupy a výstupy. Vstupem může být senzor (chemický nikl/měď, vodivost, pH, ORP, desinfekční senzory aj.), analogový signál 4-20 mA nebo binární vstup (beznapěťový kontakt indikující stav sepnuto/rozepnuto). Výstupy jsou pak v podobě relé, ovládacích akčních členů. Vztah mezi vstupy a výstupy nastavujeme pomocí algoritmů řídicí jednotky.



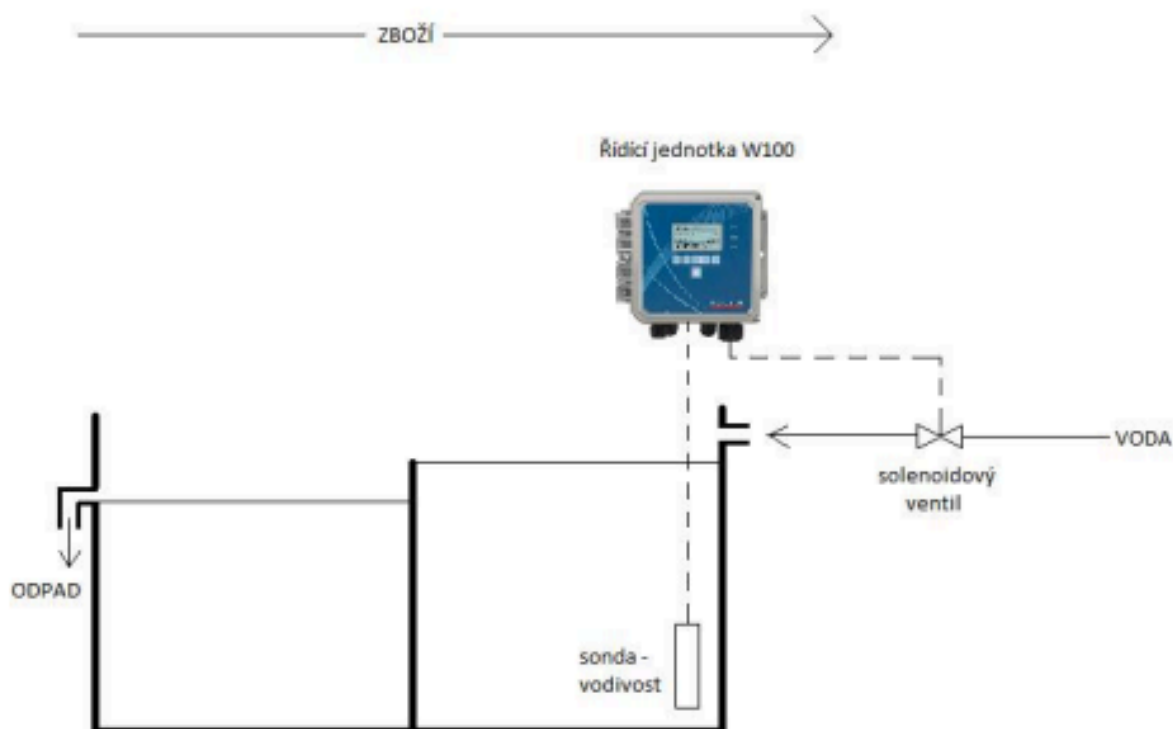
Obr. 5 vstupy a výstupy řídicí jednotky

Automatické dopouštění oplachu

Jako příklad dalšího možného využití řídicích jednotek uvádím automatické řízení dopouštění vody do oplachu. V prvním stupni průtočného oplachu je umístěna vodivostní sonda. Signál ze sondy je vyveden do řídicí jednotky. Při průchodu zboží se ve vaně oplachu postupně zvyšuje koncentrace zasolení, čímž se zvyšuje i elektrická vodivost oplachové vody. Když tato vodivost dosáhne nastaveného limitu, řídicí jednotka aktivuje relé ovládací solenoidový ventil, umístěný na přívodním potrubí vody do vany. Ventil se otevře a čistá voda proudí do vany oplachu. Tím se začne opět snižovat zasolení vody oplachu, potažmo její vodivost. Když vodivost dosáhne spodní nastavené hranice, řídicí jednotka deaktivuje výstupní relé a ventil dopouštění se uzavře.

Máme tedy jistotu, že voda v oplachu nebude nikdy příliš zasolená a zároveň bude spotřebováváno právě takové množství, jaké je skutečně třeba. Jinými slovy: spotřeba vody se sníží na minimum, nutné k dosažení požadované kvality oplachu.

Tento systém je možné doplnit na již stávající vanu s využitím základní řady řídicích jednotek W100. Pokud by již v provozu byla jednotka řady W600 pro automatické doplňování chemického niklu, lze ji využít i pro automatické dopouštění oplachu a mít tak vše řízeno jednou řídicí jednotkou.



Obr. 6 Schéma automatického dopouštění oplachu

Závěr

Automatizace procesů v oblasti povrchových úprav pomáhá regulovat spotřebu vstupů, zajistit potřebnou úroveň kvality výstupů a vyloučit chyby způsobené lidským faktorem. Nahrazení rutinní lidské práce automaty, umožní převést lidské zdroje tam, kde lze lépe využít jejich kreativitu a další vlastnosti, které stroje nenahradí. Zastáním této rutinní práce tedy automatizované zařízení uvolní ruce pracovníkům pro jejich další rozvoj, potažmo rozvoj celého podniku.



PROMINENT, spol. s r. o.

P.O.Box 8, Komenského nám.338, 767 01 Kroměříž, tel: 573 337 170, 573 342 112, fax: 573 342 453
Technické zastoupení: 679 76 Drnovice 283, mobil: 602 507 010

Nový X-RAY FISCHERSCOPE® XAN®500



Skupina HELMUT FISCHER GROUP oficiálně uvedla do provozu nový ruční přístroj X-RAY **FISCHERSCOPE®XAN®500**. Jedná se o X-RAY mobilní přístroj s měřicím principem rtg. fluorescence určený pro rychlé a nedestruktivní měření tloušťek vrstev a analýzu materiálů

Položka –č.	Popis zboží	Původní cena
605-826	FISCHERSCOPE X-RAY XAN 500 (1)	28.500 €
605-827	FISCHERSCOPE X-RAY XAN 500 (2)	28.500 €
605-830	Tablet 10 Zoll-XAN 500 němčina	900 €
605-861	Tablet 10 Zoll-XAN 500 angličtina	900 €
605-831	Sada nabíjecích jednotek XAN 500	390 €

Popis

FISCHERSCOPE® X-RAY XAN®500 je mobilní a univerzálně použitelný rtg. fluorescenční měřicí přístroj. Je vhodný zejména pro měření tloušťek povlaků a analýzu materiálů. Přístroj je velmi vhodný pro měření prakticky ve všech průmyslových odvětvích, zejména pak v automobilním, elektrotechnickém či leteckém průmyslu a to zejména pro zabezpečení kvality, mezioperačních kontrol a řízení procesů. Díky malým rozměrům přístroje jej můžeme použít i pro měření na poměrně složitých geometrických tvarech.

Bankovní spojení: KB Kroměříž, číslo účtu 417347-691/0100(CZK); 8336100247/0100(EUR)

IČO: 18188788

DIČ: CZ18188788

e-mail: prominent@prominent-km.cz

web: <http://www.prominent-km.cz>

Zapsán v obchodním rejstříku KS Brno, oddíl C, vložka 2655





PROMINENT, spol. s r. o.

P.O.Box 8, Komenského nám.338, 767 01 Kroměříž, tel: 573 337 170, 573 342 112, fax: 573 342 453
Technické zastoupení: 679 76 Drnovice 283, mobil: 602 507 010

Hlavní znaky a výhody zákazníků systémů s novým X-RAY XAN 500

- Mobilní rentgenové fluorescenční zařízení
- Optimalizováno pro měření tloušťky vrstvy a analýzu slitin
- Ochranu naklápění pro měření jednou rukou
- Měřicí box a tablet s programem WinFTM

Přínos pro zákazníka

- Jedno zařízení - tři aplikační oblasti: mobilní, stacionární a inline
- Integrovaný do řídicího systému výrobní linky, XAN 500 provádí 100% monitorování
- Přesné měření tloušťky vrstvy (např. Zn, ZnNi, Ag, Au)
- Měření objemných součástí s vysokou opakovatelností
- SDD detektor
- Umístěním do měřicího boxu se přístroj XAN®500 změní na plnohodnotný stolní přístroj.

Další technické informace si prosím vyžádejte u Vašeho dodavatele.

PROMINENT, spol. s r. o.
Petr Žourek



Pokov plastů - Bezchromové leptání

Galvanické pokovení plastů typu ABS a ABS/PC vyžaduje v prvním procesním kroku odstranění butadienové složky z povrchu plastu.

Toto se provádí v nasyceném roztoku oxidu chromového a kyseliny sírové.

Oxid chromový dle nařízení Reach spadá mezi látky podléhající povolení pro určitá použití. Řešením je nový bezchromový proces.

Požadavky na nový proces :

- Rovnoměrné leptání
- Konstantní výkon
- Proces podobný konvenční technologii
- Přilnavost & Teplotní cykly
- Materiál (ABS & ABS/PC)
- Likvidace odpadních vod
- Cenová dostupnost
- Dobrá adsorpce paladia
- Bez nakovení závěsů
- Kontrolovatelnost procesu

VÝVOJ PROCESU



POROVNÁNÍ PROCESŮ

Standartní Cr03 Leptačka



Evolve proces-bezchromová leptačka

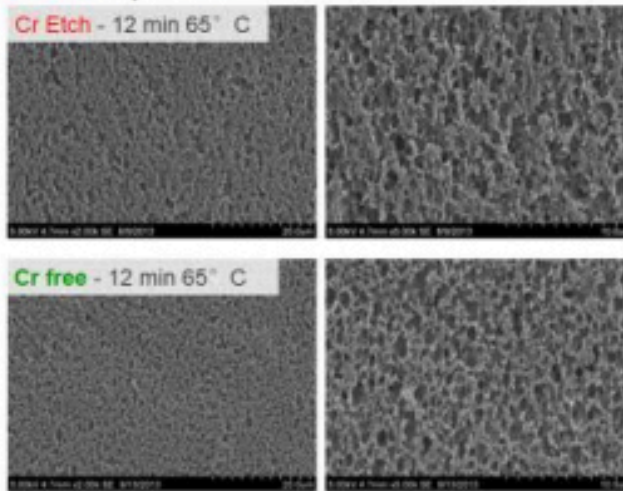


Inhibitor

Pomocné zařízení

POROVNÁNÍ PROCESŮ A VÝSLEDEK

SEM on ABS Novodur P2MC Styrolution



SELECTIVITY



Průmyslové testy ukázaly, že proces je vhodný pro většinu materiálů ABS a ABS/PC, stejně tak jako pro selektivní pokovení.



VW EVALUATION PARTS



Volkswagen
Werkstofftechnik
Wolfsburg

Auftragsteller:
Engelking, Marina
Abteilung: OGL-P11
Kostenstelle: 1437
Tel.: +49-5301-9-41790

11-Z-16-08978

Innovationsthema (Laborintern)
Auftragsgang: 15.12.2016
Berichtsdatum: 09.03.2017

REACH, Chrom VI-freie Beize, Fa. Mac Dermid

Entwurf	Zwischenbericht Nr.	X	Abschlussbericht	Anzahl Zwischenberichte	Note
Teilenummer	Benennung	Zeichnungsdatum	Lieferant		
-	Probe	-	-	-	-

Die Schichthaftung der mit dem Verfahren „EVOLVE Prozess“ gebeizten Zierleisten erfüllt im Anlieferungszustand, nach 20 Zyklen PV 1200 und nach Wärmelagerung (6h/90°C) qualitativ (Kreuzschnitt) und quantitativ (Rollenschälversuch) den Anforderungen der TL 528.



VW Touran
Premium 4x4 SUV

Závěr

- Provozní zkoušky pokračují
- Proces vhodný pro většinu materiálů
- Bez SVHC's nebo PFOS
- Dobrá stabilita procesu
- Jednoduchá manipulace
- Snadná obsluha oxidační jednotky

- Žádné pokovení závěsů
- Instalace:
 - Čína 1x
 - USA 1x
 - Evropa 3x

Pokovení uhlíkové tkaniny

Ing. Petr Szelag^a, Ing. Nikola Schmidová^b

^aPragochema spol. s r.o., vyzkum@pragochema.cz

^bČVUT, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, nikola.schmidova@fs.cvut.cz

Kompozitní materiály, vyztužené uhlíkovou tkaninou, jsou v současné době velmi atraktivní materiály pro konstrukce v letectví, automobilovém průmyslu i pro běžné spotřební zboží. Výhody mají zejména pro své pevnostní charakteristiky a nízkou hmotnost konstrukcí. K dalším výhodám uhlíkových laminátů patří:

- nízká měrná hmotnost (4x lehčí než ocel),
- dobrá rázová pevnost,
- odolnost proti korozi,
- odolné proti šíření poruchy,
- vysoká odolnost proti vibracím,
- vysoká životnost konstrukce.

Mezi perspektivní metody monitorování stavu a poškození konstrukcí z vláknových uhlíkových kompozitů patří i metody založené na vyhodnocování elektrické vodivosti (elektrického odporu). Metoda s výhodou využívá elektrické vodivosti uhlíkových vláken. Při extrémním mechanickém namáhání konstrukcí dochází k praskání jednotlivých vláken výztuže a tím i poklesu vodivosti pramenců. Měřením změny el. odporu lze detekovat i další typy poškození. Pokles vodivosti je možné jednoduše měřit i v průběhu namáhání. K tomuto účelu je však nutné vodivě spojit s elektrickými kontakty pro připojení přístrojů na měření elektrické vodivosti (elektrického odporu). Za nejlepší možný způsob vodivého spojení uhlíkových vláken s elektrickými kontakty považujeme pájení. Pro vytvoření vodivého spoje mezi uhlíkovými vlákny a elektrickými kontakty se užívají nejrůznější metody od aplikace vodivých laků nebo polymerů [1,3] až po pokovení chemickými nebo elektrolytickými způsoby [2,3]. Pokusy vyloučit na povrch uhlíku povlaky niklu, ať již z autokatalytické niklovací lázně redukované fosforanem nebo z běžných galvanických lázní Wattsova typu jsou často neúspěšné [1,2,3], ačkoli byly publikovány i výsledky úspěšných senzorických měření s poniklovanými uhlíkovými vlákny [4]. Také chemická redukce stříbra poskytuje jen tenké povlaky, které nejdou dobře pájet [3].

Pro zkoušky laminátových konstrukcí na ČVUT jsme vyvinuli technologii pokovení konců laminátových pramenců v kyanidové mědicí lázni. Tento postup poskytuje dostatečně pevně lpící povlaky mědi, které jsou dobře pájitelné běžnou eutektickou cínoolovenou pájkou. Kyanidová mědicí lázeň poskytuje dobrou hloubkovou účinnost a tím dostatečné pokrytí mědi i na stíněných uhlíkových vláknech.

Technologický postup pokovování.

Postup byl optimalizován podle předchozích zkušeností a na základě zkoušek pájitelnosti pokovených uhlíkových pramenců.

1. Příprava tkaniny – rozpletení konců pro pokovení a omezení třepení tkaniny po nastříhání. Tkaninu je nutné dobře přitisknout ke katodové tyči, aby byla eliminována nižší vodivost uhlíkových vláken a na všechny pramence byl přiveden prakticky stejný potenciál a proud.
2. Alkalické odmaštění – odstranění lubrikantů vláken, používaných pro zlepšení tkaní a zlepšení kompatibility s pojivky při laminování
Pragolod 59, silně alkalická odmašťovací lázeň
Koncentrace 4-5%, teplota 60-80°C, doba odmaštění 5-7 min
Pramence vláken se při pohybu v lázni „rozvlákní“
3. Oplach dvoustupňový v pitné vodě
4. Neutralizace a kyselé čištění v kyselině chlorovodíkové
Koncentrace HCl 10%, teplota místnosti, doba čištění 2-3 min
5. Oplach dvoustupňový
6. Dekapování – aktivace v alkalickém kyanidu

Koncentrace NaCN 2-3%, teplota místnosti, doba aktivace 1-2 min, z aktivace se prameny přenesou do lázně bez oplachu

7. Mědění v kyanidové lázni

Pragopal Cu 220, koncentrace 27%, teplota 57-60°C, doba pokovení 45 min, katodová proudová hustota 2-2,5 A/dm²

8. Oplach průtočný pod tekoucí pitnou vodou

9. Pasivace povrchu mědi

Pragokor inhibitor MS 4, koncentrace 1-2%, teplota místnosti, doba pasivace 2-3 min, k sušení se přenesou bez oplachu

10. Sušení horkým vzduchem

Literatura

- [1] S. Dujardin, R. Lazzaroni, L. Rigo, J. Riga, J. J. Verbist, Electrochemically polymer-coated karbon fibres: characterization and potential for composite applications, JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE 21 (1986) 4342 – 4346
- [2] Zhongsheng Hua, Yihan Liu, Guangchun Yao, Lei Wang, Jia Ma, and Lisi Liang, Preparation and Characterization of Nickel-Coated Carbon Fibers by Electroplating, JMEPEG (2012) 21:324–330
- [3] Pokorný, Jiří. Aplikace uhlíkových vláken pro měření deformací. Praha, 2009. Diplomová práce. Fakulta strojní ČVUT v Praze.
- [4] Horoschenkoff, Alexander and Christner, Christian. Intech. [Online]. <https://www.intechopen.com/books/composites-and-their-applications/carbon-fibre-sensor-theory-and-application>.



Obr. 1 Poměděné pramence uhlíkové tkaniny



Obr.2. Pokovení obou konců pramců uhlíkové tkaniny

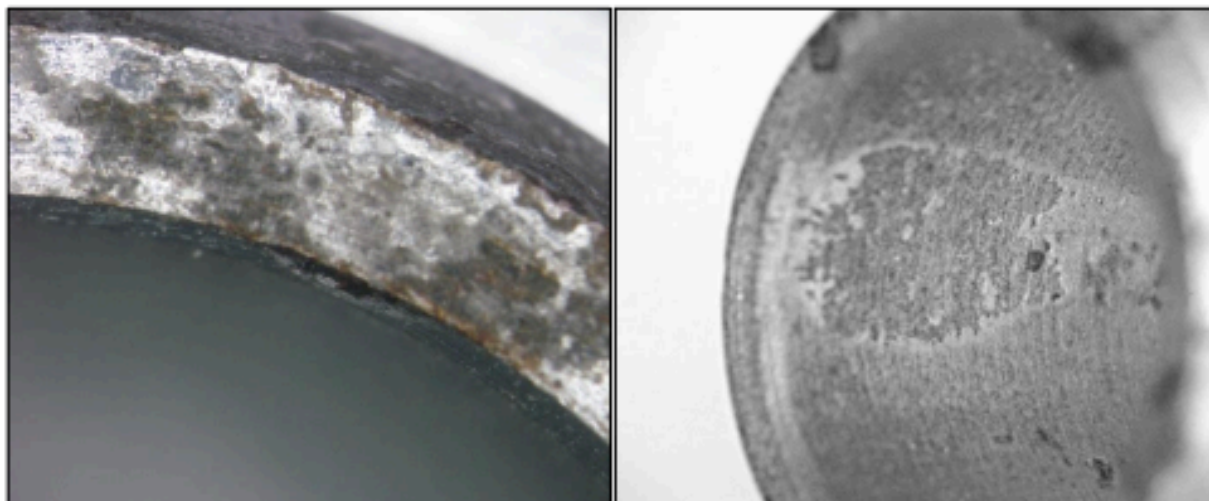


Obr.3. Pokovování pramců v kyanidové mědicí lázni

Povrchové úpravy tvárné litiny

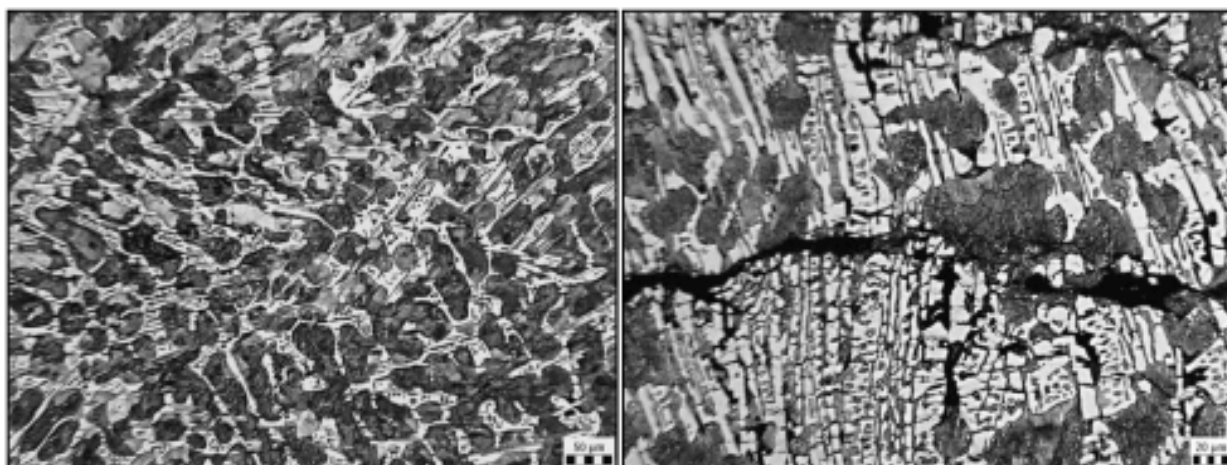
Ing. Xenie Ševčíková, Ph.D., prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc, VŠB – TUO, Ostrava,
Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, Ing. Pavel Nejedlý, GES s.r.o.

Dodržení kvalitativních podmínek povrchových úprav na odlitcích z litiny je s ohledem na vlastnosti povrchu, mikrostrukturní a fyzikálně mechanické vlastnosti základního materiálu a realizované výrobní postupy náročnou procesní operací. Elektrolytické zinkování je u tohoto materiálu zvláště obtížně proveditelné. Nároky procesu na čistotu, kvalitu povrchu, chemická a mikrostrukturní heterogenita povrchu základního materiálu posouvají vylučování Zn povlaku optimálních kvalitativních parametrů povrchové vrstvy na samotnou hranici realizace. Elektrolytické zinkování se v omezené míře provádí na drobných tenkostěnných dílech z temperované litiny s bílým lomem. Rozměrově a tvarově náročnější díly pro automobilový průmysl jsou přednostně odlévány z litiny tvárné.



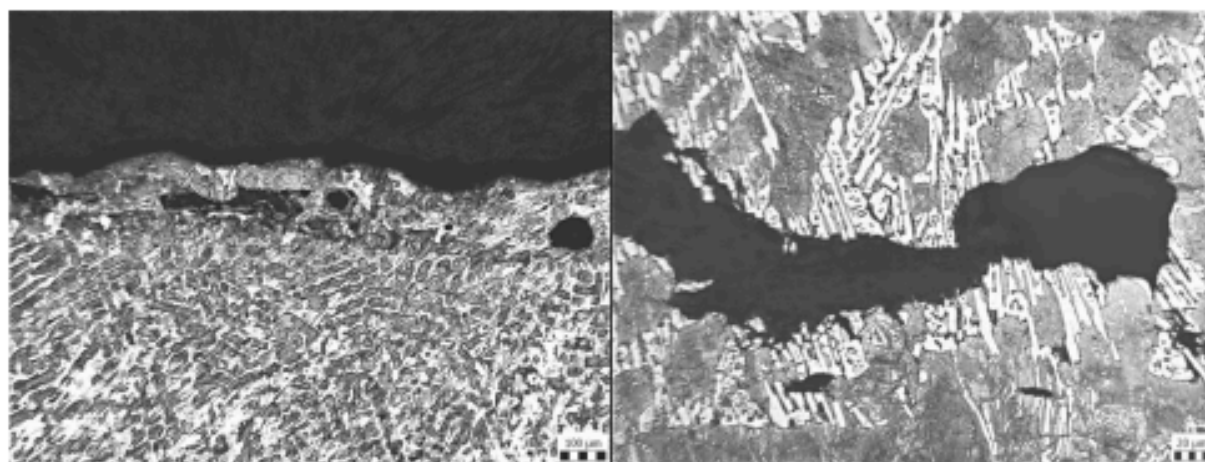
Obr. 1 Vlevo:tvárná litina, degradace Zn povlaku, Fe koroze, ztráta přilnavosti vpravo: vada Zn povlaku, póry základního materiálu, Zn koroze na hranách.

Mikrostruktura a fyzikálně mechanické vlastnosti litin jsou dány obsahem uhlíku, křemíku, manganu ve slitině železa, a mechanismy vylučování uhlíku na úrovni metastabilní fáze cementitu, nebo stabilní fáze grafitu a jeho výslednou formou. Mikrostrukturu bílé litiny tvoří převážně perlit a uhlík ve vázané formě jako cementit (ledeburit), je definována bílým lomem, eutektická krystalizace probíhá dle rovnovážného metastabilního diagramu.



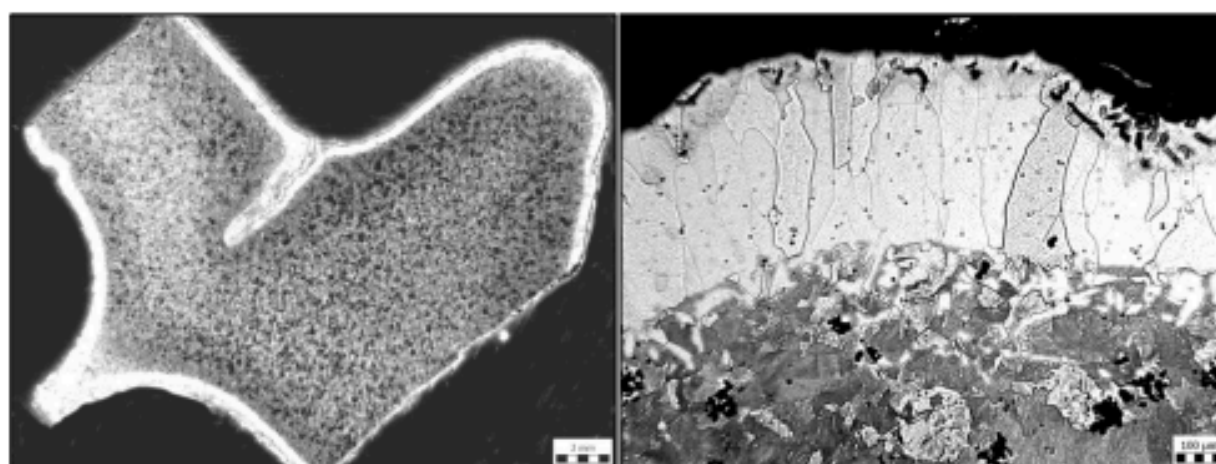
Obr. 2 Vlevo: mikrostruktura bílé litiny, perlit t- primární cementit, (ledeburit), vpravo: trhлина, řediny, mikrostaženiny.

Bílá litina je tvrdá, křehká, náchylná na vznik trhlin za tepla a prasklin za studena. Tepelným zpracováním bílé litiny, temperováním, dochází ke změně mikrostruktury a fyzikálně mechanických vlastností. Výrobky z temperované litiny musí mít tenké stěny s ohledem na citlivost bílé litiny na výskyt trhlin, prasklin a mikrostaženin. Na snímcích světelné mikroskopie jsou dokumentovány mikrostrukturní vady, mikrostaženiny, deformované plynové bubliny, praskliny, trhliny a heterogenita lící kůry.



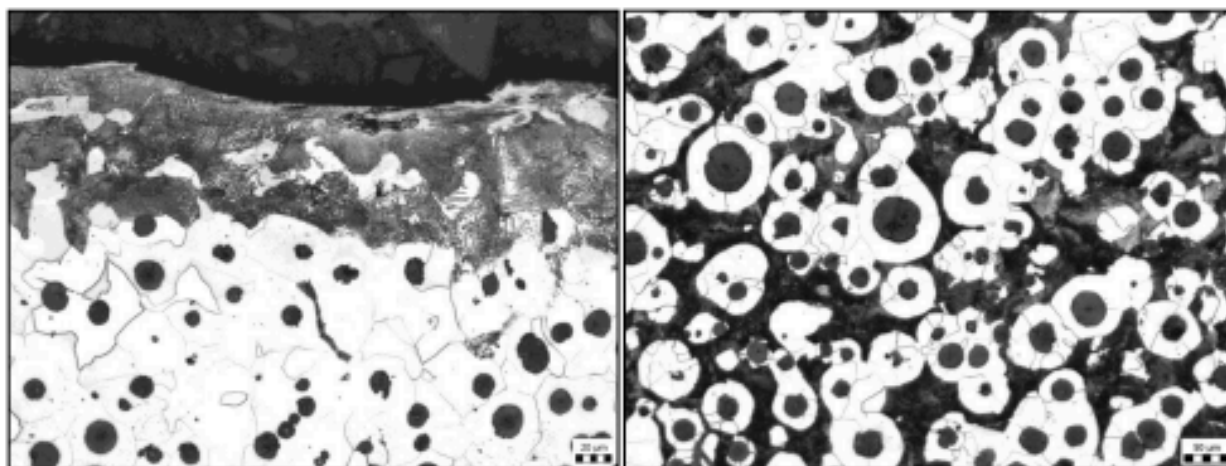
Obr. 3 Vlevo: mikrostruktura bílé litiny, perlit- primární cementit ledeburit, bubliny, vměstky, vpravo: trhlina, řediny

Slévárenské vady bílé litiny, základního chemického složení, 2,9 – 3,1 %C 0,5 – 0,6% Si, vhodného pro proces výroby temperované litiny, pak přetrvávají v základu. Řediny, mikrostaženiny, vznikají, když nálitky nedodávají kov, dendritické prostory tak zůstávají nedoplněny. Temperovaná litina má horší slévárenské vlastnosti než litina šedá a tvárná, ale lepší vlastnosti fyzikálně mechanické, které se blíží vlastnostem ocelí. Oduhličení se provádí v plynu s nízkým přebytkem kyslíku a to tak, aby nedocházelo ke vzniku okují. Přebytek kyslíku reaguje s uhlíkem, který se ze středu pohybuje ke kraji, kde se spaluje. V oduhličené povrchové vrstvě, temperovací kůži, jsou povrchové vady, trhliny. Vysoký uhlíkový ekvivalent aktivuje výskyt lupinek, makové litině – bílá s lupinkovým grafitem, která je nežádoucím důsledkem nevhodného tepelného zpracování bílé litiny. Temperovaná litina s bílým lomem se s ohledem na oduhličenou, feritickou, vrstvu elektrolyticky pokovuje lépe než tvárná litina, pokud nedochází k výskytu vad a povrchových heterogenit viz obr. 3 – obr. 4. Oduhličená feritická vrstva zhoršuje obrobitelnost, proto je pro procesy obrábění vhodnější alternativou temperovaná litin s černým lomem a tvárná litina. Trhlina ve feritické temperovací kůži, polouzavřená, vznikla před temperováním obr. 4.



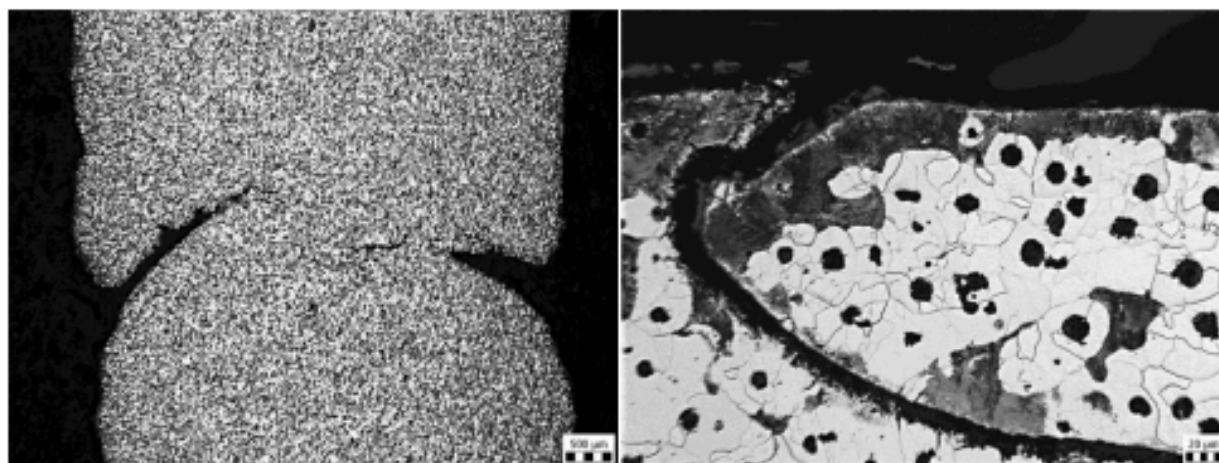
Obr. 4 Vlevo: temperovaná litina s bílým lomem, feritická temperovací kůže, trhlina, vpravo: vměstky, deformované bubliny, trhliny, mikrostruktura temperované litiny, vločkový grafit, ferit, perlit.

Elektrolyticky zinkované výrobky z tvárné litiny se uplatňují v automobilovém průmyslu, kratší doba výrobního procesu, než u temperované litiny, v řádu několika dní vede k její preferenci v rámci konstrukčního návrhu. Tvárná litina není náchylná ke vzniku trhlin, proto se spíše vady jeví jako studený spoj, nebo zvrásněný povrch. Tvárná a šedá litina, jsou rovněž upřednostňovány pro dobré slévárenské vlastnosti. Také formovací směsi mají vliv na vlastnosti povrchu, obsahují mleté uhlí a síru, velké množství síry má vliv na narušení lící kůry, a také ruší globularizaci grafitu, vytváří se lupínkový grafit. Síra a olovo mají vliv na vznik vermikulárního (červíkového) grafitu. Malé množství červíkového grafitu je v mikrostruktuře tvárné litiny přípustné. V důsledku tryskání jsou v lící kůře patrné deformované bubliny v podobě dutin, přeložky a vměstky obr. 5. Velikost zrna u formovací směsi má vliv na charakter, kvalitu, drsnost a poretitu povrchu odlitku. Rozměr středního zrna formovací směsi cca 200 μm .



Obr. 5 Vlevo: tvárná litina, perlitická lící kůra, deformované bubliny, přeložky, vměstky vezikulární (červíkový) grafit, globulární grafit, ferit, vpravo: mikrostruktura tvárné litiny perlit, globulární grafit, feritické dvorce.

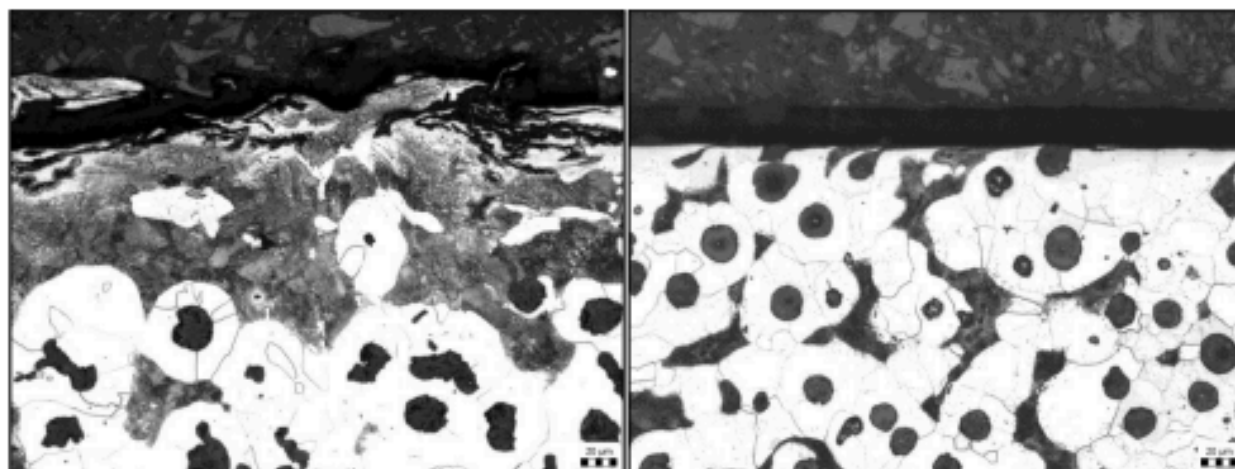
Modifikátorem bývá nejčastěji využíván hořčík a jeho slitiny s Ce, Ba, Zr pro tvárnou litinu, se stronciem, pak pro litinu šedou. Očkovadlem je ferosilicium komerčního charakteru. Modifikátor je aktivátorem globularizace grafitu a působí souběžně s očkovadlem. Studený svar, dva proudy kovů, které se potkají a nemají již dostatečnou teplotu, aby se spojily. Vliv na aktivaci vad tvárné litiny, charakterem připomínajících trhliny má povrchová vrstva oxidů ve formě blány, která zabrání spojení taveniny, v tomto případě se jedná o vadu definovanou jako „zvrásněný povrch“ obr. 6.



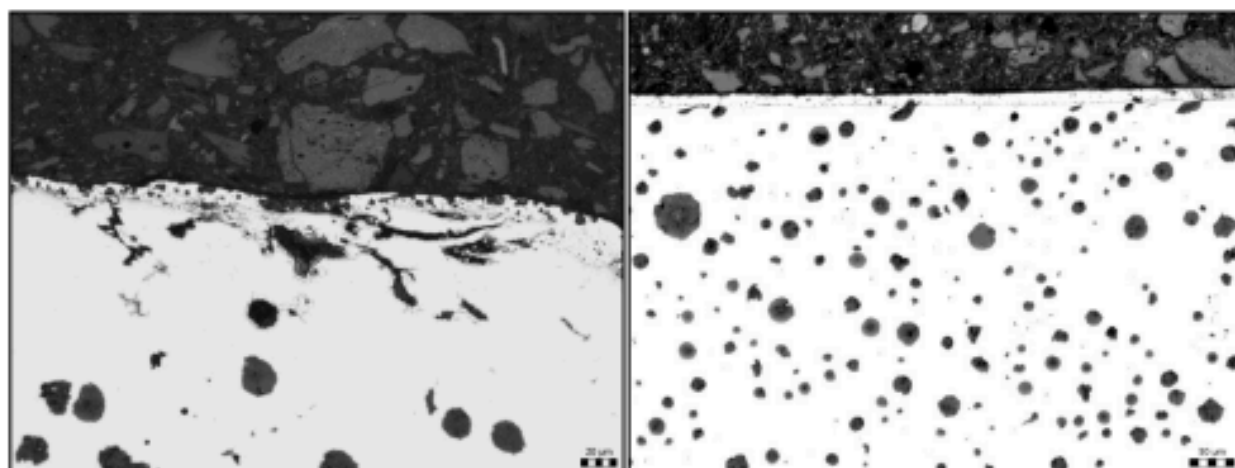
Obr. 6 Vlevo: tvárná litina, studený svar, zvrásněný povrch, vpravo: vada - „zvrásněný povrch“, vrstva oxidů na povrchu spoje.

Po přerušení soudržnosti vrstvy oxidů dojde k přeběhu taveniny, které se rovněž na povrchu projeví jako zvrásnění. Příklad zvrásněného povrchu obr. 6, zde došlo v důsledku vzniku blány oxidů k zabránění spojení, porušení soudržnosti vrstvy, vada odlitku vzniká rovněž vlivem vyšší rychlosti ochlazování, dochází přetečení kovu,

porušení soudržnosti, se tedy z mikroskopického hlediska jeví jako trhlina. Hlavními nositeli oxidů na povrchu jsou oxidy hliníku a hořčíku. Tvárná litina není náchylná ke vzniku trhlin, proto se spíše vady jeví jako zvrásněný povrch nebo studený spoj. Také vysoký obsah uhlíku cca 3,8 %, křemíku 2 – 3% má vliv na vznik mikropórů, ředin, vměstků, bublin a heterogenní charakter licí kůry.



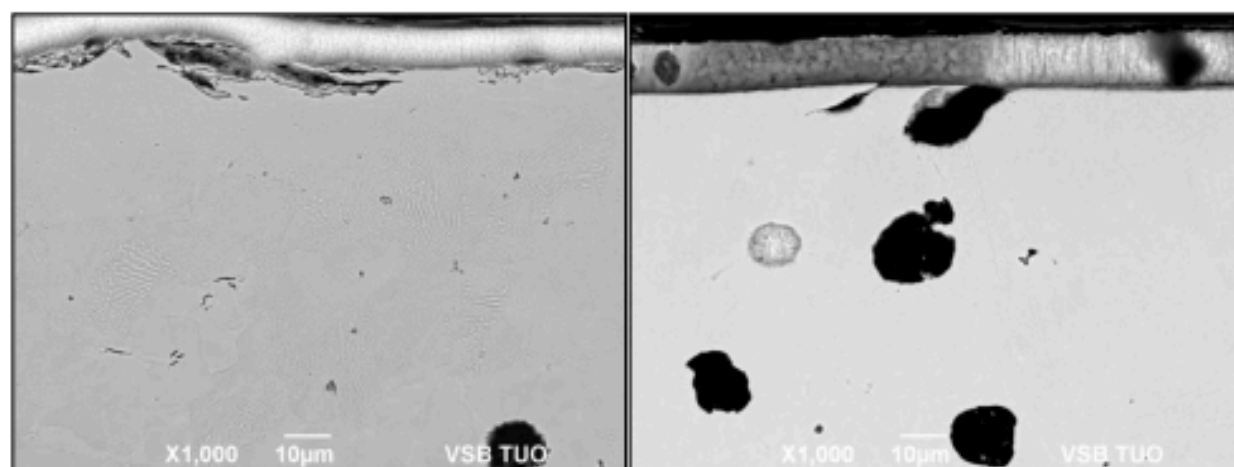
Obr. 7 Vlevo: tvárná litina, perlitická licí kůra, vměstký, přeložky, zvrásněný povrch, deformované bubliny vlivem tryskání, vpravo: povrch po obrábění, bez licí kůry, deformované feritické dvorce, mikrostruktura feriticko – perlitická s globulárním grafitem.



Obr. 8 Vlevo: degradace Zn povlaku, tryskaný povrch, přeložky, vodíkové trhliny, vměstký, zvrásněný povrch, vpravo: vada Zn povlaku, obroběný povrch, přeložky, odhalené globule grafitu v deformovaném feritickém dvorci.

Tvárná litina patří mezi silně porézní materiály, dochází tedy ke vzniku přeložek v důsledku mechanických předúprav, zanášení povrchu obráběcími médii a absorpci lázní procesů povrchových úprav. Omezení pokovitelnosti litin způsobuje množství uhlíku a jeho forma v matrici, způsob moření, přemoření, nebo nedostatečné odmaštění procesních médií, čeření lázní a mikrofiltrace u chemických předúprav. V rámci samotného elektrolytického procesu má vliv na kvalitu Zn vrstvy, správná koncentrace leskutvorných přísad, proudová hustota, hloubková účinnost, čistota a pH lázně a v závěru tloušťka vyloučené Zn vrstvy. Obráběním dochází k odstranění licí kůry a otevírání feritických dvorců, ze kterých je uvolněn a do povrchu zanášen grafit obr. 8, který uvolňuje v rámci realizace chemických a elektrolytických předúprav do lázní, ulpívá na hladině lázně a povrchu součástí. Jeho zpětný výnos negativně ovlivňuje kvalitu a charakter vyloučeného Zn povlaku. Dochází ke ztrátě lesku, výskytu šedých skvrn, ztrátě přilnavosti, porezitě povlaku v důsledku koagulace zinku v průběhu elektrolytického vylučování, a snížení korozní odolnosti. Kombinace výše uvedených faktorů v součinnosti s probíhajícími operacemi a chemickými reakcemi na povrchu materiálu, přenos procesních chemikálií do povrchu základního materiálu jejich následná adsorpce

za přítomnosti Van der Walsových sil, chemisorpce nečistot do povlaku a jsou aktivátory degradačních dějů. Největší měrou se tedy na kvalitě vyloučené Zn vrstvy podílí volba prvotní mechanické předúpravy povrchu, procesní odmaštění aplikované v nejkratším možném čase po ukončení obrábění a adekvátní nastavení předúprav elektrolytického procesu s ohledem na mikrostrukturní vlastnosti základního materiálu. Příčinou degradace povrchových vrstev je nedostatečné tryskání surových dílů, nevhodná volba tryskacího média, zanesení nečistot do pórovitého povrchu během realizace mechanické předúpravy povrchu.



Obr. 9 Vlevo: rozhraní lící kůra a přilnavost Zn povlaku na neopracované ploše, vpravo: charakter Zn povlaku a jeho mikrostrukturní změny na opracované ploše, grafitizace povlaku, stopy po odloučení grafitové globule z feritického dvorce, dokumentace (SEM),

Elektrolytické moření litiny je jedním z vhodných způsobů předúpravy litiny. Moření, se provádí anodicky, v silně koncentrované 20 - 30% v některých případech až 60% kyselině sírové (H_2SO_4). Teplota prostředí bývá dostačující, pro zvýšení mořicího účinku je možné lázeň zahřívát na teplotu 30°C. Hodnota pasivačního napětí 8 – 10 V. Vhodnou katodou je nerozpustná olověná, vysoký vývin kyslíku má tendenci odtrhávat grafit z povrchu. Anodická proudová hustota je vyšší 10 A/dm² pro tlustostěnné odlitky až na úrovni 20 A/dm². Moření probíhá do doby pasivace povrchu, vývinu kyslíku a následné separaci grafitu z mořeného povrchu. Grafitový prach se usazuje na hladině, následně se tedy filtruje z povrchu mořicí lázně. Anodickým mořením lze minimalizovat výskyt vodíkových trhlin. Chemické moření v lázni na bázi kyseliny chlorovodíkové může znehodnotit základní materiál vodíkovými trhlami tím způsobit změnu mechanických vlastností v návaznosti na aktivitu vodíkové křehkosti. Systém oprav znehodnocených povlaků Zn spočívá v následném odmoření v kyselině chlorovodíkové. Mnohdy je praktikována varianta záměrného zinkování a následného odmoření Zn povlaku za účelem odtržení nečistot z povrchové vrstvy během mořicího procesu vývinem vodíku. V tomto ohledu je však materiál vystaven riziku difuze vodíku a vzniku vodíkových trhlin. Duplicita aplikace procesu povrchové úpravy pak neúměrně zvyšuje náklady provozovatele.

Literatura

- [1] MAX, A.M. *Iron Plating, Metal Finishing Guidebook and Directory*, Vol. 77, No. 13, 1979, 255 p.
- [2] DETTNER W., ELZE, J. *Handbuch der Galvnotechnik, Band II*. Carl Hanser Verlag, Munchen 1972, 444 s.
- [3] SAFRANEK, W. *The properties of electrodeposited metals and alloys*. 2nd ed. Orlando, 1986. ISBN 0-936569-00-X.
- [4] LOWENHEIM, F. *Modern electro-plating*. 3rd ed. New York, 1974. str. 789. ISBN 0-471-54968-1.
- [5] ČSN EN 1403. *Ochrana kovů proti korozi – Elektrolytický vyloučené povlaky – Metoda specifikace všeobecných požadavků*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [6] FALK, B., ENGEL, U., GEIGER, M. Estimation of tool life in bulk metal forming based on different failure concepts. *J. Mater. Process. Technol.*, 1998 Vol. 80–81, pp 602-607, ISSN 0924-0136.
- [7] GROENBAEK, J., BIRKER, T. Innovations in cold forging die design. *J. Mater. Process. Technol.*, 2000, Vol. 98, Issue 2, pp 155-161, ISSN 0924-0136.

Pozn: příspěvek vznikl za odborné podpory technologie, pana Romana Tihouna, slévárny BRANO a. s., Hradec nad Moravicí.

Pražský veletrh FOR INDUSTRY upevňuje své místo na trhu

V termínu 15. – 18. května 2018 se uskuteční již sedmnáctý ročník mezinárodního průmyslového veletrhu FOR INDUSTRY, jehož hlavními obory jsou strojírenství, povrchové úpravy, elektrotechnika a energetika, logistika a svařování. Nabídku volných pracovních pozic v technických oborech zprostředkuje dvoudenní akce FOR JOBS.

Proč se účastnit veletrhu FOR INDUSTRY?

Pro vystavovatele, kteří chtějí oslovit zákazníky především z Prahy a regionu Čech a využijí ke své prezentaci právě veletrh FOR INDUSTRY 2018, je připraveno kromě již osvědčených výhod, jako jsou zdarma vstupenky v neomezeném množství, zviditelnění v rámci reklamní kampaně, možnost pronájmů sálů pro semináře, workshopy a v neposlední řadě také individuální přístup ze strany organizátora, také **velmi příznivá cena výstavní plochy a jako každý rok jednoznačně bezkonkurenční cena plochy pro stroje**. Vystavovatelé mohou přihlásit své výrobky či technologie do tradiční soutěže GRAND PRIX. Ocenění TOP EXPO si pak odnesou nejpůsobivější výstavní expozice.

Zájem ze strany vystavovatelů roste

V současné době je na veletrh přihlášena řada významných firem, mezi nimiž je i zlínská firma **TAJMAC-ZPS**, která představí své exponáty na ploše více jak 200 m². Akciová společnost TAJMAC-ZPS patří ke klíčovým dodavatelům obráběcích strojů v ČR a podstatná část její produkce je určena pro zahraniční trhy. Výrobní program společnosti TAJMAC-ZPS, a. s., se skládá z vysoce výkonných horizontálních, vertikálních, portálových a multifunkčních obráběcích center a ze světového hlediska špičkových vícevřetenových soustružnických automatů MORI-SAY a dlouhotočných CNC automatů MANURHIN. Dále je výrobcem produktové řady vstříkolisů pro italskou firmu NEGRI-BOSSI.

Své jednoznačné místo na veletrhu má i obor nástrojů, který se po delší době vrací na pražské výstaviště v podobě účasti firmy **Sandvik Coromant**, která je předním světovým dodavatelem nástrojů, nástrojových řešení a know-how pro oblast obrábění kovů. Díky rozsáhlým investicím do výzkumu a vývoje vytváří unikátní technické novinky a společně s jejich zákazníky zavádí nové standardy pro produktivitu. K nim patří také nejvýznamnější světoví výrobci v automobilovém a leteckém průmyslu a v oblasti výroby energetických zařízení.

ENERGO SUMMIT

Čtvrtý ročník mezinárodního **ENERGO SUMMITU** proběhne ve středu 16. května a jeho hlavním tématem je „Nová energetika se spotřebitelem v centru“. Již nyní eviduje organizátor akce řadu

zajímavých přednášejících s příspěvky k blokům s tématy „Obnovitelné zdroje energie“ a „Energetická účinnost“. Více informací na www.energosummit.cz.

Sháníte zaměstnance? Buďte součástí FOR JOBS

Na nedostatek technických pracovníků si stěžuje většina výrobních podniků. Právě proto vznikla dvoudenní doprovodná akce veletrhu FOR INDUSTRY s názvem FOR JOBS (15. – 16. květen 2018), která má za cíl propojit nabídku volných pracovních míst v technických oborech, cílovou skupinu odborných návštěvníků veletrhu FOR INDUSTRY a také tradiční spolupráci se studenty technických směrů SŠ a VŠ. Partnery akce jsou MŠMT a Úřad práce. Více na www.forjobs.cz.

LÍDŘI ČESKÉHO EXPORTU a 3Dexpo

Ani v příštím roce nebude chybět řada atraktivních přednášek, seminářů nebo workshopů, které budou po celé čtyři veletržní dny nepřetržitě probíhat v Kongresovém sále pro 650 osob i v ostatních zrekonstruovaných menších sálech. První den veletrhu, 15. května, se uskuteční **akce zaměřená na export a za účasti vysokých představitelů vlády – LÍDŘI ČESKÉHO EXPORTU**. Příznivci 3D technologií si přijdou na své na **konferenci a největší výstavě trendů v oboru 3D tisku v ČR – 3Dexpo**, která bude po celou dobu veletrhu probíhat v hale 6.

Multifunkční areál PVA EXPO PRAHA

Největší veletržní areál v hlavním městě prošel za poslední roky rozsáhlou modernizací jak výstavních hal, tak zázemí pro návštěvníky i vystavovatele. V PVA EXPO PRAHA se ročně uskuteční na 80 akcí s účastí přes 5600 firem z více než 30 zemí světa a návštěvností téměř 600 000. Areál také nabízí Kongresový sál s ojedinělou kapacitou 650 osob.

PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI GA PROFI TREX, S.R.O.

Ing. Vojtěch Žabka, ředitel společnosti

GA PROFI TREX, s.r.o. je česká nezávislá společnost, založená v roce 2016 s cílem dodávat produkty, aplikační servis a poradenství pro povrchové úpravy v regionu střední Evropy.

Strategie naší společnosti je postavená především na vysoce kvalifikovaných zaměstnancích, rozsáhlém know-how, dlouholetých zkušenostech z oboru, vlastním výrobním a logistickým závodem a moderních laboratořích.

Služby, servis, poradenství

GA PROFI TREX, s.r.o. poskytuje svým zákazníkům komplexní poradenský servis přímo v provozu nebo prostřednictvím laboratoří. Opíráme se dlouholeté zkušenosti a praxi našich pracovníků, ať už těch, kteří poskytují aplikační servis u zákazníků nebo kolegů v laboratořích.

Dohromady tvoříme synergický celek s integrovanými zkušenostmi, schopný řešit složité úkoly v oblasti povrchových úprav, analýzy materiálů a analytické chemie.

Naše technické zázemí – analytické, vývojové a materiálové laboratoře – je disponováno na ploše 240 m² s nejmodernějším vybavením od renomovaných výrobců laboratorní techniky:

HPLC	Waters Alliance e2695 / Waters e2489
AAS	GBC SavantAA
Metalografie	Struers Tegramin-30, Struers Labotom-5, Struers Citopress-1
Mikroskopie	Leica DM 4000 M, AmScope
Korozní komory	Liebisch S 400 M-TR

Laboratoře budou v průběhu roku 2018 akreditovány dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005.

Výrobní a logistické zázemí

Díky vlastnímu výrobně-logistickému závodem s provozní plochou 1 500 m² a výrobní kapacitou více než 1000 tun chemických přípravků ročně, máme pod kontrolou nejen samotný výrobní proces, ale i kompletní logistický řetězec od vstupních komponent až po hotový výrobek. To nám umožňuje pružně a bez prodlení reagovat na požadavky našich klientů.

Při projektování závodu byl vzat mimořádný zřetel na ochranu zdraví našich zaměstnanců a životního prostředí.

System QMS v GA PROFI TREX, s.r.o. je certifikován dle standardu ISO 9001:2015.

Portfolio technologií GA PROFI TREX, s.r.o.

Přípravky pro předúpravu:

- ✓ Emulgační a de-emulgační chemické odmaštění pro ocel a barevné kovy
- ✓ Emulgační a de-emulgační tenzidové směsi
- ✓ Elektroodmaštění pro ocel a barevné kovy
- ✓ Tekuté odmašťovací přípravky pro ponor a postřik
- ✓ Přípravky pro moření (inhibitor, akcelerátor, tenzidové směsi)

Elektrolyty:

- ✓ Kyselé a alkalické zinkování
- ✓ Kyselé a alkalické lázně Zn-Ni
- ✓ Leské a kontinuální niklování
- ✓ Kyselé cínování

Pasivační přípravky:

- ✓ Tenkvrstvé pasivace s kobaltem
- ✓ Silnovrstvé pasivace s kobaltem i bez kobaltu
- ✓ Černé pasivace pro zinek a Zn-Ni
- ✓ Široká nabídka pomocných přípravků – pro trubkové dílce, pro barevné kovy

Utěšňovací přípravky:

- ✓ Organické sealery
- ✓ Anorganické sealery – včetně přípravků pro brzdové dílce
- ✓ Anorganicko – organické sealery

Pomocné přípravky:

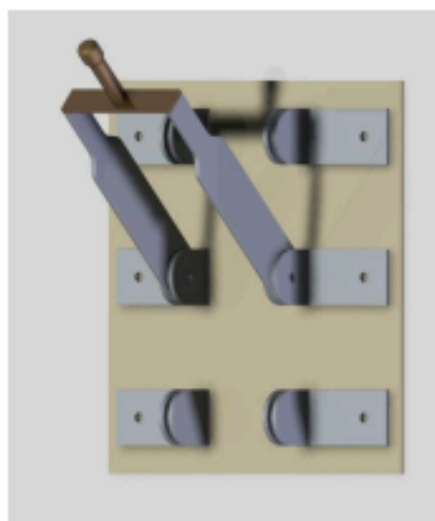
- ✓ Strippery sealerů
- ✓ Selektivní strippery pro stahování kovových povlaků
- ✓ Dekomplexační přípravky pro odpadní vody
- ✓ Odpěňovače

Reverzory - přepínače polarity

Ing. Vlastimil Vrátný, Ing. Lukáš Krahulík, DEHOR-elspec. Litvínov s.r.o., Ing. Ján Rehuš NES Nová Dubnica s.r.o.

Reverzory jsou zařízení, které řídicím signálem umí změnit polaritu napětí na svém výstupu. V nejjednodušším případě se jedná o ručně ovládaný mechanický přepínač. V galvanotechnice slouží reverzory jako součást napájecích zdrojů ke změně polarity napájecího napětí pro galvanické vany. Změnou polarity dochází ke změně funkce elektrod v elektrochemickém procesu a z anody se stává katoda a naopak. Změny polarity napájecího napětí se tak používá ke změně směru elektrochemického vylučování materiálu rozpuštěného v roztoku (leptání x nanášení). V praxi lze použití napájecích zdrojů se změnou polarity vidět např. u procesů elektrochemického odmaštění, kyanidového mědění nebo tvrdochromování.

Historicky nejstarší možností reverzování bylo použití ručně ovládaného mechanického přepínače (viz obr. 1). Počátkem minulého století bylo možné pro napájení galvanizačních van stejnosměrným napětím se změnou polarity použít také rotační soustrojí motor-dynamo, přičemž polaritu lze měnit změnou směru otáčení motoru. Dále je možno použít mechanického přepínače ovládaného elektromotorkem s vačkou popřípadě elektromagnetický přepínač – stykač (obr.2).

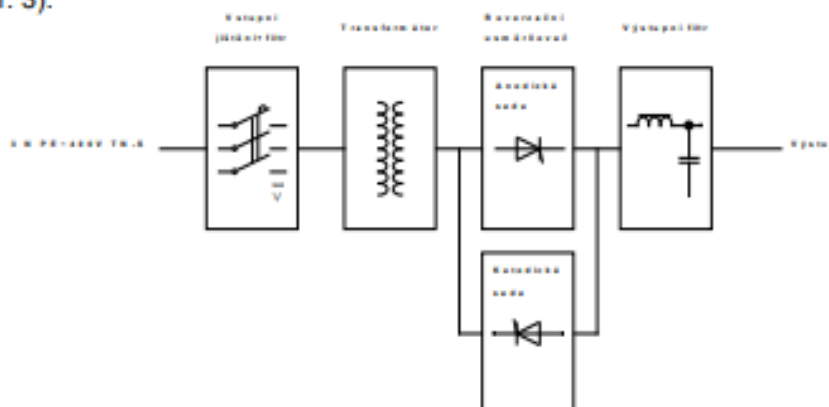


Obr. 1 Mechanický reverzační přepínač



Obr. 2 Elektromagnetický spínač - stykač

Od 60. let minulého století se začaly masivně prosazovat pro napájení galvanizačních van tyristorové napájecí zdroje. Ty pro usměrnění a řízení výstupního napětí (proudu) používají polovodičový spínací prvek tyristor. Tím lze výstupní napětí nejen usměrnit, ale díky řídicí elektrodě i spínat. Tato možnost umožnila osadit vlastní usměrňovač napájecího zdroje dvěma sadami tyristorů (zpravidla 2x6ks) a podle zapnutí zvolené sady lze volit výstupní polaritu napájecího zdroje (obr. 3).

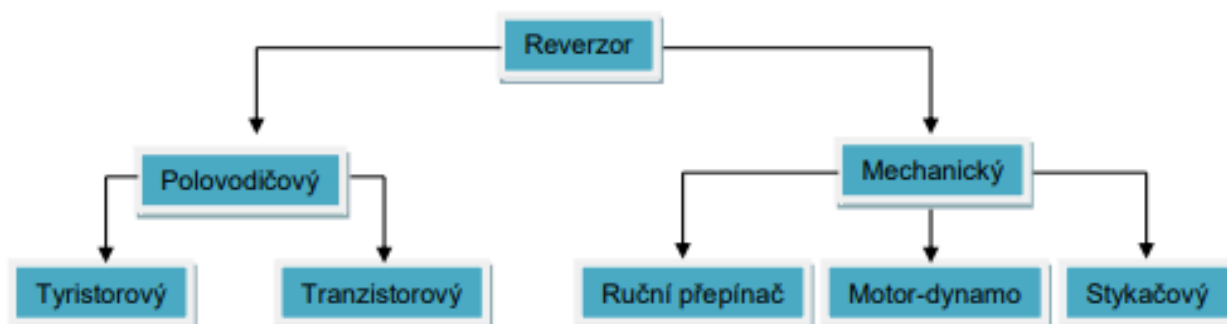


Obr. 3 Blokové schéma tyristorového reverzačního zdroje

Doplníme-li tedy jednopolaritní tyristorový napájecí zdroj pouze o další sadu tyristorů dostaneme poměrně jednoduše a bez dalších komplikací zdroj reverzační. Velkou výhodou je, že při použití tyristorů je počet

přepínacích cyklů neomezený a navíc jsou možné rychlé změny polarity (řádově v sekundách). Tyristorové reverzační usměrňovače se používají i dnes pro svojí robustnost a nižší pořizovací cenu, přestože mají nižší účinnost oproti spínaným stejnosměrným napájecím zdrojům s reverzorem.

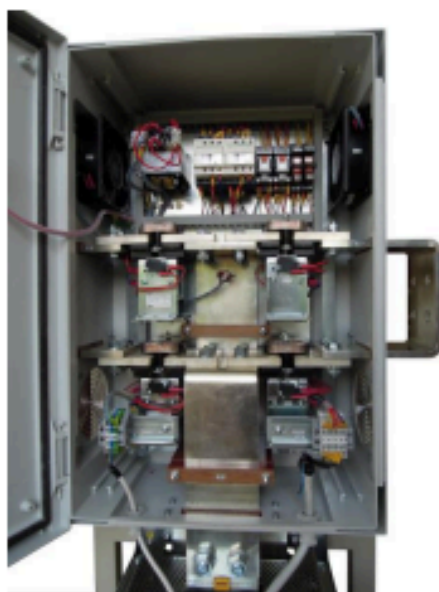
Současné typy reverzorů se vyrábí, jak ve variantě mechanické s elektromagnetickými spínači – stykači, tak polovodičové se spínacími prvky typu FET (field efekt tranzistor).



Obr. 4 Rozdělení typů reverzorů

Stykačové reverzory se používají pro jejich robustnost a jednoduchost, avšak jsou vhodné pouze pro jednotky přepnutí za den. Jejich životnost je omezena počtem sepnutí.

Polovodičové, v současnosti nejužívanější jsou menší, lehčí, zvládají prakticky neomezený počet sepnutí a jsou i co do času rychlejší (přepnutí < 1 sec). V extrémně krátkých časech se prakticky reverzor změnil v měnič DC/AC a dává vznik kategorii oboupolaritních impulsních zdrojů. Nevýhodou polovodičových reverzorů je, že je potřeba výkonové prvky FET chránit proti přepětí, nadproudům a správně je budit. Z toho vyplývá i složitější řídicí a obslužné obvody. Nicméně celkově je cena polovodičových reverzorů srovnatelná s cenou reverzorů mechanických.



Obr. 5 Mechanický stykačový reverzor



Obr. 6 Polovodičový reverzor

Chlazení reverzorů je různé a může být od přirozeného chlazení, přes nucené ventilátorem až po chlazení v oleji, nebo pomocí vodního chladiče. Jak u mechanických tak u polovodičových reverzorů je jejich účinnost dána z poměru ztrátového výkonu a výkonu přeneseného, tedy úbytkem na spínacím prvku a vlastní spotřebou řídicích obvodů. Z tohoto pohledu jsou na tom nejlépe stykače s paměťovým efektem (magnetickou hysterzi), které potřebují energii pouze ke svému přepnutí a při provozu neodebírají žádnou energii. U nich pak vznikají ztráty pouze na přechodových odporech vlastních kontaktů (povrch kontaktů tvořen Ag či Au). Tento odpor je ale závislý

na čistotě dosedacích ploch kontaktů, ploše dotyku, síle stisku, teplotě atd., jeho hodnota je v čase proměnná a kontakty je potřeba udržovat. Protože se v galvanotechnice používají hodnoty proudů ve stovkách až tisících ampér vzniká i na velmi malých odporech (řádově mΩ) výrazná výkonová ztráta (teplo), dle známého vztahu:

$$P = R \cdot I^2$$

Pokud se jedná o reverzory s obyčejnými elektromagnetickými stykači navýší se ztrátový výkon celého reverzoru o energii potřebnou pro držení sepnutých stykačů. Tato ztráta se pohybuje v desítkách watů. U reverzorů polovodičových se pohybuje spotřeba řídicích obvodů v řádu jednotek watů a ztráty na spínacích prvcích lze určit z katalogových údajů výrobce spínacího prvku. U tranzistorů se udává hodnota odporu v sepnutém stavu R_{DSon} . Velkou výhodou spínacích prvků FET je možnost je řadit paralelně a dosahovat tak velmi malých hodnot R_{DSon} až na srovnatelnou hranici s přechodovým odporem na kontaktech stykače. Polovodičové spínací prvky FET mají sice také proměnný odpor s teplotou (pozitivní tepelná závislost), ale v čase je odpor stálý. Tranzistory nejsou omezeny počtem sepnutí a jsou bezúdržbové.

Příklad způsobu výpočtu ztrátového výkonu a účinnosti reverzorů:

Chceme přepínat polaritu napájecího zdroje pro galvanotechniku s výstupními parametry 1000A, 15V.

Pro jednoduchost nebudeme uvažovat ztráty na přívodních vodičích a spotřebu chlazení.

Pro mechanický reverzor použijeme např. 4ks stykačů typu SRC1000B, který má spotřebu 7W a max. úbytek napětí 50mV/100A (v praxi naměřená hodnota 200mV/1000A). Vlastní spotřeba (vlastní ztrátový výkon) tedy bude 2x7W a přídavek na blokovací relé, celkem cca 20W. Ztrátový výkon tvořený přechodovým odporem bude:

$$P_z = \Delta U \cdot I = 0,2 \cdot 1000 = 200W$$

Protože pro každou polaritu reverzoru musí být aktivní 2 stykače bude ztrátový výkon 400W.

Celkový ztrátový výkon reverzoru tedy bude 420W a to už vyžaduje nucené chlazení.

Pro polovodičový reverzor použijeme např. tranzistor typu hexfet IRFB3006 s parametry $R_{DSon} = 2,1m\Omega / 196A$.

Pro proud 1000A zvolíme 15ks tranzistorů, jejich R_{DSon} potom bude 0,14mΩ a ztrátový výkon:

$$P_z = R_{DSon} \cdot I^2 = 0,00014 \cdot 1000^2 = 140W$$

I zde je potřeba pro každou polaritu reverzoru 2 sad tranzistorů, ztrátový výkon bude 280W.

Vlastní spotřeba (vlastní ztrátový výkon) řídicí elektroniky je 10W.

Celkový ztrátový výkon tedy bude 290W i to ale vyžaduje nucené chlazení.

Podíváme-li se na účinnost reverzoru vzhledem k přenesenému výkonu, vychází pro:

Mechanický:

$$\eta = \frac{P - P_z}{P} \cdot 100 = \frac{15000 - 420}{15000} \cdot 100 = 97\%$$

Polovodičový:

$$\eta = \frac{P - P_z}{P} \cdot 100 = \frac{15000 - 290}{15000} \cdot 100 = 98\%$$

Nutno ale podotknout, že takto vypočtená účinnost je závislá na zadaných parametrech spínaného napětí a proudu, tj. pokud bychom snížili zadané napětí účinnost se bude snižovat a pokud bychom při stejném napětí snížili zadaný proud při stejných komponentech bude uvedená účinnost růst. Tento údaj je proto vypovídající jen pro zadané parametry.

Zajímavé je porovnání ztrát na reverzoru vůči ztrátám na vedení od něho ke galvanizační vaně.

Uvažujme výše počítaný polovodičový reverzor a stejné proudové zatížení tedy 1000A. Vedení s délkou 8m a průřez měděného vodiče 1000mm².

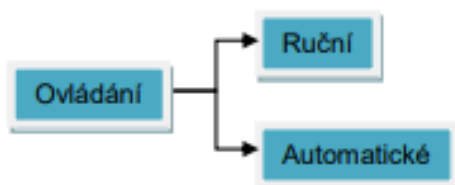
Úbytek napětí na reverzoru bude:

$$\Delta U_T = R_{DSon} \cdot I = 0,00014 \cdot 1000 = 0,14V \quad , \text{ pro obě sady tranzistorů potom } 0,28V$$

Úbytek na vedení:

$$\Delta U_V = R_V \cdot I = \frac{\rho \cdot l}{S} \cdot I = \frac{0,0175 \cdot 16}{1000} \cdot 1000 = 0,28V$$

Jak vidíme úbytek napětí (potažmo ztrátový výkon) na reverzoru a na vedení ke galvanizační vaně jsou stejné a to i při poměrně robustním průřezu s proudovým zatížením jen 1A/mm².



Obr. 7 Rozdělení dle typu řízení

Ovládání reverzoru jakéhokoli typu můžeme provádět buď ručně nebo automaticky (obr. 7). Ruční ovládání je nejjednodušší u mechanického přepínače ovládací pákou. Stykačové a polovodičové reverzory lze ovládat dálkově malým ovládacím prvkem tlačítkem, přepínačem, dotykovou obrazovkou atd.. Reverzor má v podstatě jen tři stavy:

1. Vypnuto – vstup je odpojen od výstupu
2. Anodický režim – nastavena jedna polarita (obvykle stav leptání zboží)
3. Katodický režim – nastavena druhá polarita (obvykle nanášení materiálu)

V případě, že má být reverzor ovládán automaticky rozumí se tím, že jednotlivá přepínání provádí řídicí jednotka dle přednastaveného programu, který zpravidla obsahuje tyto parametry:

- Požadovaný režim při zapnutí napájecího zdroje
- Délka času v Anodickém režimu
- Délka času mezi přepnutími
- Délka času v Katodickém režimu
- Počet opakování režimů v jednom cyklu (délka cyklu)
- Požadovaný režim, ve kterém bude ukončeno zapnutí zdroje

Obvykle jsou běžící časy a režimy vizualizovány např. pomocí displeje s klávesnicí (viz Obr. 8)

Na starších zdrojích byly často používány pro nastavení časů časové relé nebo krokové voliče (viz obr.9)



Obr. 8 Displej s klávesnicí



Obr. 9 Krokový volič časů

Závěr:

Reverzory – přepínače polarity jsou nedílnou součástí napájecích zdrojů pro galvanotechniku bez kterých by se i jen tak obyčejné otočení polarity na galvanizační vaně stalo pracným ne-li nemožným úkolem. Nároky, které klademe na jejich kvalitu, a tou je bezesporu spolehlivost, bezúdržbovost, vysoká účinnost, malé rozměry, programovatelnost a další, jsou v dnešní době již velmi dobře zvládnuty a to především díky moderním polovodičovým tranzistorům z oblasti FET. Porovnáním úbytků jsme se přesvědčili, že účinnost polovodičového reverzoru je přibližně shodná s 8m kvalitního měděného vedení.



Obr. 10 Příklad spínaného napájecího zdroje pro galvanotechniku s reverzorem a ovládací skříňkou

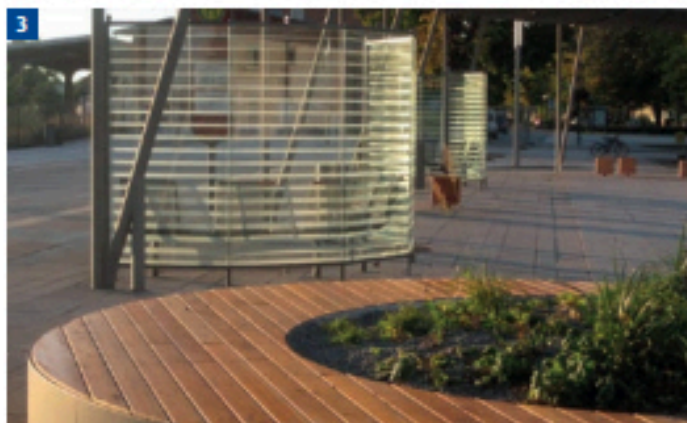


Asociace českých a slovenských zinkoven

The Global Galvanizing Awards 2015

Cílem The Global Galvanizing Awards bylo ocenit architekty, stavební inženýry a konstruktéry za nejúčelnější a nejvíc inovativní užití žárově pozinkované oceli v architektuře a stavebnictví. Neméně důležitým faktorem byla funkčnost a estetika konstrukce. Speciální pozornost pak byla věnována projektům demonstrujícím přínos žárového zinkování k udržitelné výstavbě.

Hlavním posláním každé takové soutěže je zviditelnění a propagace staveb, u kterých je použita žárově pozinkovaná ocel. Některé národní nebo regionální asociace pořádají tento typ soutěží již několik desítek let. V roce 2009 se k nim přidalo také Evropské sdružení asociací žárových zinkoven (EGGA) a vyhlásilo 1. ročník soutěže o nejlepší evropskou stavbu s užitím žárově pozinkované oceli – European Galvanizing Award 2009. V roce 2012 (2. ročník) byla soutěž již celosvětová a z toho důvodu došlo k přejmenování



Central Bus Station, Haldensleben, Germany
(Foto 1, 2, 3: Schulitz Architects)



Vienna Railway Station, Austria (Foto 4: © ÖBB Raman Bänisch, foto 5, 6: © Renée Del Missier, Unger Steel Group)

na International Galvanizing Awards. Do 3. ročníku soutěže přihlásilo své projekty ještě více zemí a název byl změněn na The Global Galvanizing Awards 2015.

Jednotlivé národní a regionální asociace z celého světa přihlásily v roce 2015 do soutěže celkem 45 projektů. Projekty byly posuzovány ve dvou oddělených kategoriích a byly vyhlášeny dvě hlavní ceny: „Judges Award“ (Cena odborníků) – projekty hodnotila porota odborníků ze světa architektury a designu.



Health Centre, Móstoles, Spain (Foto 7: Miguel de Guzman)



Water Tank, Guijo De Coria, Spain (Foto 8: Lluís Casals)



Sugar Warehouse, Santos, Brazil
(Foto 9: Photo courtesy of ICZ-Instituto de Maetais Nao Ferrosas)



Cliffwalk, Capilano Suspension Bridge Park, Canada
(Foto 10: Kent LaRose)

„Industry Award“ (Cena průmyslu) – byla zvolena zástupci průmyslu zároveň zinkování prostřednictvím jednotlivých účastníků se asociací.

Kromě těchto dvou hlavních cen porota odborníků vyzdvihla další čtyři projekty **Highly Commended** a následně vybrala nejlepší stavbu z každé země, které přihlášily do soutěže své projekty prostřednictvím svých asociací.

Judges Award – získal projekt **Centrální autobusové nádraží** v německém městě Haldensleben. Autorem projektu je Schulitz Architects.

Industry Award – získal projekt **Videňské vlakové nádraží**. Autorem projektu je Albert Wimmer ZT – GmbH.

Highly Commended:

- Zdravotní středisko ve španělském městě Móstoles
- Vodní zásobník ve španělské pustině Guijo de Coria
- Sklad cukru v brazilském přístavu Santos
- Cliffwalk – stezka nad útesem v kanadském Capilano Suspensions Bridge Park

Vybíralo se z projektů realizovaných v letech 2012–2014 a vítězné byly oceněny v průběhu mezinárodní konference zároveň zinkování INTERGALVA 2015 v Liverpoolu.

Česko a Slovenskou republiku reprezentovaly čtyři nejlepší projekty soutěže Czech and Slovak Galvanizing Award 2015. Projekty byly posuzovány zvlášť za Českou republiku a zvlášť za Slovensko. Nejlépe hodnocenou stavbou za Českou republiku byla Lávka pro pěší a cyklisty přes Orlici v Hradci Králové (autoři: Mirko Baum a David Baroš) a nejlépe hodnocenou stavbou za Slovenskou republiku byl Cyklomost slobody, který spojuje Devínskou Novou Ves a Schlosshof (autor: Milan Beláček).



Lávka pro pěší a cyklisty přes Orlici, Hradec Králové, Česká republika
(Foto 11: Baum & Baroš)

Všechny přihlášené stavby jsou vynikajícími příklady rostoucího používání zinkování v oblasti architektury a stavebnictví na celém světě. Doufáme, že budou sloužit jako inspirace pro ostatní.

**Murray Cook, EGGA,
Petr Strzyž, AČSZ**

The Global Galvanizing Awards 2015

The objective of The Global Galvanizing Awards was to award architects, structural engineers and designers for the most effective and innovative use of hot-dip galvanized steel in architecture and civil engineering. The functionality and aesthetic parameters of the structure were equally important. Special attention was drawn to projects demonstrating the benefits of hot-dip galvanizing for maintainable construction.

The Global Galvanizing Awards 2015

Cílem The Global Galvanizing Awards bylo ocenit architekty, stavební inženýry a konstruktéry za nejúčelnější a nejvíc inovativní užití žárově pozinkované oceli v architektuře a stavebnictví. Neméně důležitým faktorem byla funkčnost a estetika konstrukce. Speciální pozornost pak byla věnována projektům demonstrujícím přínos žárového zinkování k udržitelné výstavbě.

Hlavním posláním každé takové soutěže je zviditelnění a propagace staveb, u kterých je použita žárově pozinkovaná ocel. Některé národní nebo regionální asociace pořádají tento typ soutěží již několik desítek let. V roce 2009 se k nim přidalo také Evropské sdružení asociací žárových zinkoven (EGGA) a vyhlásilo 1. ročník soutěže o nejlepší evropskou stavbu s užitím žárově pozinkované oceli - European Galvanizing Award 2009. V roce 2012 (2. ročník) byla soutěž již celosvětová a z toho důvodu došlo k přejmenování na International Galvanizing Awards. Do 3. ročníku soutěže přihlásilo své projekty ještě více zemí a název byl změněn na The Global Galvanizing Awards 2015.

Jednotlivé národní a regionální asociace z celého světa přihlásily v roce 2015 do soutěže celkem 45 projektů. Projekty byly posuzovány ve dvou oddělených kategoriích a byly vyhlášeny 2 hlavní ceny:

„Judges Award“ (Cena odborníků) – projekty hodnotila porota odborníků ze světa architektury a designu.

„Industry Award“ (Cena průmyslu) – byla zvolena zástupci průmyslu žárového zinkování prostřednictvím jednotlivých účastníků se asociací.

Kromě těchto dvou hlavních cen porota odborníků vyzdvihla další čtyři projekty **Highly Commended** a následně vybrala nejlepší stavbu z každé země, které přihlásily do soutěže své projekty prostřednictvím svých asociací.

Judges Award – získal projekt **Centrální autobusové nádraží** v německém městě Haldensleben. Autorem projektu je Schulitz Architects.

Industry Award – získal projekt **Vídeňské vlakové nádraží**. Autorem projektu je Albert Wimmer ZT – GmbH.

Highly Commended:

- Zdravotní středisko ve španělském městě Móstoles
- Vodní zásobník ve španělské pustině Guijo de Coria
- Sklad cukru v brazilském přístavu Santos
- Cliffwalk – stezka nad útesem v kanadském Capilano Suspensions Bridge Park

Vybíralo se z projektů realizovaných v letech 2012 – 2014 a vítězové byli ocenění v průběhu mezinárodní konference žárového zinkování INTERGALVA 2015 v Liverpoolu.

Českou a Slovenskou republiku reprezentovaly 4 nejlepší projekty soutěže Czech and Slovak Galvanizing Award 2015. Projekty byly posuzovány zvlášť za Českou republiku a zvlášť za Slovensko. Nejlépe hodnocenou stavbou za Českou republiku byla Lávka pro pěší a cyklisty přes Orlici v Hradci Králové (autoři: Mirko Baum a David Baroš) a nejlépe hodnocenou stavbou za Slovenskou republiku byl Cyklomost slobody, který spojuje Devínskou Novou Ves a Schlossof (autor: Milan Beláček).

Všechny přihlášené stavby jsou vynikajícími příklady rostoucího používání zinkování v oblasti architektury a stavebnictví na celém světě. Doufáme, že budou sloužit jako inspirace pro ostatní.

Murray Cook a Petr Strzyž

EGGA a AČSZ

Voda jako limitující prvek v procesech povrchových úprav

Ing. Tomáš Fuka, CSc., Ing. Lukáš Fuka, Ing. Tomáš Fuka, Techneco Praha

Procesy povrchových úprav jsou přímo závislé jednak na dostatečném zdroji procesních vod odpovídající kvality, a jednak na existenci vhodného recipientu vyčištěných vod odpadních, který má odpovídající kapacitu, umožňující vypouštění. Tyto dva základní požadavky mnohdy nejsou zohledněny již při projektovém řešení linek, což pak přináší problémy v obou uvedených oblastech. Do jisté míry se pak nechají vzniklé problémy řešit technologickými opatřeními ve výrobě a při zpracování odpadních vod. Veškeré zásahy ve vodním hospodářství musí splňovat provozní požadavky procesů povrchových úprav a zároveň splňovat i legislativní požadavky, kladené na oblast nakládání s vodami.

Základním legislativním předpisem je tzv. Vodní zákon 254/2003Sb., v platném znění 273/2010Sb., který určuje základní právní rámec nakládání s vodami jak při jejich odběru, nakládání s nimi, až po vypouštění odpadních vod do kanalizace či do povrchových toků. Pro průmyslové účely je pak třeba vždy získat vodoprávní rozhodnutí jak pro odběr vody, tak pro její čištění a vypouštění (§ 8 vodního zákona). V případě instalace nových výrobních kapacit či rozhodujících zásahů do technologie musí investor vždy doložit řešení nakládání s vodami. Pro projektovou přípravu je pak důležitý §18, který zavádí pojem „vyjádření“ k záměru investora. Tento paragraf umožňuje na základě podkladů, rozhodujících pro vodoprávní posouzení, vydat stanovisko k uvažovanému záměru bez nutnosti zpracování projektových podkladů. Vyjádření nenahrazuje rozhodnutí, ale jeho získání bez nutnosti investování do projektových podkladů je významnou úsporou v nákladech v případech, že výsledné stanovisko je negativní, či je požadováno alternativní řešení odlišné od původního záměru.

Z hlediska získání provozní vody jsou v podstatě čtyři možnosti:

- Vodovodní voda – má zaručenou kvalitu danou vyhláškou Ministerstva zdravotnictví 252/2004 Sb., v platném znění, která je koncipována z hlediska její konzumace, kdy se mohou jednotlivé ukazatele lišit od požadavků technologie na oplachovou vodu. Proto ani zde není možno šablonovitě vodu užívat bez případné úpravy. Omezujícím faktorem pak zde bývá objem dodávek vody.
- Odběr z povrchových zdrojů – získávaná voda je různého složení, které se mění během roku, složení je významně ovlivněno tzv. okolovými stavy. Úprava je zde vždy nutná, jednotlivé kroky úpravy pak závisí na účelu použití vody. Objem odběrů zde nebývá limitujícím faktorem z hlediska potřeb technologické vody.
- Odběr podzemních vod – zde je opět široké rozmezí složení vody a tím se i liší nutné úpravy před použitím ve výrobním procesu. Nejproblematičtějšími parametry bývají koncentrace hořčíku a vápníku, tzv. tvrdost vody, dále pak celkový obsah rozpuštěných anorganických solí, případně železa, manganu, síranů a chloridů. Omezujícím faktorem zde také bývá vydatnost zdroje.
- Dovoz vody - je krajním řešením, řešení pak závisí na zdroji, odkud je voda čerpána a dovážena. Z ekonomického hlediska je tato alternativa přijatelná jen pro malé provozy, nebo pro provozy, kde došlo ke změně zásobování vodou, např. zrušení dodávek z místních zdrojů.

Nakládání s odpadními vodami a proces čištění

Výše uvedený vodní zákon stanovuje podmínky pro nakládání s odpadními vodami, čištěním odpadních vod a jejich vypouštěním. Základní povinností producenta odpadních vod je čištění, které musí zajistit vlastními silami nebo předáním vod způsobilému zpracovateli. Pro zpracování odpadních vod musí být používány nejlepší dostupné technologie v systému děleného vodního hospodářství, s cílem co možná nejvíce snížit emise zbytkových škodlivin do vod a do životního prostředí. Ředění odpadních vod se nepovažuje za čištění a je jako čistící operace nepřijatelné.

Odpadní vody z linek povrchových úprav mohou být vypouštěny po procesu čištění buď do splaškové kanalizace, nebo do povrchových vod.

V prvním případě jsou rozhodující limity zbytkových koncentrací škodlivin, stanovené provozovatelem kanalizace a komunální čistírny. Tyto jsou obecně shrnuty v kanalizačním řádu, ale dle místních podmínek je možnost sjednat s provozovatelem i odchylné parametry, což se obvykle projeví i v ceně stočného. Vodoprávní úřad pak tyto hodnoty převezme do svého rozhodnutí.

V případě vypouštění do povrchových vod jsou stanoveny koncentrační standardy zbytkových koncentrací škodlivin ve Vládním nařízení 401/2015 Sb., v platném znění. Standardy jsou stanoveny na emisně-imisním principu. Emisní standardy, tj. koncentrační, či hmotová množství stanovená a tabelovaná pro jednotlivé druhy výrob, v tomto případě pro povrchové úpravy kovů a plastů jsou stanoveny ve formě koncentrací škodlivin ve vypouštěné vodě. Imisní standardy pak stanovují nejvýše přípustné koncentrace v recipientu odpadních vod, tj. v povrchovém toku, kam jsou vyčištěné odpadní vody vypouštěny. Vodoprávní úřad pak může v rozhodnutí stanovit koncentrační limity maximálně do výše standardů s uplatněním emisně-imisního hodnocení.

Uvedené požadavky na vypouštění odpadních vod jsou často v řadě případů největším problémem a omezujícím faktorem provozů povrchových úprav a případného zvýšení kapacity linek, což je u stávajících provozů a neustále se zpřísňujícím požadavkům na kvalitu vypouštěné vody pochopitelné. Stejně problémy se vyskytují však i u nově projektovaných a budovaných provozů, kde investor nezohlední otázky zdrojů vody a vhodného recipientu odpadní vody. Toto mnohdy vede k několikanásobnému zvýšení nákladů na provoz čistírny odpadních vod s vysokým stupněm dočištění odpadní vody.

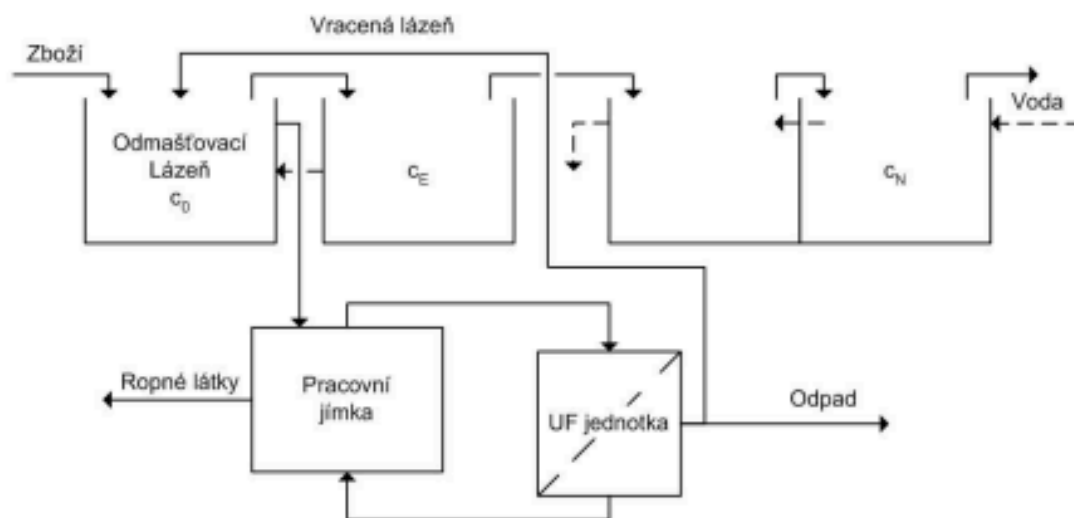
Je tedy zřejmé, že stávající legislativní úprava vede odběratele a producenty odpadních vod k jejich hospodárnému využití a minimalizaci produkovaných škodlivin. Tento přístup v řadě případů pak vede k postupům, které sice vyhoví liteře zákona, avšak nevedou k požadovanému výsledku. Naopak celkovou ekologickou bilanci při čištění odpadních vod zhoršují. Jedná o situace, kdy se odpadní vody zpracovávají koncentračními postupy a koncentráty se odváží k externím zpracovatelům, kteří mají dostatek ředicích vod a vody vypouští do konečného recipientu. Takto je vytvářen základní rozpor mezi snížením spotřeby odpadní vody a současným snížením obsahu škodlivin v odpadní vodě. Těmto požadavkům pak vyhovují pouze některé technologie, používané v oblasti produkce odpadních vod a jejich zpracování na čistírně.

V lince povrchových úprav se jedná především o postupy, snižující výnos funkčních lázní a odseparovaných nečistot ze zboží na vstupu linky a do oplachových vod. Tento problém je možno řešit řadou postupů:

1. Snížením výnosů
2. Regenerací a údržbou lázní
3. Aplikací ekonomických oplachů a jejich využití
4. Použitím alternativních výrobních postupů
5. Použitím nízkokoncentrovaných lázní

U této skupiny opatření je především významná regenerace funkčních lázní a prodlužování jejich životnosti, čímž se významně prodlouží životnost samotné lázně a tím i interval zpracování vyčerpané lázně. Nejpoužívanější je tato technika u odmašťovacích lázní, kdy lze dosáhnout řádového prodloužení životnosti lázně.

Obr.č. 1 Technologické schéma regenerace odmašťovací lázně



Dále pak je častý postup regenerace u lázní chromovacích (iontoměniče). Použitím ekonomických oplachů u lázní, pracujících za tepla, se omezí podstatně její výnosy do oplachového systému

Snížení objemů spotřeby oplachové vody lze dosáhnout následovně:

1. Recyklací vod v oplačích – ionexové technologie, RO, odparky, aj.
2. Uspořádáním oplachových systémů a závěsů
3. Následným kaskádovým využitím oplachových vod
4. Použitím alternativních výrobních postupů
5. Složením a koncentrací lázní
6. Konstrukčními opatřeními na výrobku

Použití alternativních technologií – tam, kde je to možné, použít např. místo moření tryskání, případně technologie, snižující zamaštění výrobků již při jejich zpracování, vytváření alternativních povlaků se sníženou náročností v oblasti produkce odpadních vod

Technologičnost výrobku – tento požadavek platí obecně ve všech povrchových úpravách na mokré cestě, kdy výrobky musí být konstruovány tak, aby byl minimalizován objem výnosů, nesmí mít polouzavřené dutiny bez odtoku apod.

Závěsová technika a způsob zavěšování – úzce souvisí s předchozím požadavkem, kdy musí být výrobky zavěšeny tak, aby byl umožněn co možná nejrychlejší odtok a odkap roztoků. Pozornost je nutno věnovat i stavu závěsové techniky, kdy může docházet k masivnímu výnosu lázní v prostorech pod porušenou povrchovou úpravou závěsu.

Použití nízkokoncentrovaných lázní - snížení výnosu lze dosáhnout snížením viskozity, případně povrchového napětí lázně, současně pak při snížení koncentrace složek klesá i hmotnostní výnos do oplachových vod. Tento efekt je významný, neboť může podstatně přispět ke snížení obsahu anorganických rozpuštěných solí ve vyčištěné vodě.

Následné využití oplachové vody - je možné u některých procesů, které produkují buď málo znečištěné oplachové vody, které neobsahují složky, které by negativně mohly ovlivnit mezioperační oplach ve kterém se využijí, jedná se např. o závěrečné oplachy demivodou nebo o oplachy v analogických systémech, např. oplach po elektrolytickém odmaštění lze využít k oplachu po chemickém odmaštění, nebo oplach po dekapování v kyselině lze využít k oplachu po moření.

U řady technologií, které jsou považovány za zlepšení z hlediska minimalizace produkovaných škodlivin, tento požadavek často není plněn. Např. při použití koncentračních postupů utvářením oplachových okruhů za pomoci iontoměničů se celková produkce RAS ze systému zvyšuje více jak dvojnásobně, neboť do celkové bilance je nutno započítat i potřebný přebytek regeneračních činidel iontoměničů. Tyto systémy splní zásadní požadavek úspory objemu vstupní vody a tím i objemu vypouštěných odpadních vod v oblastech s nedostatkem zdrojů vody, avšak stále zůstává nutnost řešit zpracování koncentrátů. Obvykle se používá odparka, případně membránové technologie, spojené s odvozem koncentrátů k externímu zpracovateli.

Vplyv predúprav na kvalitu konverzných povlakov na báze zirkónia

M. Zemanová, M. Karľová, P. Szelag

FCHPT STU v Bratislave a Pragochema, spol. s r.o.

Úvod

Automobilový a letecký priemysel vyžaduje úpravu kovových povrchov konverznými povlakmi kvôli zvýšeniu koróznej odolnosti a adhézie. Najpoužívanejšími konverznými povlakmi boli doposiaľ chromátové povlaky, ktorú sú vysoko efektívne a trvácne. Nakoľko v procese prípravy sa pracuje so šesťmocným chrómom, ktorý je ľudský karcinogén, hľadajú sa nové, ekologicky vhodné alternatívne prípravky. Tieto prípravky možno rozdeliť do troch skupín. 1) Prípravky obsahujúce redukovateľné prechodové kovy (Mo, Mn, V, Tc), vysokovalenčné oxoanióny týchto prvkov existujú vo vodných roztokoch podobne ako Cr, 2) prípravky obsahujúce ťažko redukovateľné oxidy prechodových kovov (Zr, Ti, Y, Hf, Ta), 3) prípravky obsahujúce kovy vzácnych zemín. Prvky ako Ti, Zr, Ta, Hf, Nb vytvárajú stabilné oxidy v najvyššom oxidačnom stupni. Spomedzi týchto alternatív predstavujú značný potenciál konverzné vrstvy na báze zirkónia (Zr). Dôvodom je netoxickosť a výborné protikorózne vlastnosti samotného prvku a schopnosť tvoriť pevné väzby s elektronegatívnymi prvkami periodickej sústavy (chlór, fluór a kyslík). Hliníkové zliatiny AA2024, AA 5052, AA 6061 sa používajú vo vojenskom priemysle pre svoju vysokú pevnosť a odolnosť oproti poškodeniu. Jednou z najpoužívanejších zliatin je práve AA2024. V procese odlievania a následnej homogenizácie sa tvoria intermetalické zlúčeniny CuMgAl₂ (S), Al₂Cu (theta) a Al-Cu-Fe-Mn-Si, vo forme častíc, ktoré predstavujú katódové oblasti na povrchu zliatiny [1-3]. Konverzné povlaky na báze Zr dosahujú len desiatky nm, pričom povlak pozostáva z dvoch vrstiev. Vonkajšia časť obsahuje samotný Zr v prítomnosti s oxidom, hydroxidom a fluoridom identifikované s použitím XPS [4, 5]. Vnútoraná vrstva je obohatená Al. Intermetalické častice ovplyvňujú vývoj povlaku, pričom povlak preferenčne rastie v oblasti S fázy. Blízkosť intermetalických častíc podporuje vznik trhlin, na druhej strane oblasti bohaté na Cu sú náchylné na lokálnu koróziu [4, 5]. Predúpravy majú zásadný vplyv na homogenitu povlaku a tiež koróziu ochranu. V tejto práci sa skúmal vplyv dvoch rozdielnych typov predúprav na tvorbu konverzného povlaku bez použitia šesťmocného chrómu. Pre porovnanie boli pre túto prácu vybrané dva postupy predúprav vzoriek. Ako prvý typ predúprav bola zvolená tzv. alkalická predúprava. Alkalická predúprava znamená proces očistenia vzorky od oxidovej vrstvy brúsnyimi práškami rôznej zrnitosti a následné odmastenie a odmorenie činidlom na báze NaOH. Acidická predúprava znamená okrem alkalického činidla použitie 4 % obj. roztoku kyseliny fosforečnej. Vzniknutý povlak sa následne charakterizoval EDX, IČ a AFM metódami.

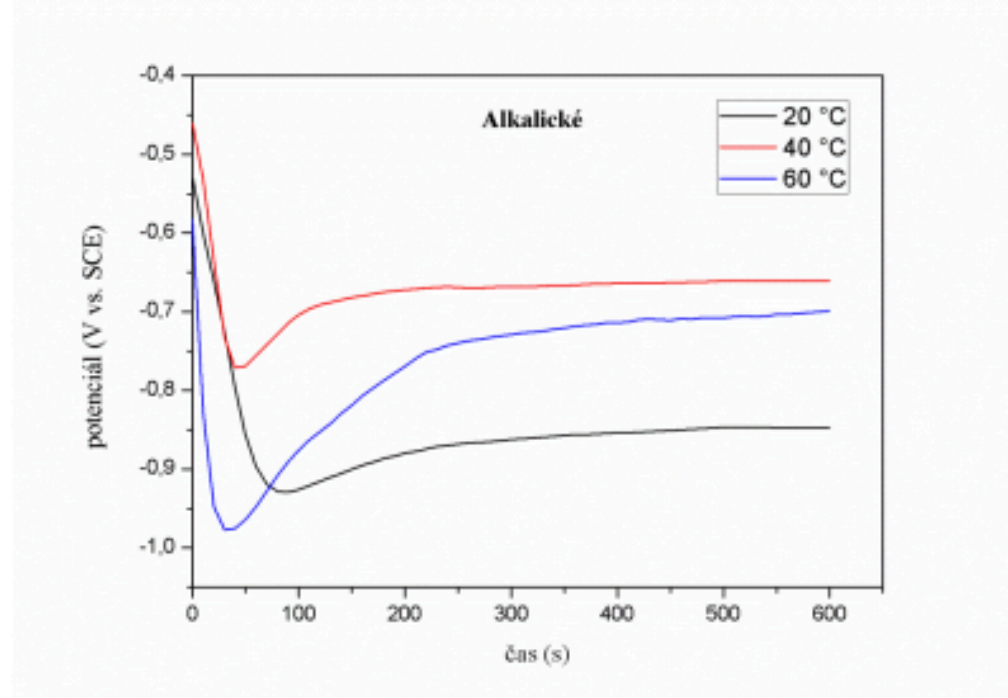
Experiment

Vzorky AA2024 sa nastrihali na rozmery 20x20 mm a následne upravovali postupmi používanými v leteckom priemysle: odmasťovanie v acetóne, čistenie alkalickým komerčným prípravkom a deoxidácia povrchu. Sledovanie typu predúprav znamenalo prácu s/bez deoxidáčného roztoku. Konverzné povlaky sa na povrchu hliníkovej zliatiny pripravovali v komerčnom roztoku Pragokor BP a sledoval sa vplyv teploty (20, 40, 60)°C roztoku na kvalitu pripraveného konverzného povlaku. Vznik povlaku sa skúmal zaznamenávaním samovoľného korózneho potenciálu (OCP) počas 10 min v trojelektrodovom systéme so skenovacou rýchlosťou 1 mV s⁻¹. Vzorka bola pracovnou elektródou, referenčná elektróda bola nasýtená kalomelová elektróda, protielektroda bola grafitová elektróda. Po ukončení procesu sa povlak opláchoľ, vysušil a uložil do exikátora. Po odvážení nasledovala charakterizácia vzoriek EDX (Jeol JXA 840), IČ (Nicolet 5700) a AFM (Veeco CP-II) metódami. Na meranie IČ spektier sa využila reflexná technika ATR – metóda zoslabenia úplného odrazu s diamantovým kryštálom a rozlišovacou schopnosťou 4 cm⁻¹. Meranie sa realizovalo na Oddelení anorganickej chémie, Ústavu anorganickej chémie, technológie a materiálov FCHPT STU v Bratislave. Na získanie AFM záznamu sa pracovalo v bezkontaktnom móde.

Výsledky a diskusia

Skúmal sa vznik konverzného povlaku v závislosti OCP od času ponoru pre vzorky AA2024. Na Obr. 1 je znázornený priebeh zmeny potenciálu od času stanovený snímaním OCP po alkalických predúpravách v konverznom roztoku. Jednotlivé závislosti zaznamenávajú priebeh zmien potenciálov od teploty. Reakcia prebiehala za teplôt 20°C, 40°C a 60 °C. Pre všetky teploty je zaznamenaný porovnateľný priebeh záznamu. Po prudkom poklese hodnoty OCP nasleduje nárast a následná

stabilizácia hodnoty OCP. Pokles potenciálu je priradený rozpúšťaniu vrstvy kyselinou fluorovodíkovou, ktorá je súčasťou prípravku. Následné zvyšovanie hodnoty OCP súvisí s tvorbou vrstvy na povrchu zliatiny. Pri teplote 20 °C hodnota potenciálu klesá do 90 sekúnd od začiatku reakcie a dosiahne minimum pri hodnote potenciálu -0,93 V. Nasleduje zvýšenie potenciálu do času 240 s. V čase 240 s sa potenciál ustáfuje na konštantnej hodnote -0,87 V až do konca merania. Pri teplote 40 °C sa čas rozpúšťania povrchu znižuje na 50 s a potenciál klesá na hodnotu -0,77 V. Ustáfovanie nastalo v čase 210 s na hodnote -0,67 V. Pri 60 °C sa rozpúšťanie uskutočnilo do 40 s od začiatku merania za hodnoty potenciálu -0,98 V. V čase 290 s nastalo ustáfovanie na hodnotu potenciálu -0,73V. Na všetkých vzorkách vznikol povlak, čo sa prejavilo zvýšením hodnoty potenciálu. Pri vyšších teplotách je priebeh reakcie rozpúšťania povrchu materiálu a tvorby vrstvy výraznejší.



Obr. 1 Priebeh OCP merania pre alkalicky upravované vzorky

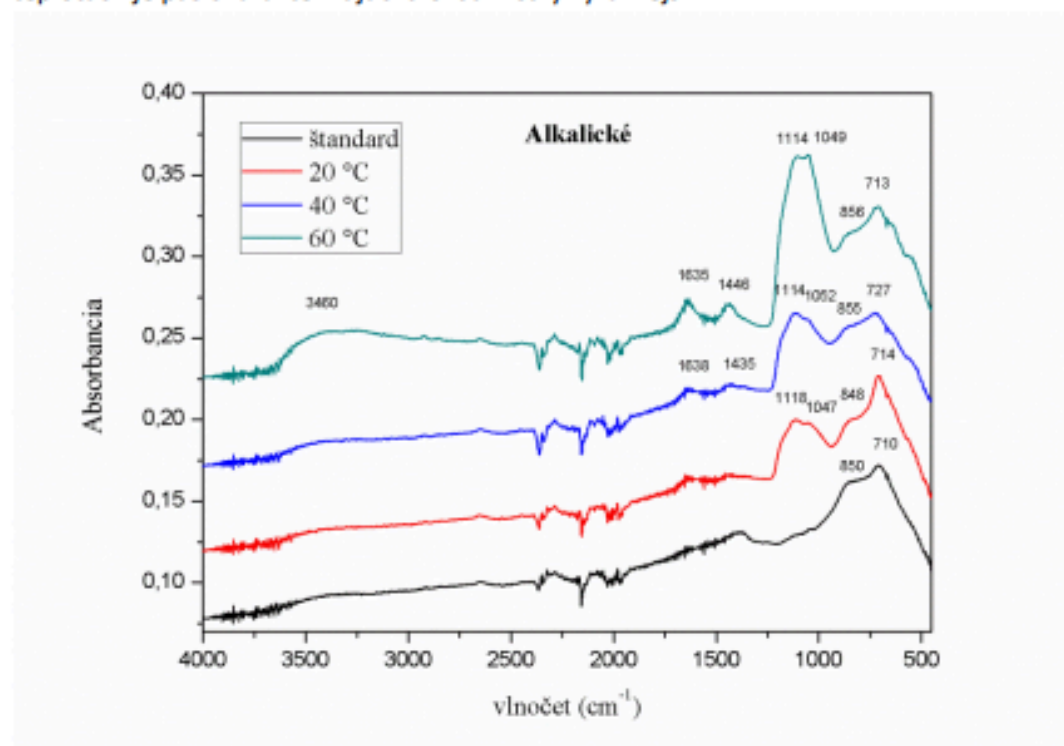
Zmena hmotnosti po alkalických predúpravách a následnej tvorbe konverzného povlaku vykazuje nárast hmotnosti. So zvyšujúcou sa teplotou sa zvyšuje aj nárast hmotnosti vzoriek o 0,05 mg cm⁻² pre 20 °C a 0,17 mg cm⁻² pre 60 °C. Acidické predúpravy vykazovali úbytok hmotnosti. So zvyšujúcou sa teplotou sa zvyšuje aj úbytok hmotnosti vzoriek. Obsah zirkónia na povrchu vzorky po zrealizovanej reakcii potvrdila EDX analýza (Tab.1). Z analýzy vyplýva, že obsah zirkónia rastie s nárastom teploty realizovanej úpravy materiálu. EDX analýzou sa zaznamenal pokles obsahu Mg na povrchu zliatiny. Na základe týchto výsledkov sa dá uzavrieť, že dochádza k prednostnému rozpúšťaniu elektrochemicky nestáleho prvku v zliatine, čomu napomáha aj napadnutie povrchovej vrstvy zliatiny kyselinou fluorovodíkovou ako súčasťou prípravku na tvorbu konverzného povlaku.

Tabuľka 1 Výsledky EDX meraní vzoriek po alkalickej predúprave s konverzným povlakom na báze Zr

Teplota reakcie	Al	Mg	Mn	Cu	Zr
20 °C	93.30	4.59	0.26	1.68	0.17
40 °C	94.37	3.02	0.35	1.93	0.34
60 °C	93.50	3.82	0.32	1.45	0.91

Záver platný pre použitie alkalického typu predúprav sú platné aj pre acidický typ predúprav. S rastúcou teplotou sa zvyšuje obsah Zr na povrchu zliatiny a zároveň sa zaznamenal pokles obsahu Mg.

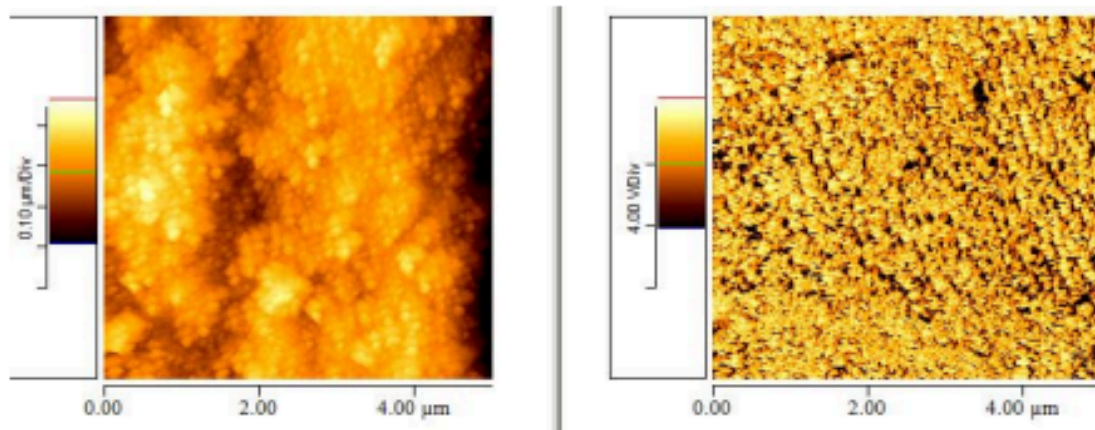
Na Obr. 2 sú záznamy IČ spektier vzoriek štandardu, ktorým bol predupravený dural a vzoriek upravených konverzným prípravkom za rôznych teplôt. Pre vzorku štandardu, ktorý predstavoval predupravený dural, sa identifikoval široký pás okolo 700 cm^{-1} až 850 cm^{-1} , ktorý sa priradil podvojnému zmesnému oxidu $\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ [6]. Reakciou duralu s komerčným prípravkom za rôznych teplôt sa šírka pásu zužuje a identifikuje sa pás okolo 700 cm^{-1} , z čoho vyplýva, že z podvojného oxidu ubudlo, a preto zostal len jeden pás. Okolo hodnoty 3460 cm^{-1} sa identifikovali -OH valenčné vibrácie fyzikálne absorbovaných molekúl vody. Tiež ďalší pás pozorovaný pri hodnotách okolo 1640 cm^{-1} je priradený deformačným vibráciám molekúl vody [7]. Vznik pásu okolo 1100 cm^{-1} je rozhodujúci pre reakcie duralu s konverzným roztokom na báze zirkónia, prejavuje sa za všetkých teplôt s rôznou intenzitou. Tento pás sa interpretuje ako oktahydrát fosforečnanu horečnatého [7]. Pri vyšších teplotách je pás charakterizujúci tvorbu vrstvy výraznejší.



Obr. 2 Záznam IČ spektier pre alkalicky upravované vzorky

Na základe získaných výsledkov sa dá predpokladať nasledovný mechanizmus vzniku konverznej vrstvy na povrchu AA2024: 1) rozpúšťanie povrchovej vrstvy zliatiny HF, pričom prednostne dochádza k rozpúšťaniu Mg ako elektrochemicky nestabilného prvku, 2) reakcia s H_3PO_4 za vzniku fosforečnanu. Otvorenou zostáva otázka v akej forme sa nachádza na povrchu zliatiny po realizovanej reakcii Zr (oxid, fluorid), čo bude predmetom ďalšieho štúdia.

Rovnako sa uskutočnili aj merania s použitím AFM. Na záznamoch sa preukázal pozitívny vplyv teploty konverznej reakcie na homogenitu povrchu materiálu. Na Obr. 3 je záznam povrchu alkalicky predupraveného povrchu s teplotou konverznej reakcie 60 °C . Morfológia povrchu je homogénna a jemnozrná. Všetky realizované merania sú vo veľmi dobrej korelácii, nakoľko AFM záznamy z vysokonapätaného povrchu nebolo možné AFM metódou získať.



Obr. 3 AFM záznam alkalicky upravovanej AA2024 s teplotou konverznnej reakcie 60 °C.

Na základe získaných výsledkov sa dá konštatovať, že na povrchu AA 2024 došlo k vytvoreniu konverznnej vrstvy obsahujúcej Zr a zároveň fosforečnanové anióny.

Táto práca sa realizovala vďaka finančnej podpore grantu VEGA 1/0792/17 a realizáciou projektu Centrum pre Materiály, vrstvy a systémy pre Aplikácie a Chemické procesy v extrémnych podmienkach – Etapa II na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

- [1] Chen, G.S., Gao, M., and Wei, R.P.: Microconstituent-Induced Pitting Corrosion in Aluminium Alloy 2024-T3, *Corrosion*, 52, 8-15 (1996).
- [2] Boag, A., Hughes, A.E., Wilson, N.C., Torpy, A., MacRae, C.M., Glenn, A.M., Muster, T.H.: How complex is the Microstructure of AA 2024-T3?, *Corrosion Science*, 51, 1565-1568 (2009).
- [3] Qi, J., Nemcová, A., Walton, R.J., Zhou, X., Skeldon, P., Thompson, G.E.: Influence of pre- and post-Treatments on Formation of a Chromium Conversion Coating on AA 2024 Alloy, *Thin Solid Films*, 616, 270-278 (2016).
- [4] Guo, Y., Frankel, G.S.: Characterization of Trivalent Chromium Process Coating on AA 2024-T3, *Surface and Coatings Technology*, 206, 3895-3902 (2012).
- [5] Qi, J., Hashimoto, T., Walton, R.J., Zhou, X., Skeldon, P., Thompson, G.E.: Formation of a Trivalent Chromium Conversion Coating on AA 2024-T351 Alloy, *J. Electrochemical Society*, 163, C25-C35 (2016).
- [6] Farmer V.C.: *The Infrared Spectra of Minerals*, Mineralogical Society London (1974).
- [7] Nyquist R.A., Kagel R.O.: *Infrared Spectra of Inorganic Compounds*, Academic Press New York and London (1971).

Vymrazování solí z galvanických roztoků.

Obecně je o této problematice velmi málo inofornací a běžná literatura se omezuje na konstatování, že koncentraci uhličitánů je možné snížit pomocí vymrazování. U dalších nežádoucích příměsí je pak doporučováno srážení a iontová výměna.

Není ovšem běžně k dispozici detailní popis této problematiky a hlubší analýzy

Většinou se najde několik řádků, jako například: Přebytečné uhličitany mohou být odstraněny vymrazováním vzhledem k jejich omezené rozpustnosti při teplotách pod -3°C . Uhličitan sodný i draselný mohou být také vysráženy oxidem nebo hydroxidem vápenatým a také síranem vápenatým u stříbřicí lázně.

Uhličitan vápenatý se občas přidává do lázně pro zvýšení vodivosti. U kyanidových lázní jsou uhličitany jejich oxidačním produktem, a proto přidávání není po iniciační fázi nutné.

Oxidační proces pomalu postupuje i když se lázeň nepoužívá. Dosáhne-li koncentrace uhličitánů 120 g/l může začít vytvářet jemné nebo hrubší usazeniny

Jak bylo výše zmíněno, odstranění těchto solí je možné vymrazováním nebo srážením vápenatými nebo baryovými solemi, následované důslednou pečlivou filtrací.

Stane se vám, že jas zboží z alkalické zinkové lázně se ztrácí, máte žluté plochy na jasně modrém chromu? Zaznamenali jste ztmavení a horší pokrytí v místech s nižší proudovou hustotou? Možná je ve Vaší lázni mnoho uhličitanu sodného. Jak se do lázně dostal? Zinkové a alkalické lázně vytvářejí uhličitany velmi podobným způsobem jako

kyanidové lázně. Jeden mechanismus, který pravděpodobně hraje hlavní roli katalyzátoru reakce hydroxidu sodného a uhlíku je poměr ploch katoda/anoda.

Postupně se přestávají používat ocelové anodové koše a odstraňuje se zinek z dalších košů, aby bylo možno kontrolovat rychlost uvolňování zinku do roztoku v průběhu výroby. Jak se zmenšuje plocha anody, proudová hustota na povrchu ocelové anody se zvyšuje.

Zdrojem uhlíku pro vznik uhličitanů je jak vzdušný CO₂ vnášený do lázně při každém pohybu tak i organická aditiva používaná pro řízení fyzikálních vlastností pro nanášení zinku.

Uhličitan vápenatý je nezbytný ve většině alkalických zinkových lázní pro udržování správného prostředí v koncentraci 30-45g/l. Pokud se koncentrace zvýší na 60-75g/l začnou se projevovat výše zmíněné negativní efekty. Může se stát, že během několika měsíců se koncentrace uhličitanů zvýší na 90-105 g/l. Tady už se negativní efekty projeví naplno.

Jakékoliv provzdušňování lázně má za následek zvýšení koncentrace uhličitanů.

Je možné se krystalizovaných uhličitanů zbavit dekantací lázně, ale toto opatření má pouze krátkodobý efekt protože lázeň se opět brzo nasytí. Tím opět dojde k tomu, že se nanáší vyšší vrstva zinku, ztrácí se lesk a snižuje produktivita procesu.

Jednoduchá metoda, jak ověřit koncentraci uhličitanů je zchladit vzorek lázně na 1-4°C a nechat uhličitanu vysrážet. Rozpustnost uhličitanů je přímo úměrná teplotě a s klesající teplotou klesá i jejich rozpustnost. Samozřejmě jsou dostupné i přesné laboratorní analytické metody, např. Hullova panelová metoda.

Pokud zjistíte, že je koncentrace uhličitánů příliš vysoká můžete postupovat následovně:

- dekantujte lázeň a obnovte její původní složení
- vymrazte uhličitany
- smíchejte s novou lázní abyste srovnali koncentraci uhličitánů

Pro řízenou kontrolu obsahu vysoké koncentrace solí (uhličitánů, síranů, chloridů) je možné využít plně automatické vymrazovací zařízení Carbolux unit® - Type 50 nebo CarboJet 300 patentovaný systém umožňující odstranění různých škodlivých produktů rozkladu z různých elektrolytů a procesních roztoků. Díky zajištění optimální stabilizace lázně je zaručena kvalita výrobků. Typickou aplikací jsou výkvěty uhličitánů, síranů a chloridu sodného

Výhody:

- Optimální a konstantní kvalita roztoku
- Delší životnost lázně
- Nižší reklamace
- Nižší náklady na energii
- Efektivní využití chemikálií
- Méně odpadních vod
- Konstantní parametry
- Provoz bez přerušení
- Nízké náklady na práci (stroj je automatický)
- Méně údržby na výměníku tepla
- Dodržování požadavku DIN 9002/9003
- Rychlá návratnost investice

Zvyšujícími se požadavky zákazníků a vyvíjený tlak v oblasti cen, spolu s rostoucí konkurencí v rámci

trhu galvanického pokovení, požadavek na optimalizaci výroby a nákladů je nyní vyšší než kdy předtím. Zlepšení hospodářské účinnosti je nutností bez ohledu na zachování vysoké kvality.

Ale kde lze dosáhnout úspory nákladů během výroby? Energie a chemikálie jsou jistě klíčové faktory a je důležité je využít, protože významné úspory jsou možné v těchto oblastech.

Dříve musela být výroba zastavena, znečištěná lázeň byla přečerpána do zásobní nádrže a tam stála do zimy. Po vysolení se vyloučené soli ručně odstranily z vany. Toto není postup odpovídající soudobým standardům. Následující následky - a tedy i náklady - jsou/byly:

- Výrobní problémy
- Extrémně vysoké náklady na elektřinu kvůli použití vyššího napětí
- Nízké využití elektřiny kvůli delším časům v lázních a snížené tloušťce vrstev
- Hrubý povrch povlaků
- Nerovnoměrná tloušťka vrstvy na výrobku
- Vysoké vynášení lázně z důvodu viskozity
- Slabá rozpustnost anody
- Vyšší teplota lázně
- Potřeba lepšího chlazení
- Ucpané výměníky tepla a čerpadla
- Drahé nové přístupy a náklady na likvidaci
- Nejhorší scénář: zastavení výroby

Dnes hospodářsky úspěšné podniky využívají technologie studené krystalizace pro lázně pomocí CARBOLUX®. Nežádoucí soli, uhličitany a sírany jsou odděleny pomocí kontinuálního vymrazování. Určité množství média se vyjme z lázně, bez dopadu na výrobu. To se pak ochladí na přesně

definovanou teplotu. Po plně automatickém návratu vyčištěné lázně do vany, zůstávají krystaly odpadních látek na pásu filtru a následně jsou ukládány do sběrné komory.

Životnost procesních kapalin je tak exponenciálně prodloužena s konzistentní kvalitou. To má za následek obrovské úspory v oblasti spotřeby elektrické energie a chemikálií. Zbytkové odpadní materiály jsou soli: uhličitany, sírany, chloridy.

S využitím článku Billa Basseta, prezidenta Automatic Plating, Inc. Taylorsville, Mississippi a materiálů firmy Technischer Galvanoservice AG



Výrobky DeFelsko pro kontrolu kvality povrchových úprav

Vít Gromeš

Americká společnost DeFelsko Corporation působí na trhu přístrojů pro kontrolu povlaků již přes padesát let a po celou dobu udržuje přístrojové řady o názvech PosiTector a PosiTect. V posledním období se společnost DeFelsko pod vedením druhé rodinné generace velmi dynamicky rozvíjí. DeFelsko rozšířila dosavadní úzkou spolupráci s organizací SSPC (The Society for Protective Coatings) a poskytuje svoje prostory pro školení pod hlavičkou této instituce.



Obr. 1: Hlavní budova DeFelsko

PosiTector 6000 a PosiTector Smartlink

Základní jednotka PosiTector® se nabízí ve dvou modelech, ve standardním a v pokročilém. Standardní model umožňuje využívat všechny měřicí metody, přitom má základní paměť pro 250 naměřených hodnot a pro komunikaci využívá USB rozhraní. Pokročilý model je vybavený vysoce kontrastním barevným displejem, který umožňuje zobrazit grafy výsledků měření a snímky měřených konstrukcí. Tento model disponuje navíc bezdrátovým rozhraním Bluetooth a komunikační technologií WiFi. Jeho velká paměť dat umožňuje uložit až 100 000 naměřených hodnot rozdělených až do 1 000 souborů.



Obr. 2: PosiTector 6000

Nabídka jednotek byla obohacena o přístroj PosiTector Smartlink. Jedná se o kompaktní jednotku bez displeje, která pomocí BlueTooth komunikuje s chytrými telefony a tablety. Ať máte Android či iOS, stáhnete si do svého zařízení aplikaci PosiTector.App a můžete začít měřit. Obrovskou výhodou tohoto řešení je, že můžete ihned vytvářet reporty včetně fotografií. Navíc je aplikace propojena s účtem PosiSoft a naměřená data se automaticky zálohují v cloudu.



Obr. 3: PosiTector SmartLink s PosiTector.App

Sondy pro měření (nejen) zinkové vrstvy

Povlakoměr vznikne, připojíme-li k základní jednotce jeden z magnetoinduktivních snímačů označených F. Mezi nejběžněji používané patří sondy F – integrovaná a FS – sonda na kabelu s rozsahem 1-1500 μm . Pro měření na drsném povrchu doporučujeme zvolit sondu FXS se styčnou plochou odolnou vůči otěru. Pro měření na horkém povrchu je určena sonda FHXS s teplotní odolností až do 250 $^{\circ}\text{C}$ a rozsahem 0 – 4000 μm . Pokud měříte na malých plochách nebo vyžadujete vyšší přesnost měření, pak je nejvhodnější volbou sonda F0S. Tato sonda má celkový rozsah 0 – 1150 μm a do 100 μm měří s přesností $\pm (0,5 \mu\text{m} + 1\%)$.

Užitečným pomocníkem je sonda FNDS, která určena pro měření duplexních povlakových systémů. Umožňuje současně změřit a individuálně zobrazit tloušťku zinkového povlaku a tloušťku organického nátěru duplexního systému. Je vhodná pro měření žárového zinkového povlaku, galvanického zinkování i elektro-metalického zinkového povlaku. Sonda FNDS může být také používána jako konvenční FN sonda. Při použití přístroje PosiTector v pokročilém provedení lze využít i skenovacího režimu měření.



Obr. 4: Duplexní sonda FNDS

PosiTest DFT – intuitivní přístroj do kapsy

Pro méně náročné aplikace je v portfoliu i malý, kapesní PosiTest DFT. Dodává se v provedení F pouze pro feromagnetické podklady nebo C pro všechny kovové podklady. Jeho hlavní předností

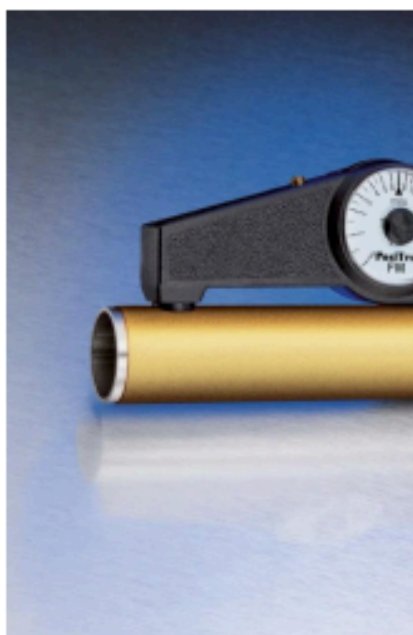
Je velmi nenáročný ovládnutí a barevný displej s velkými číslicemi. Stejně tak jako ostatní přístroje DeFelsko je PosiTest DFT dodáván tak, aby byl připraven k měření ihned po vybalení z krabičky.



Obr. 5: Přístroj DFT

Mechanické přístroje PosiTest a PosiPen

Pokud nechcete elektronické zařízení, ať už z jakéhokoliv důvodu, i pro vás má DeFelsko řešení. V nabídce je desítkami let prověřený model PosiTest v provedeních F (0 - 2000 μm) a G (0 - 200 μm). Jedná se o jednoduchý, odolný a při správném používání i velmi přesný, povlakoměr určený pro feromagnetické podklady.



Obr. 6: Měřidlo PosiTest

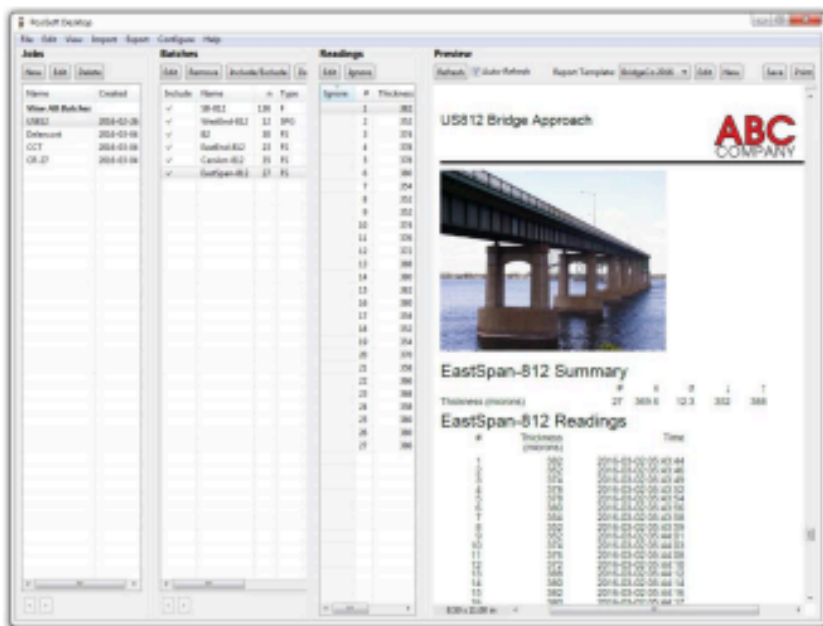
Měřidlem doslova „do kapsy“ je pak PosiPen, který má velikost psacího pera a je určen pro rychlé měření v podmínkách, kde by elektronické přístroje mohly přijít k úhonně.



Obr. 7: Měřidlo PosiPen

PosiSoft.net a PosiSoft 4.0 pro správu a archivaci výsledků

Unikátní cloudová platforma PosiSoft.net poskytuje možnost vytvářet plně profesionální zkušební zprávy a zahrnuje novou možnost sdružit více měřicích dávek z různých přístrojů do jednotné zprávy. Tak je možné komplexně popsat zjištěné vlastnosti jednoho zkoušeného výrobku různými metodami do jednoho dokumentu. Program PosiSoft ve verzi 4.0 přináší zcela nové uživatelské rozhraní, které je velmi intuitivní a umožní ještě snazší vytváření zkušebních zpráv. Navíc program PosiSoft nyní plně integruje všechny přístroje PosiTector a PosiTest posledních i předchozích generací.



Obr. 8: Příklad PosiTector.App

Z přehledu produktů je zřejmé, že společnost DeFelsko rozšiřuje nabídku přístrojů postupně na další zkušební metody úzce související s celkovou kontrolou kvality povrchových úprav od přípravy povlakovaného povrchu až po vyhodnocení konečného výsledku povrchové úpravy.

TSI System s.r.o.
www.tsisystem.cz

ZDROJE ÚSPOR V GALVANICKÉM POKOVENÍ

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

V současné době pokračující hospodářské konjunktury zůstávají stále jedním z hlavních témat úspory. Optimalizace se zaměřují nejen na spotřeby materiálů, energií a času, ale i počty pracovníků, ergonomie pracovišť apod.

V našem krátkém zamyšlení bychom se chtěli soustředit na témata z oblasti galvanických povrchových úprav. Ne že bychom tím chtěli objevit nový kontinent, ale z naší bohaté praxe víme, že běžným věcem není v provozním shonu věnována okamžitá pozornost, a pak na ně bývá zapomínáno. Důvody jsou zřejmé: přetlak různých povinností, řešení jiných problémů (v té době s vyšší prioritou) apod.

V současné době nabízí trh velké množství galvanických lázní pro nejrůznější aplikace. Mnohdy je kladen hlavní důraz na levné pořízení (nasazení lázně), opomíjeny jsou ale provozní náklady. A to nejen ty spojené s vlastní chemií, ale i náklady na energii. Každý proces technologického postupu si žádá své a vyplatí se věnovat výběru optimálních podmínek dostatečnou pozornost.

Chemické složení galvanických lázní je jedním z parametrů, který ovlivňuje výsledky celého procesu. Vyšší koncentrace složek obvykle zvyšují jeho účinnost. Ovlivňují ale také následné zatížení odpadních vod v důsledku výnosu. Při zvyšování produktivity zařízení roste množství povrchově upravené plochy dílů a tím i celkový výnos. Pro zajištění stabilní kvality čistoty povrchu dílů před vstupem do dalšího stupně technologie je pak nutné buď zvýšit průtok vody oplachovou kaskádou nebo posílit účinnost oplachování navýšením oplachových stupňů. To ale obvykle v již zavedené technologii není možné.

Zde přichází ke slovu nové typy lázní vyvinuté tak, aby při nižších provozních parametrech poskytovaly stejnou, ale mnohdy i vyšší kvalitu poskytované úpravy povrchu. U lázní pro ponorové (chemické) odmaštění je situace poněkud komplikovanější. Snížení provozní teploty lázně a její přínos pro úspory energie pro vytápění, případně nasazení s nižší koncentrací účinných složek, naráží v současné době na zhoršující se kvalitu surového materiálu. U podnikových galvanoven, kde lze do jisté míry ovlivnit kvalitu povrchu pokovovaných dílů, se může tento typ úsporně vedených lázní prosadit. V komerčních galvanovnách to ale je problém. Dodávky od různých zákazníků nikdy nebývají ve stejné kvalitě. Lázně pro odmaštění dílů pak musí být seřizeny podle nejhorších dodávaných dílů.

U lázní pro pokovení, příp. pro následné úpravy je již situace příznivější. Do procesu vstupují díly s čistým případně pokoveným povrchem a seřízení těchto lázní pak může sledovat trend úspornosti. Jako jeden z mnoha příkladů může posloužit slabě kyselá slitinová lázeň zinek-nikl SLOTOLOY ZN 1000. Vývojem bylo dosaženo, že tato lázeň oproti původním typům pracuje pouze s třetinovou koncentrací niklu, jehož cena je všeobecně známa. Nový systém organických přísad zajišťuje významné snížení výnosu lázně na zboží. Vzhledem k tomu, že tento typ lázní se používá v převážné většině při pokovení litiny (s tryskaným povrchem zvětšujícím geometrickou plochu i o desítky procent), je i tato vlastnost nezanedbatelná. Na úsporu kovu navazuje nižší množství oplachových vod a nižší náklady na provoz neutralizační stanice (nebo odparky) a nižší náklady na likvidaci vzniklých odpadů. Téma výnosu lázně je důležité zejména u hromadného pokovení. Správná volba materiálu pro výrobu bubnů (s ohledem na hmotnost pokovovaných dílů), správné dimenzování perforace bubnů, správné softwarové řízení při zdvihu z lázně – to vše nemalou měrou přispívá ke snížení provozních nákladů.

Úspory lze také nalézt, pokud existuje možnost volby mezi variantami jednoho procesu. Typickým příkladem je zinkování a jeho alkalická a slabě kyselá varianta. Pokud není základním požadavkem vzhled, je alkalická varianta z hlediska nákladů příznivější. Nižší obsah kovu v lázni, rovnoměrnější rozložení tloušťek, kromě louhu žádné další soli, malé zasození odpadních vod – to vše jsou plusy pro

alkalickou zinkovací lázeň. Moderní systémy přísad již v současné době umožňují dosahovat velmi podobného vzhledu povlaku, jaký poskytují slabě kyselé zinkovací lázně.

Lázně pro následné úpravy lze v současné době také vybírat s ohledem na úsporný provoz. Tlustovrstvé pasivace lze provozovat při běžných teplotách okolního prostředí. Úpravou dalších provozních parametrů lze i při nižší teplotě dosáhnout potřebné tloušťky pasivační vrstvy. V případě potřeby vyšší provozní teploty je možné vany opatřit izolací (to se bez výjimky týká všech ostatních používaných teplých/horkých procesů). Pokud je v technologii zařazena jak tlustovrstvá, tak i tenkovrstvá pasivace, je výhodné nasazení obou lázní ze stejné „chemie“. Ve směru postupu technologií je nejprve zařazena vana s tlustovrstvou pasivací, hned za ní vana s tenkovrstvou pasivací a následuje společná oplachová kaskáda. Výnos z koncentrovanější lázně pro tlustovrstvou pasivaci ve formě úkapů je částečně využit v lázni pro tenkovrstvou pasivaci a sníží se tak zatížení oplachových vod. Typickým příkladem jsou pasivace SLOTOPAS HK 10 a SLOTOPAS Z 20 blau.

Často je také opomíjena údržba lázní z hlediska jejich znečištění vnosem cizích látek nebo tvorbou odpadních produktů. Díly spadlé ze závěsů by měly být z lázní vyjmuty nejlépe ihned. Stejně tak by neměly být používány závěsy s poškozenou izolací, která umožňuje přenos lázní po celé technologii. Mnohé cizí kovy způsobují vady vylučování povlaků již v miligramových koncentracích. Stejně jsou na tom také odpadní produkty chemických a elektrolytických reakcí. Jejich průběžné odstraňování (např. vymrazování sody u alkalických lázní, adsorpce organických nečistot na aktivním uhlí u stříbřících lázní apod.) účinně přispívá ke snížení nákladů na opravy výrobků pokovených se vzhledovými defekty.

Tvorbu odpadních produktů lze také omezit úpravou zařízení. Vhodným příkladem je zde použití speciálních anod při alkalickém vylučování slitinového povlaku zinek-nikl. Náhrada standardně používaných niklových anod speciálními anodami umožnila zcela odstranit čištění lázně speciální ionexovou pryskyřicí. Současně došlo také ke snížení spotřeby některých organických přísad. V celkovém součtu je pak provoz slitinové lázně úspornější. A to i ve srovnání s membránovými systémy.

Efekt úspor mohou přinést také automatické systémy pro úpravu parametrů lázní. Zde máme na mysli například pH-staty pro udržování nastavené hodnoty pH, automatické analyzátoři spojené s dávkováním využívané například při udržování stabilní koncentrace kovů ve slitinových lázních zinek-nikl (zařízení K-alfa) nebo v chemických niklovacích či mědicích lázních (zařízení WNI / WCU) nebo pouze dávkovací čerpadla řízená řídicím softwarem galvanické linky. Stabilita funkčních lázní se pak pozitivně projeví ve výsledné kvalitě výroby a snižuje náklady na opravy povrchové úpravy.

Samostatným tématem jsou možné úspory při přenosu elektrické energie. Ohmův zákon je nekompromisní. Vzhledem k hodnotám provozního napětí a proudů používaných při jednotlivých procesech technologií rozhodují o celkovém příkonu již odpory v řádu miliohmů. A jedná se především o odpory přechodové vznikající na znečištěných kontaktech závěsů, tyčí a elektrovodných armaturách. Nesmí se ale zapomínat na vlastní elektrolyt. Kolísající provozní koncentrace vodivých solí má podobný vliv. V konkrétních případech lze úspěšně nasadit automatické dávkovací systémy.

Téma sušení není v praxi tolik opomíjené. Konstrukce sušáren odpovídá současným požadavkům na úsporný provoz. Víka a izolace jsou samozřejmostí. V praxi je potřebné se zaměřit na správnou cirkulaci vzduchu s ohledem na předpokládanou tvarovou rozmanitost sušených dílů. Nevhodné proudění v sušárně, případně také nízká dosažitelná teplota, pak zbytečně prodlužují dobu potřebnou k usušení dílů (nebo správného vytvrzení vrstvy utěsnění) a mohou v technologii vytvořit nechtěný „úzký profil“.

V provezech povrchových úprav lze hledat úspory i mimo vlastní technologii. Pomineme-li možnost výměny zdrojů proudu za nové úspornější, lze šetřit také například na osvětlení provozů (instalace úsporných LED trubíc, automatické spínání osvětlení čidlem), rekuperací tepla z odsávaného vzduchu (ohřev přisávaného vzduchu, případně využití při výrobě teplé užitkové vody) i optimalizací oplachové techniky (zavádění vícestupňových oplachových kaskád a řízení nátoky vody do nich, využití recyklace

oplachových vod pro vybrané procesy technologie). Často jsou v praxi k vidění také zbytečné přejezdy prázdných dopravníků.

Samozřejmě ne vše, co zde bylo zmíněno, platí pro všechny provozy povrchových úprav. Každý má svoje specifikum. Vždy ale lze nalézt zdroj možných úspor. K řešení je ale nutné přistupovat v širším kontextu a komplexně.