

Povrcháři

2. číslo Duben 2022

**ANODICKÁ OXIDACE SLITINY EN AW 7075
- HODNOCENÍ KOROZNÍ ODOLNOSTI**

STŘÍBŘENÍ

CERTIFIKOVANÉ TECHNOLOGIE LEPENÍ V PRŮMYSLU

**VERTIKÁLNÍ ČERPADLA V PROCESCH
POVRCHOVÝCH ÚPRAV**

**PRŮBĚŽNÉ TRYSKACÍ ZAŘÍZENÍ
VE SLÉVÁRENSKÉM PROVEDENÍ**

HYDROIZOLACE NA BÁZI POLYUREY

KDO JE ROZSOUDÍ VIII.

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Jak jste právě zjistili, jsme tu pro Vás s dalším Povrchářem. Vy, kteří jste obratem ještě nezmáčkli symbol " Spam koš", přijměte laskavě pozdravy od tvůrců celého obsahu tohoto čísla a s velkou dávkou shovívavosti též i ujištění, že: " Nikdy není tak zle, aby nemohlo být ještě hůř ".

S velkou omluvou, citát pro normální vidění současné reality, který není v této době vůbec vtipný, ani líbivý, ale určitě alarmující pro každého z nás, kdo tím vším chceme projít a neztratit práci ani "glanc", jinými slovy absolvovat vše, co nás ještě čeká, s nejméně odřenýma ušima.

A protože volat na poplach není vcelku k ničemu, nebo dokonce jen klasicky na dvě věci, připravili jsme pro letošní Čejkovice 22 program zaměřený na úspory vody a energií v technologiích, a to nejen těch povrchářských. Spolu s Vámi se chceme pokusit představit možnosti jak zabránit možným následkům a dopadům drahých vstupů do strojírenských technologií.

Každé setkání by mělo vždy být o něčem! Konference o ničem, respektive o všem možném, jsou postrachem všech, kdo nemáme čas. Na základě Vašich požadavků připravili jsme proto program z aktuálně potřebných témat pro udržitelnost výroby ve vašich firmách a získání potřebných kontaktů k jejich realizaci.

Z hlavních bodů programu semináře připraveného na 27. a 28. dubna v Čejkovicích uvádíme:

Recyklace vody v povrchových úpravách - Ing. Vít Holoubek – KOVOFINIŠ a.s.

Kontrola čistoty povrchu - nástroj pro úsporu nákladů a energetické náročnosti výrobních procesů - Ing. Michal Zoubek – TechTest s.r.o.

Technologie lepení a příprava povrchů - Ing. Viktor Kreibich, Ph.D. - WAttech a.s.

Poznámky k přípravě povrchu pro opravy a obnovy systémů PKO - Ing. Jaroslav Sigmund

Fosfátové povlaky k zajištění dobré přilnavosti nátěrů - Eva Jančová, M.Sc., DESS – Vojenský výzkumný ústav, s. p.

Čištění vysokým tlakem vody - Zdeněk Jonák - KÄRCHER spol. s r.o.

Atmosférická plazma – cesta jak udělat Váš proces přátelským k životnímu prostředí - Petr Tichý - LONTECH - surface treatment s.r.o.

Optimalizace nákladů u tlakovzdušného tryskání - Petr Koval – WISTA s.r.o.

Náhrada zkušebního média při periodických zkouškách tlakových nádob - Ing. Kamil Liška – Ministerstvo obrany

Strojírenské technologie a materiály trochu jinak - doc. Ing. Václav Machek, Ph.D.

Úspory energií čištěním vnitřních teplosměnných ploch - Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., IWE - Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Ultrazvukové čištění – nástroj pro snížení energetické náročnosti - Pavol Bartko – KRAINTEK CZECH, s.r.o.

Možnosti snížení tření - Ing. Zdeněk Hazdra – Fakulta strojní, ČVUT v Praze

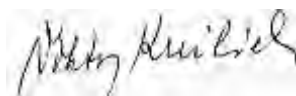
Úspory energie tepelnými čerpadly - Jan Šus – Inovatech Plzeň

Robotické broušení jako příprava pro lakování – Kamil Bartoš - FANUC Czech s.r.o.

Doufejme, že společně naplníme záměr tohoto semináře pod heslem Goerstnerovým : VLASTNÍ SILOU.

Na pracovní i nepracovní setkání s Vámi v Čejkovicích se těší

S pozdravem



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.



POŘÁDÁ

27/4 – 28/4/2022

ODBORNÝ SEMINÁŘ
**TECHNOLOGIE
 ČIŠTĚNÍ
 A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ**

Letos se zaměřením na úspory - vody a energií

HOTEL

ZÁMEK ČEJKOVICE

PARTENER



BVV

Veletřhy
Brno**Rámcový program semináře**

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



POVRCHARI.CZ

Anodická oxidace slitiny EN AW 7075 - Hodnocení korozní odolnosti

Ing. David Kusmič, Ph.D. – UO Brno, FVT

Ing. Lenka Klakurková, Ph.D. – CEITEC VUT Brno

Příspěvek se zabývá komerčně zpracovanou slitinou EN AW 7075 ve stavu T6. Povrchová úprava materiálu byla dodavatelem deklarována jako tvrdá anodická oxidace (AO, elox) v lázni H_2SO_4 s následným utěsněním za tepla v deionizované vodě. Ke studiu slitiny hliníku a AO vrstvy byla použita světelná mikroskopie, elektronová mikroskopie (SEM a EDX) a konfokální laserová skenovací mikroskopie (CLSM). Hodnocení koroze bylo provedeno za použití anodických potenciodynamických polarizačních testů (APP). K dokumentaci po APP testech povrchu bylo využito laserové konfokální mikroskopie a byl vypočítán faktor bodové koroze FBK.

Úvod

Hliníkové slitiny jsou obecně voleny díky svým komplexním vlastnostem, jako je tažnost, houževnatost, odolnost proti únavě, nízká hustota (hmotnost) a vysoká měrná pevnost srovnatelná s vysokopevnými oceli [[1], [2]]. Díky těmto vlastnostem je hliníková slitina EN AW 7075 široce používána v mnoha strojírenských aplikacích se záměrem snížení hmotnosti, zejména pak v leteckém, automobilovém nebo zbrojním průmyslu [[3], [4]]. Použití slitiny EN AW 7075 však omezuje především její tribologické vlastnosti kvůli nízké povrchové tvrdosti a náchylnosti k adhezi. Tyto nedostatky jsou do určité míry potlačeny precipitačním vytvrzováním (umělým stárnutím). Slitina EN AW 7075 (obecně řada 7000) je klasifikována jako slitina vytvrditelná za studena nebo slitina přirozeně vytvrditelná při pokojové teplotě. Slitiny řady 7000 je vhodné využít v konstrukcích, kde je vyžadováno svařování a kde po svařování nelze provádět dodatečné tepelné zpracování (rozpuštěcí žíhání a vytvrzování). Bezprostředně po svařování je pevnost v přechodové oblasti nízká, ale zvyšuje se v průběhu doby přirozeným vytvrzováním. Nakonec lze dosáhnout 90 % původní pevnosti [[5]]. Tyto tepelné procesy jsou spojeny s fázovými a strukturními změnami souvisejícími s typem a distribucí intermetalických a zpevňujících částic, což vede ke zvýšené citlivosti k lokalizované korozi (mezikrystalová koroze, exfoliace a korozní praskání pod napětím) ve srovnání např. s EN AW 6082 [[5], [6]]. K potlačení citlivosti k výše uvedeným typům korozního napadení byly u těchto typů hliníkových slitin postupně zkoumány alternativní metody tepelného zpracování [[7], [7], [8]].

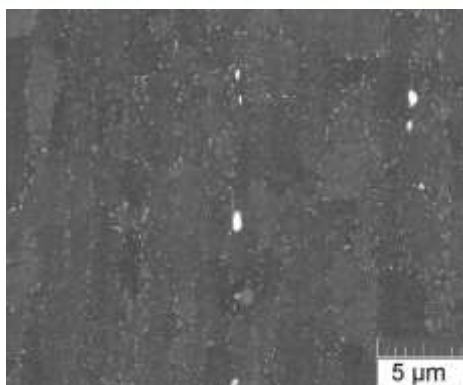
K zajištění uspokojivé korozní odolnosti pro aplikace v leteckém průmyslu je hliníková slitina EN AW 7075 většinou plátována čistým hliníkem, anodicky oxidována (AO) nebo chráněna nátěrem. V závislosti na podmínkách procesu AO a použití aditivních technologií je možné dále zlepšit mechanické vlastnosti anodicky oxidovaného povrchu [10]. Lepší mechanické a korozní vlastnosti povrchů hliníkových slitin jsou dále dosahovány aplikací anodické oxidace nebo tvrdé anodické oxidace (tvrdé eloxování). Pro ozdobně ochrannou a tvrdou AO a k zajištění zvýšené povrchové tvrdosti se nejčastěji používá lázeň H_2SO_4 o teplotě v rozsahu $-5\text{ }^\circ\text{C}$ až $5\text{ }^\circ\text{C}$. Anodicky oxidované (AO) vrstvy na hliníkových slitinách jsou tvořeny silnou vnější porézní vrstvou Al_2O_3 a tenkou neporézní vrstvou (nazývanou bariérová vrstva) na rozhraní mezi porézní vnější vrstvou a substrátem [[10], [11]]. Rychlejší rozpouštění intermetalických částic vzhledem k matici je pak příčinou tvorby pórů ve vnější AO vrstvě. Porézní vnější AO vrstva vykazuje vyšší citlivost na agresivní prostředí a mechanické namáhání [[12], [13]]. Z důvodu zvýšení korozní odolnosti AO povrchu hliníkové slitiny je aplikován proces utěšňování. Utěšňování probíhá nejčastěji ve vroucích roztocích (utěšňování za tepla) jako je vroucí deionizovaná voda, v roztocích solí kovů nebo za snížených teplot ($82 - 88\text{ }^\circ\text{C}$), nebo za nízkých teplot ($28 - 32\text{ }^\circ\text{C}$), utěšňování za studena. Roztoky s obsahem šestivalentního chromu používané k AO a utěšňování propůjčují hliníkovým slitinám vynikající odolnost proti korozi. Bezchromové eloxovací a těsnicí lázně jsou však v průmyslových aplikacích atraktivnější [[12]].

Měření a výsledky

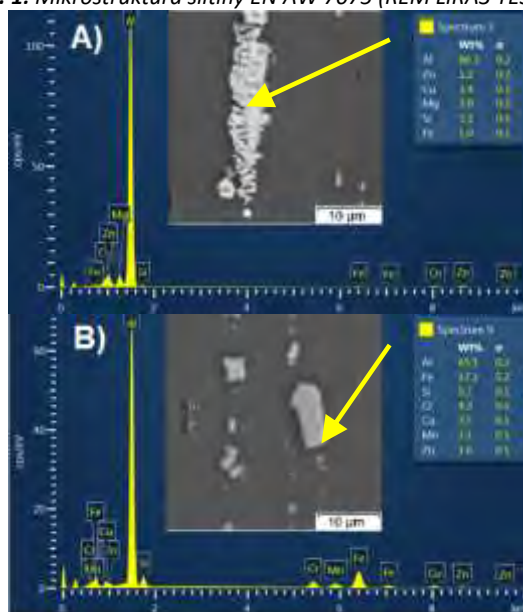
Chemické složení slitiny EN AW 7075 bylo ověřeno jiskrovým spektrometrem Q4 Tasman (v hm. %): 5,61 Zn; 2,3 Mg 1,7 Cu; 0,39 Fe; 0,2 Cr; 0,13 Mn; 0,12 Si; 0,023 Ti. Vzorky hliníkové slitiny deklarované dodavatelem byly ve finálním stavu T6 (rozpuštění žíhání, umělé stárnutí, obvykle na maximální pevnost). Vzhledem k uvažované aplikaci dodavatele se předpokládané tepelné zpracování slitiny sestávalo z rozpouštěcího žíhání při $470\text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 1 hodiny (kalení ve vodě) a stárnutí při $120\text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 24 hodin, tak je dosahováno maximální pevnosti v tahu 545–560 MPa [[5], [8]]. Dle dodavatele byla slitina EN AW 7075 komerčně tvrdě AO v elektrolytu H_2SO_4 a za tepla utěsněna v deionizované vodě za účelem zlepšení tribologických a korozních vlastností. Původní dodané vzorky slitiny byly připraveny o rozměrech $90 \times 50 \times 5\text{ mm}$ pro mikrostrukturální a chemickou analýzu. Připravené vzorky (bez AO a AO s utěsněním) byly rozřezány a zaobleny do konečného vzorku o $\varnothing 15 \times 5\text{ mm}$, potřebného pro vnitřní průměr držáku pracovní elektrody potenciostatu.

Charakterizace a mikrostruktura

Mikrostruktura hliníkové slitiny EN AW 7075 ve stavu po umělém stárnutí (T6) zobrazená na obrázku 1 byla připravena běžnými metalografickými postupy v samo vytvrditelné akrylátové pryskyřici. Metalografický vzorek byl broušen za mokra brusnými papíry se snižující zrnitostí, leštěn diamantovou suspenzí o velikosti částic $3\text{ }\mu\text{m}$ a $1\text{ }\mu\text{m}$ a následně leštěn koloidní suspenzí SiO_2 , odmaštěn acetone, opláchnut destilovanou vodou a sušen. Mikrostruktura byla vyvolána leptadlem FUSS (0,7 obj. % HF + 2,4 obj. % HCl + 0,8 obj. % HNO_3 + destilovaná voda). Hlavními legující prvky v této hliníkové slitině jsou Zn, Mg a Cu. Vytvrzovací proces (proces stárnutí) sledované slitiny je popisován následovně: přesycený tuhý roztok (α) \rightarrow GP zóny \rightarrow metastabilní η' fáze \rightarrow stabilní intermetalická sloučenina η [[7]]. Nejvíce zpevňujícími intermetalickými sloučeninami precipitujícími na hranicích a uvnitř zrn tuhého roztoku v průběhu procesu umělého stárnutí (precipitačního vytvrzování) jsou metastabilní η' (MgZn_2) a stabilní η (MgZn_2). Vzniklé intermetalické fáze MgZn_2 o velikosti několika (nm) až 270 nm jsou disperzně rozloženy v zrnech a na hranicích zrn tuhého roztoku. Další přítomné intermetalické fáze $\text{Al}_2\text{Mg}_2\text{Cr}$ o větší velikosti (0,5–30 μm), a také $\text{Al}_7\text{Cu}_2\text{Fe}$, Al_3Fe , Mg_2Si , Al_2CuMg a MgZn_2 o různé velikosti a hustotě byly dokumentovány dalšími autory [[14], [14], [15]]. Provedená EDS analýza prokázala ve sledované hliníkové slitině přítomnost i dalších a mnohem komplexnějších intermetalických sloučenin, např. na bázi Al-Zn-Cu-Mg-Si-Fe a Al-Fe-Si-Cr-Cu-Mn-Zn, jak prokazují měření na obrázku 2. A) a B).



Obr. 1: Mikrostruktura slitiny EN AW 7075 (REM LIRA3 TESCAN)



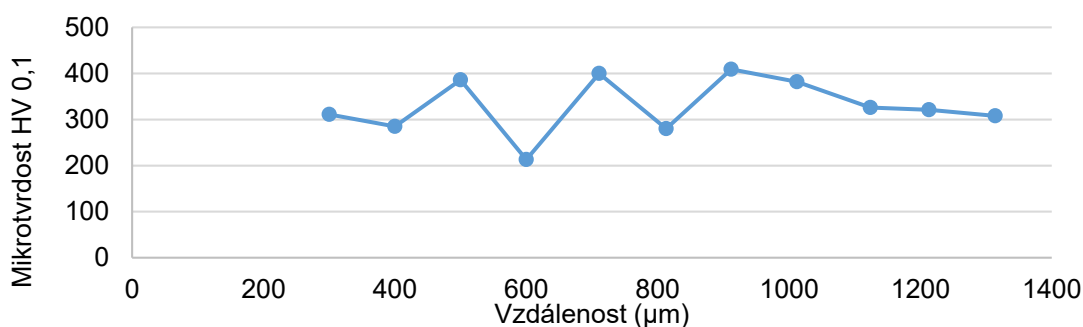
Obr. 2: Intermetalické částice na bázi: A) Al-Zn-Cu-Mg-Si-Fe a B) Al-Fe-Si-Cr-Cu-Mn-Zn (EDS, REM LIRA3 TESCAN)

V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty povrchové tvrdosti, mikrotvrdosti a tloušťka AO vrstvy hliníkové slitiny. Povrchová tvrdost na dodaných vzorcích hliníkové slitiny byla měřena metodou podle Vickerse. Měření mikrotvrdosti bylo provedeno na metalograficky připravených příčných řezech základního materiálu (ZM) a AO vrstvy (ZM-AO).

Tab. 1: Povrchová tvrdost, mikrotvrdost a tloušťka anodicky oxidové vrstvy hliníkové slitiny EN AW 7075

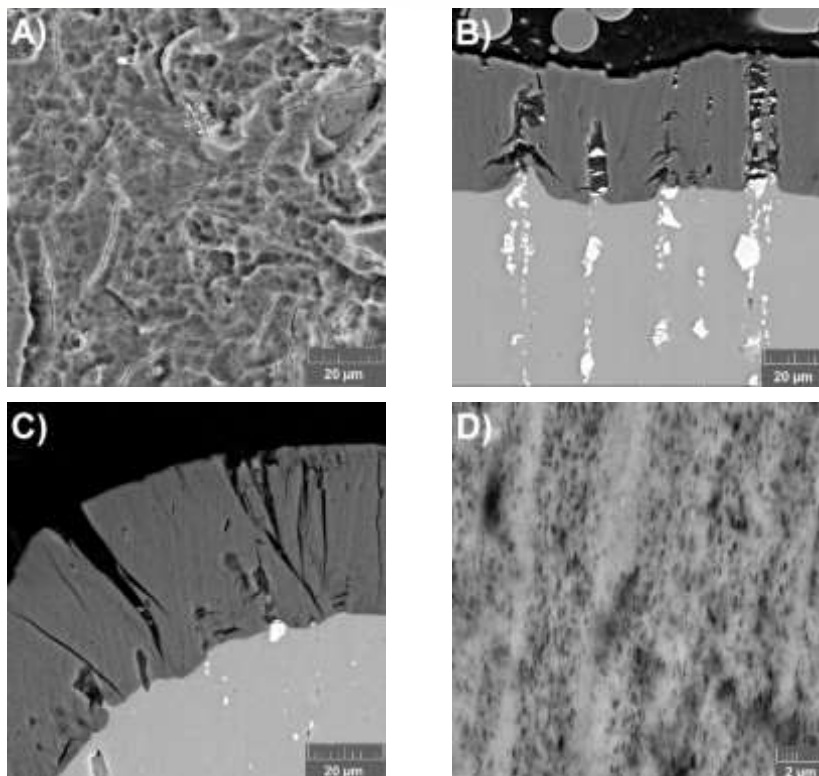
EN AW 7075	Povrchová tvrdost (HV 1)	Mikrotvrdost (HV 0.1)	AO vrstva (μm)
ZM	194±3	179±4	-
ZM-AO	304±13	329±60	42,9±1,4

Povrchová tvrdost základního materiálu dosahovala hodnot 194±3 HV 1 (ZM) po aplikaci AO vzrostla na 304±13 HV 1 (ZM-AO). Dosažená povrchová tvrdost anodicky oxidovaného povrchu odpovídala horní hranici pro ozdobně-ochrannou AO (250 až 300 HV 1) a nedosahovala ani spodní hranice tvrdosti (400 až 800 HV 1) obecně dosahované při tvrdé AO dle autorů [[16]]. I přes možné snížení povrchové tvrdosti tvrdé AO povrchu hliníkové slitiny způsobené utěsněním, je spíše možné pokládat tuto AO vrstvu za ozdobně-ochrannou. Měření mikrotvrdosti na metalograficky připravených příčných řezech AO vrstvy vykazovalo zvýšení rozptylu hodnot, jak dokládá obrázek 3 a tabulka 1.



Obr. 3: Měření mikrotvrdosti – ve směru podélném AO vrstvou na příčném výbrusu (vzorek ZM-AO)

Zvýšený rozptyl hodnot mikrotvrdosti AO vrstvy byl způsoben poruchami v AO vrstvě, jako jsou trhliny, póry a dutiny po rozpuštěných částicích intermetalických fází a samotnými intermetalickými částicemi zachycenými ve struktuře kolumnárního oxidu hlinitého Al_2O_3 (obrázek 4 A až D), které byly rovněž dokumentovány autory [[9], [17]].



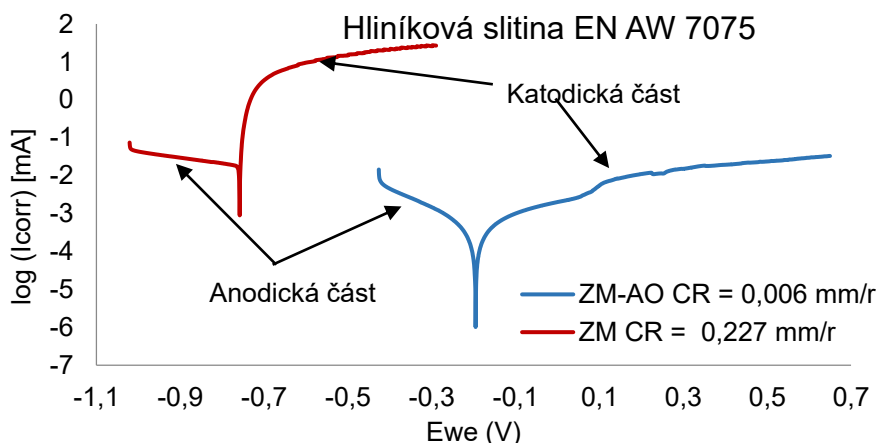
Obr. 4: REM (BSE) zobrazení AO vrstvy:

- A) Morfologie povrchu AO vrstvy – trhliny a dutiny;
 B) Částice intermetalické fáze zachycené v AO vrstvě a vzniklé dutiny po rozpuštěných intermetalických částicích,
 C) trhliny v AO vrstvě v oblasti hrany;
 D) Kolumnární struktura oxidu Al_2O_3 tvořící AO vrstvu (REM-BSE, LIRA3 TESCAN)

Korozní chování

Pro ověření korozního chování hliníkové slitiny EN AW 7075 ve stavu po umělém stárnutí (ZM) a po aplikaci anodické oxidace (ZM-AO) byla použita metoda anodické potenciodynamické polarizace (APP) na připravených vzorcích o konečném rozměru $\varnothing 15 \times 5$ mm s měřenou plochou vzorku $0,865 \text{ cm}^2$. APP testy byly provedeny s následujícím nastavením: posun potenciálu $dE/dt = 0,166 \text{ mV/s}$, $E_i = -0,25 \text{ V}$, $E_L = 2 \text{ V}$, $I_p = 25 \text{ mA}$, rozsah $E = (-2 \text{ V}; 2 \text{ V})$ při pokojové teplotě v odvědušeném neutrálním roztoku 2,5% NaCl. Jako protielektroda byla použita (SCE) přesycená kalomelová elektroda [[18]]. Na zaznamenané křivky byla aplikována metoda Tafelovy extrapolace a následně byly vypočteny rychlosti koroze CR (mm/r).

Záznam polarizačních křivek uměle stárnuté slitiny (ZM) a slitiny s anodicky oxidovaným povrchem (ZM-AO) jsou vyobrazeny na obrázku 5. Naměřené a vypočítané hodnoty korozních potenciálů, korozních proudů a polarizačních odporů jsou dále shrnuty v tabulce 2.



Obr. 5. Polarizační křivky uměle stárnuté slitiny EN AW 7075 (ZM) a anodicky oxidovaná slitina (ZM-AO), (Biologic SP 150, EC-Lab V11.10.)

Tab. 2: Výsledky anodických potenciodynamických korozních testů (APP)

EN AW 7075	E _{kor} (mV vs. SCE)	I _{kor} (μA)	R _p (Ohm)	CR (mm/r)
ZM	-776,55	19,30	371	0,227
ZM-AO	-202,79	0,49	85 331	0,006

Vykreslené potenciodynamické křivky demonstrují příznivý účinek AO hliníkové slitiny EN AW 7075. Počáteční hodnota E_{kor} = -776,55 mV pro uměle stárnutou slitinu (ZM) se po anodické oxidaci povrchu (ZM-AO) posunula k pozitivním hodnotám na hodnotu E_{kor} = -202,79 mV. Nicméně samotná hodnota korozního potenciálu E_{kor} (mV) není dostatečná k posouzení korozního chování a korozní odolnosti. Je dobře známo, že koroze je řízena rychlostí lineární změny potenciálu s celkovým anodickým proudem I_{kor} (μA) nebo s celkovou proudovou hustotou i_{kor} (μA/cm²) podle Faradayova zákona, odpovídající anodické a katodické části.

Tafelovy konstanty β_a (mV) pro anodickou větev a β_c (mV) katodickou větev jsou určeny ze získaných polarizačních křivek (obrázek 5). Příznivý účinek AO vrstvy je také dokumentován současným poklesem celkových korozních proudů na hodnotu I_{kor} = 0,49 μA z počáteční hodnoty I_{kor} = 19,3 μA pro ZM vzorek a významným zvýšením hodnoty polarizačního odporu na R_p = 85 331 Ohm z počátečního R_p = 371 Ohm (ZM), jak je uvedeno v tabulce 2. Zásadní roli hrály intermetalické částice v uměle stárnuté slitině EN AW 7075 a také tyto částice přítomné v AO vrstvě. Tyto částice intermetalické fáze o různé velikosti a hustoty jsou charakterizovány odlišnou elektrochemií vzhledem k tuhému roztoku α, jak bylo zkoumáno již jinými autory [[15]]. Část těchto intermetalických částic je polarizována anodicky (MgZn₂, Mg₂Si) nebo katodicky (Al₇Cu₂Fe, Al₃Fe a Al₂CuMg) vzhledem k tuhému roztoku α tedy i s odlišnou interakcí s tuhým roztokem α. Předpokládá se, že anodicky polarizované částice se anodicky rozpouštějí. Katodicky polarizované částice, podporující především redukci kyslíku, jsou zodpovědné za rozpouštění tuhého roztoku α v jejich blízkosti. Tyto částice podporují lokální katodickou korozi, rozvíjejí důlkovou korozi a následně zvyšují citlivost k únavovému praskání. Vypočtená rychlost koroze tedy pro hliníkovou slitinu uměle stárnutou (ZM) dosáhla hodnoty CR = 0,227 mm/r a pro slitinu anodicky oxidovanou (ZM-AO) pouze CR = 0,006 mm/r.

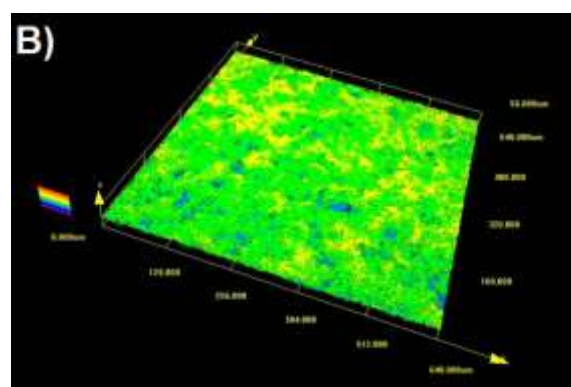
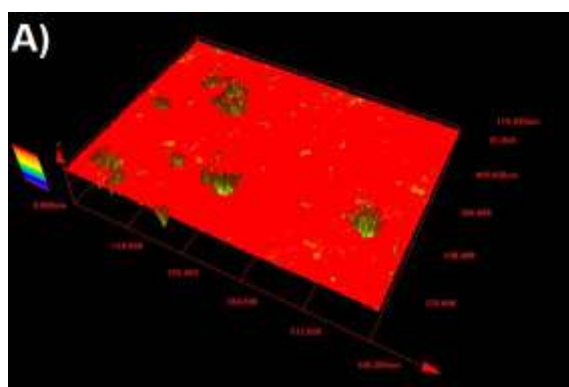
Stav povrchu po elektrochemických korozních testech

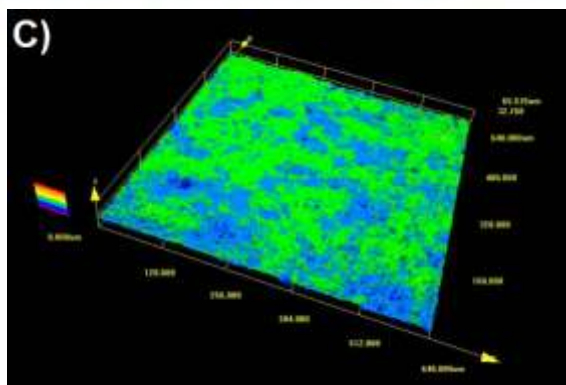
Na obrázku 6 je dokumentován povrch uměle stárnuté slitiny EN AW 7075 a anodicky oxidované slitiny po APP testech. Důlková korekce byla vyhodnocena pomocí konfokální laserové skenovací mikroskopie LEXT OLS 3000 a byl vypočítán faktor bodové koroze (FBK), jak je shrnuto v tabulce 3. FBK byl vypočítán postupy dle normy ISO 11463 jako poměr nejhlubšího důlku k průměrné hloubce 10 měřených důlků. FBK hodnoty 1 indikuje obecnou formu koroze a se zvýšenou hodnotou důlkového faktoru je důlková koroze výraznější.

Tab. 3: Vyhodnocení důlkové koroze a faktor bodové koroze (FBK)

EN AW 7075	Hloubka důlku			FBK (-)
	Min. (μm)	Max. (μm)	Ø (μm)	
ZM	20,7	57,0	41,8	1,36
ZM-AO	14,6	16,3	15,6	1,01
ZM-AO před APP	11,6	15,5	13,8	-

Elektrochemické korozní zkoušky prokázaly významné zlepšení sledovaných charakteristik po aplikaci anodické oxidace uměle stárnuté hliníkové slitiny EN AW 7075 (viz obrázek 6 A a B a tabulka 3). Průměrná hloubka důlků v povrchu hliníkové slitiny bez AO (ZM) dosáhla 41,8 μm a vypočtený FBK = 1,36. Jak bylo zdokumentováno, AO výrazně snížila rozsah důlkové koroze. Na druhou stranu povrchy AO hliníkové slitiny před a po elektrochemických zkouškách vykazovaly téměř identickou topografií ve smyslu hloubky pórů (před APP) a hloubky důlků (po APP), viz obrázky 6 B a C. Průměrná hloubka důlků u AO slitiny dosáhla pouze hodnot 15,6 μm a vypočtený FBK = 1,01 po APP, typické pro plošnou formu koroze. Velmi nízká hodnota CR = 0,006 mm/r a PF = 1,01 po aplikaci AO demonstrují, že AO vrstva díky vysoké stabilitě platí, za nastavených podmínek, jako účinná bariéra proti vlivu použitého prostředí.





Obr. 6: 3D morfologie povrchu hliníkové slitiny EN AW 7075:
A) Bez AO (ZM) po APP;
B) S AO vrstvou po APP; C) S AO vrstvou před APP (Olympus LEXT OLS 3000)

Závěr

Snížená korozní odolnost precipitačně vytvrditelné (uměle stárnuté) hliníkové slitiny EN AW 7075 je negativně ovlivněna přítomností částic intermetalických fází. Množství (objemový podíl), distribuce, chemické složení, a velikost těchto částic je přímo závislá na procesu tepelného zpracování materiálu. Některé z těchto intermetalických částic jsou polarizovány anodicky ($MgZn_2$, Mg_2Si) a některé katodicky (Al_7Cu_2Fe , Al_3Fe a Al_2CuMg). Mimo tyto běžně popisované intermetalické fáze byly ve struktuře slitiny dokumentovány i komplexnější intermetalické sloučeniny na bázi Al-Zn-Cu-Mg-Si-Fe a Al-Fe-Si-Cr-Cu-Mn-Zn. Zkoumaná slitina EN AW 7075 byla pro zlepšení korozní odolnosti anodicky oxidována, tzn. částice intermetalické fáze se následně vyskytují i ve vytvořené AO vrstvě.

Přítomnost intermetalik ve struktuře uměle stárnuté slitiny vedla ke zvýšené korozní rychlosti $CR = 0,227$ mm/r a vypočteným $FBK = 1,36$. Nicméně výrazných změn v korozních chování bylo dosaženo aplikací anodické oxidace této slitiny. Anodickou oxidací povrchu došlo k posunu korozního potenciálu ke kladnějším hodnotám na hodnotu $E_{kor} = -202,79$ mV, snížení $I_{kor} = 0,49$ μA , výraznému zvýšení polarizačního odporu na $R_p = 85\,331$ Ohm. Celková korozní rychlost po anodické oxidaci klesla na hodnotu $CR = 0,006$ mm/r a hodnota FBK na 1,01.

Poděkování

Článek vznikl za finanční podpory projektů "VAROPS (DZRO VAROPS FVT3) Vojenské autonomní a robotické systémy", "AIROPS (DZRO AIROPS FVT1) Vedení operací ve vzdušném prostoru", MO AČR.

Použitá literatura

- [1] D. Liu, H.V. Atkinson, P. Kapranos, W. Jirattiticharoean, a H. Jones, *Materials Science and Engineering*, A 361 (2003).
- [2] S. K. Das, a J. G. Kaufman, v *Aluminum Alloy for Transport, Packing, Aerospace, and Other Application*, s. 61-72, TMS, Pittsburgh (2007).
- [3] E. A. Starke, Jr., a J. T. Staley, v *Prog. Aerospace Science.*, 32 (1996).
- [4] W. S. Miller, L. Zhuang, J. Bottema, A. J. Wittebrood, P. De Smet, A. Haszler, a A Vieregge, v *Materials Science and Engineering*, A280 (2000).
- [5] EN AW 7075 (AlZnMgCu1,5). [online] Alunet, 2021[cit. 2021-10-13]. Dostupné z: <http://www.alunet.cz/ENAW-7075>
- [6] Y. Liu, J. M. C. Mol, G. C. A. M. Janssen, v *Journal of Bio - and Tribo-Corrosion*, 2 (9) (2016).
- [7] J. K. Park, v *Materials Science and Engineering: A*, 103 (2), (1988). P. Huang, K. H. Chen, S. Li, a M. Song, v *Scripta Materialia*, 56 (2007).
- [8] J-F. Li, Z-W. Peng, Ch-X. Li, Z-Q. J, W-J Chen, a Z-Q. Zheng, v *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, 18 (2008).
- [9] M. Remešová, S. Tkachenko, D. Kvarda, I. Ročňáková, B. Gollas, M. Menelaou, L. Čelko, a J. Kaiser, v *Applied Surface Science*, 315 (2020).
- [10] G. E. Thompson, G. C. Wood, v J. C. Scully (Ed) *Treatise on Materials Science and Technology*, 23, Academic Press, London (1983).
- [11] L. E. Fratila-Apachitei, F. D. Tichelaar, G. E. Thompson, H. Terry, P. Skeldon, J. Duszczyk, a L. Katgerman, v *Electrochimica Acta*, 49 (2004).
- [12] F. Snogan, Ch. Blanc, G. Mankowski, a N. Pébère, v *Surface and Coatings Technology*, 154 (2002).
- [13] M. Shahzad, M. Chaussumier, R. Chieragatti, C. Mabru, a F. Rezai-Aria, v *Materials and Design*, 32 (2011).
- [14] L. Katgerman, D. Eskin, *Hardening, annealing, and ageing*, v *Handbook of Aluminum*, G. E. Totten and D. S. MacKenzie, editors, 1, s. 259–303, Marcel Dekker; USA (2003). L. Garcia-Garcia, I. Dominquez-Lopez, L. Lopez-Jimenez, a J. D. O. Barceinas-Sanchez, v *Materials Characterization*, 87 (2014).
- [15] M.K.Cavanaugh, R.G. Buchheit, N. Birbilis, v *Engineering Fracture Mechanics*, 76 (2009).
- [16] V. Kreibich a J. Kuchař. Chyby při procesu anodické oxidace Al a jeho slitin.[online] v *Povrcháři*, 1 (2021), s. 6-11. [cit. 2021-10-28]. Dostupné z: <http://www.povrchari.cz>
- [17] R. Morgenstern, A. Martin, N. Lehnert, I. Scharf, M. Hackert-Oschätzchen, A. Schubert, a T. Lampke, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 480 (2019).
- [18] P. Faltejsek, D. Kusmic and O. Cech, na 28th International Conference on Metallurgy and Materials (Metal 2019), s. 1016-1021, Tangerang 2019 (2019).

Stříbření

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

1. Charakteristika stříbra

Stříbro je lesklý bílý kov. Ze všech kovů má největší odrazivost pro viditelné světlo, a také nejlepší elektrickou a tepelnou vodivost. Je také poměrně měkké, tvrdost metalurgicky vyrobeného stříbra je 27 HV. Z chemického hlediska je stříbro rozpustné v oxidujících kyselinách (např. v kyselině dusičné) a za přítomnosti kyslíku v roztocích alkalických kyanidů. Jinak je vůči běžným kyselinám a hydroxidům netečné. V prostředí suchého a čistého vzduchu je stříbro stálé, přítomnost sirných sloučenin se ale povrch stříbra zbarvuje černě tvorbou sulfidu.

2. Oblast použití, základní materiály

Použití stříbra je vzhledem k jeho vlastnostem rozsáhlé. Uplatnění nachází jak ve své čisté formě, tak i ve slitinách s jinými kovy. Namátkou můžeme zmínit elektrotechniku (elektrické kontakty, pájky, elektrické akumulátory a články apod.), optiku (povrchová vrstva optických zrcadel), použití jako platidla, v klenotnictví, fotografii, zdravotnictví atd. Stříbro je využíváno jak ve formě základního materiálu, tak i jako povrchová úprava materiálů jiných.

Volba základních materiálů vychází z oblasti použití finálních výrobků. V elektrotechnice se např. nejčastěji používá měď nebo hliník a jejich slitiny. V jiných aplikacích (např. v gastronomii) je často používána korozivzdorná ocel nebo alpaka.

3. Vylučování stříbra

Stříbrné povlaky lze vylučovat jak chemicky, tak i elektrochemicky.

Chemické stříbrící lázně mohou pracovat buď na principu výměny iontů nebo na bázi autokatalytické chemické reakce.

První způsob slouží k vylučování velmi tenkých stříbrných vrstev (asi 0,1 μm) na mědi a jejích slitinách a proces vylučování se zastaví v okamžiku, kdy je celý povrch pokrytý stříbrem a měď se již nemůže účastnit chemické reakce. Lázně pracují obvykle při běžné teplotě prostředí a využívají se nejčastěji při výrobě desek plošných spojů.

Druhý způsob se využívá hlavně při pokovení nevodivých materiálů (keramika, sklo, plasty apod.) a využívá se hlavně v oblastech elektrotechniky nebo záznamových médií. Vylučování stříbra probíhá po smísení základního roztoku a roztoku redukčního. Oba roztoky se přivádějí (např. tryskami) na stříbřený povrch, kde dojde k jejich smísení a následné chemické reakci spojené s vyloučením stříbra. Pro správný průběh chemické reakce je obvykle potřebná vyšší teplota (přibližně 60 °C).

Lázně pro elektrochemické (galvanické) vylučování stříbra jsou nejčastěji založeny na kyanidové bázi. Stříbro je přítomno ve formě kyanidového komplexu, lázeň dále obsahuje volný kyanid, během provozu vznikající potaš (reakcí vzdušného CO_2 s volným kyanidem) a přísady potřebné pro vylučování stříbrného povlaku požadovaných vlastností. Při stříbření jsou používány anody z čistého stříbra, jejich rozpouštěním je doplňován úbytek kovu v lázni. Anody musí mít vysokou čistotu a nesmí obsahovat olovo, síru, železo selen a telur. Tyto nečistoty vytvářejí na anodách při vyšších proudových hustotách špatně vodivé pasivující vrstvy, které brání průchodu proudu. Stejně vrstvy vznikají i v případě, kdy je obsah volného kyanidu příliš nízký. Během delších odstavek je vhodné anody z lázně vyjmout, protože za přispění vzdušného kyslíku dochází i bez průchodu proudu k jejich samovolnému rozpouštění a nechtěnému zvyšování koncentrace stříbra v lázni. Galvanické lázně tohoto typu pracují při běžné teplotě prostředí. Používají se proudové hustoty v rozsahu 0,5 až 1,5 A/dm^2 , vylučovací rychlost stříbra je pak asi 0,6 $\mu\text{m}/\text{minutu}$.

Stříbrné vrstvy vylučované ze základního elektrolytu bez přísad jsou matné. Pro dosažení lesklých stříbrných povlaků byly v minulosti vyvinuty přísady, které umožňují vylučování stříbrných povlaků s vysokým leskem. Tyto přísady bývají formulovány na bázi sloučenin síry (anorganické i organické), sloučenin selenu a teluru nebo kovů 4. a 5. skupiny periodické soustavy prvků. Použití kovů 4. a 5. skupiny periodické tabulky má kromě vlivu na lesk povlaků stříbra vliv také na jejich tvrdost, která se zvyšuje. Výhodou také je, že při teplotě takových povlaků zůstává tvrdost zachována. To při použití sloučenin síry neplatí. Tvrdost dosažená po pokovení teplotami o něco klesne. Klesá i při skladování za běžných podmínek. Nevýhodou použití sloučenin kovů pro tvorbu lesků je, že se spoluvylučují se stříbrem, a kromě změny vzhledu povlaku do ocelově šedé klesá také jeho vodivost.



Obr. 1a: leskle pracující stříbrící lázeň, leskutvorná přísada na bázi sloučenin síry



Obr. 1b: leskle pracující stříbrící lázeň, leskutvorná přísada na bázi sloučenin antimonu

Podle Beketovovy řady kovů je stříbro ušlechtlejší než kovy běžně používané jako základní materiál stříbřených dílů. Aby se zamezilo cementaci stříbra při ponoření dílů do stříbřicí lázně a byla zajištěna jeho dobrá přilnavost, používá se před vlastním stříbřením tzv. předstříbření. Předstříbřicí lázeň neobsahuje žádné přísady, koncentrace stříbra se pohybuje kolem 2 g/l. Doba pokovení je krátká, v rozsahu 5–60 sekund (závěsové nebo bubnové pokovení). Vyloučená vrstva je velmi tenká.

4. Typy stříbřících lázní

Povlaky stříbra lze vylučovat galvanicky i bezproudově. Elektrolyty pro galvanické vylučování mohou být jak kyanidové, tak i bezkyanidové.

Lázně pro běžné lesklé stříbření obsahují stříbro ve formě kyanostříbrnanu draselného, volný kyanid draselný, potaš a potřebné přísady pro vylučování lesklých povlaků. Koncentrace stříbra se pohybují okolo 30 g/l, volného kyanidu má být minimálně 150 g/l, obsah potaše by neměl překročit hodnotu 100 g/l. Jako zástupce z nabídky firmy Schlötter lze uvést např. lázeň ELFIT 73, SLOTSIL BS 1590 nebo v případě požadavku na „tvrdé“ stříbro lázeň ALTIX.

Variantou těchto lázní jsou stříbřicí lázně s vysokou vylučovací rychlostí, které jsou používány při průběžném pokovování. Oproti běžným stříbřícím lázním pracují s vyšší koncentrací stříbra a při vyšší teplotě. Lze používat proudové hustoty do 25 A/dm² a vylučovací rychlost může dosáhnout hodnot až 10 μm/min. V této oblasti nabízí firma Schlötter např. lázeň SLOTSIL BSH 1500.

Pro selektivní stříbření lze použít lázeň bez volného kyanidu. Ten je nahrazen fosfátem, provozní teplota je v rozmezí 55 až 70°C. Používají se anody z platinovaného titanu a leskotvorná přísada obsahuje sloučeniny prvků 6. skupiny periodické soustavy.

Byly vyvinuty i bezkyanidové elektrolyty. Jako příklad můžeme uvést stříbřicí elektrolyt na bázi thiosíranu. Elektrolyt pracuje při běžné teplotě a při proudové hustotě 1 A/dm². Elektrolyty na bázi jodidu, pyrofosforečnanu nebo etylendiaminu se neprosadily.

U lázní pro bezproudé vylučování stříbra je potřebné rozlišovat mezi láznemi pracujícími na základě výměny iontů a láznemi založenými na autokatalytické reakci.

První typ lázní může být na kyanidové (stříbro jako dikyanostříbrnan) i bezkyanidové (stříbro ve formě metansulfonátu) bázi. Pracují při běžné teplotě a vyloučený povlak stříbra je velmi tenký. Typickým představitelem z nabídky firmy Schlötter je lázeň SLOTOCHEM AG 10.

Autokatalyticky pracující stříbřicí lázně obsahují stříbro ve formě kyanidového nebo amoniakálního komplexu, redukční látka se volí podle typu materiálu, na kterém má být stříbro vyloučeno (organické sloučeniny boru, formaldehyd, hydrazin, ...).

Slitinové stříbřicí lázně byly také předmětem početných zkoušek, v praxi se ale příliš nepoužívají. Zde lze krátce zmínit slitinovou lázeň stříbro-palladium (50Ag/50Pd). Ve slitině obsažené palladium zlepšuje odolnost stříbra proti nabíhání. Současně se zvyšuje tvrdost povlaku a odolnost proti otěru. Tento slitinový povlak je vhodný pro pokovení kontaktů konektorů.

Za slitinové povlaky lze také považovat stříbrné vrstvy vyloučené z lázní, kde jako byla jako leskutvorná přísada použita sloučenina kovů z 4. a 5. skupiny periodické soustavy. Koncentrace kovů ve stříbře jsou ale nízké.

Stříbro lze také vylučovat jako disperzní povlak s v lázni nerozpustnou složkou. Jako příklad lze uvést např. povlak stříbro-grafit. Zabudováním grafitových zrn do povlaku stříbra lze dosáhnout žádanou měnu tribologických vlastností. Povlak si zachovává vodivost stříbra a mechanické vlastnosti se blíží vlastnostem povlaků zlata.

5. Ochrana proti nabíhání

Stříbro je citlivé vůči působení okolní atmosféry znečištěné sirovodíkem a jinými sloučeninami síry. Reakcí se povrch stříbra pokrývá tzv. náběhovou vrstvou a vzniklé sloučeniny negativně ovlivňují jak dekorativní vzhled stříbra, tak i u technických povlaků silně zvyšují hodnotu přechodového odporu. Snahy o zvýšení odolnosti stříbra jsou doposud málo úspěšné a je proto potřebné aplikovat postupy pro následnou úpravu. Ochranné vrstvy na stříbře mohou být vytvořeny různými způsoby:

- organické povlaky, laky – původně používané na vzduchu schnoucí laky byly nahrazeny laky vypalovacími, které jsou odolnější a tvrdší
- chromátové vrstvy – nanášejí se ponorem v roztoku obsahujícím sloučeniny Cr(VI) nebo kyselinu chromovou. Vytvoření chromátové vrstvy lze zlepšit katodickou polarizací výrobků. Chromátová vrstva je prakticky neviditelná, její mechanická odolnost je ale malá.
- oxidické vrstvy – jsou na povrch nanášeny kataforeticky z vodných roztoků oxidů kovů 3. až 5. skupiny periodické tabulky. Všechny tyto vrstvy poskytují pouze dočasnou ochranu.
- kovové vrstvy – pro dekorativní účely je rozšířené použití rhodia (0,05-0,1 μm), které lze využít také při ochraně kontaktů. Zde je používán také cín. Výhodou je, že tyto kovové vrstvy neovlivňují elektrickou vodivost stříbra.
- thiolové vrstvy – nanášejí se z vodných emulzí thiolových sloučenin. Poskytují dobrou ochranu proti nabíhání, ale ovlivňují koeficient tření.

6. Závěr

Stříbro nachází široké použití jak v oblasti dekorativních povlaků při výrobě bižuterie, tak i v technické oblasti s využitím především v elektrotechnice. Tato přednáška přináší pouze obecný přehled o vlastnostech stříbrných povlaků, možnostech jejich vylučování a následné ochraně před nepříznivými vlivy prostředí. Detailnější informace v závislosti na požadované aplikaci Vám rádi poskytneme.

Literatura

- [1] Materiály firmy SCHLÖTTER GALVANOTECHNIK, Geislingen, Německo
- [2] Dipl. Ing. Bernhad Gaia, Do. Dr. Ing. Kurt Aßmann, Technologie der Galvanotechnik, Erste Auflage, EUGEN G. LEUZE VERLAG, SAULGAU/WÜRTT, 1996

Certifikované technologie lepení v průmyslu

Ing. Viktor Kreibich, Ph.D., – WAtech a.s.

Technologie lepení

Technologie lepení nabývají v průmyslové výrobě stále více na významnosti. Úspěšně doplňují a v řadě aplikací již zcela nahrazují konvenční **technologie spojování**. Rozšíření tohoto průmyslového odvětví je podpořeno nejen dostupností a vývojem širokého portfolia materiálů pro lepení, ale i nabídkou kvalitních aplikačních zařízení a komponent pro tyto materiály. Tyto **progresivní technologie lepení** nabývají na významnosti i vzhledem k možnostem automatizace a řízení procesů ve výrobě **lepených spojů**. Vzhledem k výhodám lepeného spoje oproti konvenčním technologiím spojování lze předpokládat, že tento rostoucí trend výroby v průmyslu bude dále pokračovat.

Výrazné zastoupení technologií lepení lze nalézt především ve výrobě dopravních prostředků. Nejen v segmentu automobilového a leteckého průmyslu, ale ve všech firmách zabývajících se výrobou a opravami kolejových vozidel.

Technologie	Fabia II	Fabia III	Δ
Svařovací body [ks]	3 820	3 884	+64
Tavné svařování MAG[mm]	3050	1 658	-1 392
Pájení MIG[mm]	1 115	903	-212
Laserové pájení a svařování [mm]	4 398	4 425	+27
Lepení [mm]	27 657	35 399	+7 742

Příklad rostoucího trendu technologií lepení v automobilovém průmyslu. (Zdroj Škoda Auto)

Normy

Obecně pro lepení v průmyslu je nyní v platnosti norma **DIN 2304**, která shrnuje **kvalitativní požadavky na výrobu lepeného spoje**. Z hlediska potenciálních bezpečnostních rizik a škod vzniklých eventuální poruchou lepeného spoje a náročností na příslušné odborné školení personálu dozoru procesu výroby je tato norma klasifikována čtyřmi kategoriemi S1 až S4, kde S1 je třída s nejvyšším nárokem na bezpečnost.

Norma DIN 2304 posuzuje proces lepení komplexně, přičemž návrh celé výroby lepeného spoje vychází z jednotlivých dílčích kroků: obecných principů lepení, plánování celé výroby, výběr vhodného materiálu požadovaných vlastností, konstrukce lepeného spoje, volby vhodného lepidla, přípravy povrchu, hledisek bezpečnosti a rizik ve vztahu k výslednému produktu, požadavků na přípravu výrobního pracoviště až po vlastní výrobu lepeného spoje.

Obecně je potřeba výrobu lepeného spoje zajistit tak, aby byl proces lepení **stabilní** a výsledek výroby **reprodukovatelný**. Vzhledem k tomu, že pouze metody nedestruktivního testování neumožňují rozpoznat potenciální defekty lepeného spoje, které se mohou projevit především později při reálném zatížení v provozu, patří technologie lepení mezi tzv. speciální procesy. Pro technologii lepení je tedy potřeba mít vhodné nástroje pro **kontrolu kvality** všech částí výroby a tím snížit rizika výskytu defektů lepeného spoje na minimum.

Na **lepení v segmentu kolejových vozidel** a jejich částí se nyní vztahuje norma **DIN 6701**. Výrobní firmy, které pro tuto oblast průmyslu zajišťují výrobu lepeného spoje, již podléhají nutné certifikaci dle této normy. Komplexní proces lepení je interně dozorován proškolenými pracovníky a externě ověřován a auditován dle příslušné kategorie.

Z hlediska bezpečnosti a potenciálních materiálových škod souvisejících bezprostředně s riziky lepení vyráběného dílu jsou definovány čtyři kategorie, a to A1 až A3 a Z. Všechny oficiálně certifikované společnosti jsou evidovány v Evropské databázi.

Jedním z hlavních důvodů pro tuto již povinnou certifikaci tohoto výrobního segmentu je dlouhodobě plánovaná životnost a s tím související vyžadovaná bezpečnost kolejových vozidel v řádu desítek let oproti například výrobě automobilů nebo jiné průmyslové výrobě. Z toho je i odvislá hodnota těchto výrobků.



Certifikované lepení v segmentu kolejových vozidel dle DIN 6701.

V tomto segmentu je kladen vysoký důraz nejen na proces lepení a zajištění jeho dostatečné stability a reprodukovatelnosti výroby. Používá se zde i termín „**robustnost lepicího procesu**“ a dbá se přísně na možná rizika, která přímo nebo nepřímo mohou výslednou kvalitu lepení ovlivnit. Ve výrobě lepeného spoje je také důležitá a časově velmi náročná fáze přípravy pro vlastní lepený spoj, která může konečný výsledek kvality zásadně ovlivnit.

Příprava povrchu



Stabilita a reprodukovatelnost procesu lepení.

Zásadním předpokladem pro úspěšné lepení je nejen volba lepicího systému, vhodného pro danou aplikaci, tedy substrátu a lepidla, ale konečný vliv na kvalitu provedeného spoje má především správně připravený povrch tohoto substrátu tak, aby byly splněny podmínky adheze po celou dobu životnosti lepeného spoje. Kromě požadované čistoty a smáčivosti povrchu je důležitá i přítomnost aktivních funkčních skupin na povrchu substrátu, které jsou zodpovědné za fyzikální a chemické interakce mezi povrchem a nanášeným materiálem. Zásadním smyslem a cílem přípravy povrchu je zvýšit povrchové napětí substrátu. Pro lepení se udávají hodnoty požadované povrchové energie často nad $45 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$.

Pro vhodnou přípravu povrchu substrátů před lepením se využívají různé metody nebo jejich kombinace založené na chemických a fyzikálních principech.

Mechanickými předúpravami povrchu docílíme **zvýšení drsnosti povrchu**, a tedy i kontaktní plochy pro lepší ukotvení lepidla do vzniklých pórů, nicméně povrchová energie vlastního substrátu se v podstatě nezmění. Aplikace lepidel v průmyslové výrobě bezpodmínečně vyžadují **čisté prostředí** a definované podmínky a je tedy nutné tyto mechanické operace předúprav povrchů substrátů spojených s produkcí prachu jako např. broušení, tryskání vykonávat k tomu určených prostorech mimo prostory určené k vlastnímu lepení.

Chemické úpravy povrchu jako např. odmaštění, moření nebo použití tzv. primerů aktivují významně povrch substrátu pro lepení. Dochází nejen ke změně morfologie, ale i ke zvýšení energie povrchu.

Volbou **vhodného primeru** pro daný lepicí systém se docílí jednak jeho dobré fixace na povrch substrátu, a také díky nově vytvořené morfologii povrchu po správné aplikaci primeru a vzhledem ke specifickým funkčním skupinám, které obsahuje, je zaručena výborná adheze daného lepidla k primeru. Vzniká zde pevná chemická vazba mezi povrchem a lepidlem. Navíc primer může zabránit i korozi substrátu pod nanášeným lepidlem a tím zabránit porušení adheze lepeného spoje šířící se korozi na vlastním substrátu.

Mezi fyzikální metody, které umožňují jak očištění povrchu od stopových nečistot, tak i zvýšení energie vznikem specifických aktivních skupin a dipólů na povrchu, patří **úprava plasmou**. Tato technika předúpravy povrchu je velmi rychlá a efektivní a lze s výhodou použít bezprostředně před lepením tzv. „online“. Lze ji tedy s výhodou zařadit i do plně automatizovaných linek lepení.



Úprava povrchu plazmou. (Zdroj Plasmatreat)

Lepidla

V současné době existuje na trhu velké množství různých lepidel a tmelů, navíc stále probíhá vývoj nových typů materiálů nebo stávající se modifikují za účelem získání specifických vlastností pro uplatnění v různých aplikacích lepených spojů.



Ruční aplikace 1K polyuretanu s urychlovačem vytvrzení.

Jedno ze základních hledisek volby vhodného materiálu je požadavek na zatížení lepeného spoje. Pokud vyžadujeme určitou pevnost vytvořeného spoje, hovoříme o **lepení**. Pro návrh vhodného lepeného spoje je třeba zohlednit podmínku, aby jeho reálné zatížení v provozu bylo vždy nižší než maximální možné zatížení zjištěné konstrukčním výpočtem. Na pevnost spoje z dlouhodobého hlediska má výrazný vliv i změna vlastností lepidla jeho stárnutím. Pokud se jedná o nanášení materiálu bez požadavku na silové zatížení, např. zatěsnění nebo vyplnění nějakého prostoru na substrátu, mluvíme o **tmelení**. Typickým příkladem aplikace tmelení je např. zalévání elektroniky nízkoviskozními materiály. Přesto společnou a důležitou vlastností obou jmenovaných systémů aplikace materiálů je jejich **adheze** k povrchu, která je vždy nutnou podmínkou certifikovaného průmyslového lepení. Adheze je nutné ověřovat příslušnými normovanými destruktivními metodami.

Pro lepicí systémy, kde je použito např. různých substrátů s rozdílnou teplotní roztažností, je vyžadována volba materiálu s možností dilatace ve spoji, aby nedošlo k adhezivnímu nebo koheznímu porušení. Jako vhodný typ materiálu je zde s výhodou

využito elastomeru, který navíc plní i pevnostní požadavky na spoj. Pro volbu materiálu je nutné dále uvažovat působení vnějšího prostředí, které by mohlo způsobovat degradaci spoje, jako UV záření, teplota a její rychlé změny, vlhkost, přítomnost chemických látek atd. Proto i testy stárnutí je potřeba přizpůsobit celkově reálným podmínkám lepicího systému.

Příkladem lepidel s elastickými vlastnostmi mohou být **polyuretany, MS polymery nebo silikony**. Pracovní oblast těchto elastomerů je nad teplotou jejich skelného přechodu.

Pro lepení, kde je vyžadována vysoká pevnost spoje, se nabízejí strukturální lepidla s vysokou hustotou zesíťování výsledného polymeru. Obecně platí, že tento typ lepidel má po vytvrzení výrazně nižší houževnatost. Příkladem mohou být **2K Epoxidy** nebo také **2K Polyuretany**. Pracovní oblast těchto strukturálních lepidel se pohybuje pod teplotou skelného přechodu. Tuto teplotu a tedy i vlastnosti lepidla je možné do jisté míry také ovlivnit podmínkami vytvrzování při vzniku 3D sítě výsledného polymeru.

Kvalita

V průmyslovém lepení má na kvalitu a spolehlivost výroby nezanedbatelný vliv i kvalita a stav lepicího zařízení popřípadě celé technologie lepení. Je principiálně lhostejné, zda se jedná jen o relativně jednoduché aplikační zařízení např. pro ruční nanášení 1K lepidla, nebo o komplexní linku lepení s vysokým stupněm automatizace integrované do výrobního řetězce včetně např. zajištění vhodných předúprav povrchu lepeného dílu, či následné manipulace a kompletace slepeného celku.



Příprava vzorků a testování lepených spojů v čisté místnosti.

celý proces předání funkčního celku do výroby a případné nedostatky, rizika a další neplánované časové a finanční náklady se tak omezí na minimum.

Pro kvalitu a stabilitu výroby lepeného spoje je velmi důležité uvážit i četnost provozního využívání dodané technologie a vzhledem k tomu nastavit její pravidelnou inspekční, záruční a pozáruční kontrolu dodavatelem, tedy odbornou firmou již od počátku realizace celého projektu.

Doporučuje se též nepodcenit pravidelnou běžnou údržbu vybavení, odborný servis a včasnou výměnu opotřebitelných dílů dle doporučení dodavatele. Jedině tak lze docílit odpovídající kvality lepení a neohrozit tak požadovanou „robustnost“ celé technologie lepení.

Certifikace výrobních firem v oboru lepení dle uznávaných norem je pro tyto firmy jistou deklarací s ověřením, že jejich výroba lepeného spoje splňuje uznávaný standard kvality výroby s požadavky kladenými na výrobu a bezpečnost lepeného spoje dle příslušných norem a kategorií. Aby byla kvalita výroby dodržována, je potřeba provádět i doporučené inspekce a ověření technologií popř. jejich částí příslušnými specialisty v oboru lepení a zvláště pravidelné povinné audity celého výrobního procesu. Je nutné si uvědomit, že za kvalitu v technologii lepení zodpovídá vždy výrobní společnost, a proto je třeba včas a efektivně předcházet možným nedostatkům ve výrobě.

Certifikace výrobních společností a vzdělávání personálu v oboru lepení přináší nové příležitosti na trhu nejen pro samotné certifikované výrobní firmy, ale i dobré jméno spojené s kvalitou pro dodavatele materiálů, aplikačních zařízení, komponent a komplexních technologií, ale i poskytovatele odborného školení v lepení.

Společnost WAtch a.s. je technologická firma, která se zabývá **komplexními dodávkami**, vývojem, konstrukční a projekční činností a vizualizací systémů automatizace, robotizace a technologiemi pro průmyslové aplikace barev a lepidel.

V našem Technologickém inovačním centru v Rudné se nachází:

- Konstrukční a projekční kancelář
- Vývojové a technologické centrum
- Projektování elektro, programování PLC
- Vizualizace procesů, studie proveditelnosti
- Návrh a vývoj technologických postupů
- Průmyslové technologie pro povrchové úpravy
- Komponenty pro práškové lakování, mokré lakování a lepení



Technologické inovační centrum WAtch a.s.

Vertikální čerpadla v procesech povrchových úprav

Ing. Lukáš Němeček – Envicomp s.r.o.

Společnost Envicomp s.r.o. je obchodní firmou se sídlem v Ledči nad Sázavou, která se zabývá prodejem čerpací a filtrační techniky:

- Vzduchomembránová čerpadla Versa Matic (USA)
- Horizontální odstředivá čerpadla M Pumps (Itálie)
- Vertikální čerpadla Serfilco (Velká Británie), Corode (Nizozemsko)
- Dávkovací čerpadla a měřicí a regulační technika EMEC (Itálie)
- Filtrační zařízení Corode (Nizozemsko)
- Dávkovací čerpadla OBL (Itálie)

Firma působí na trhu více než 25 let. Disponuje zázemím pro provádění servisu na čerpadlech, velkým skladem náhradních dílů na téměř všechny typy prodávaných čerpadel a skladem nových čerpadel.

Vertikální čerpadla Serfilco

Vertikální čerpadla Serfilco jsou spolehlivá a robustní čerpadla, která byla speciálně vyvinuta pro provoz v náročných chemických procesech. Jsou vhodná pro čerpání čistých, znečištěných, ale i chemicky agresivních kapalin. Díky konstrukci impelleru (oběžného kola) čerpadla nemají ucpávku ani magnetickou spojku. Jedná se o čerpadla s uložením oběžného kola na prodloužení hřídele motoru.



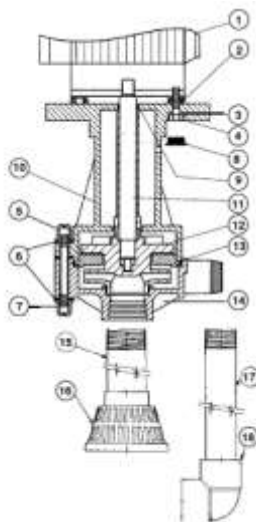
Obr. 1: Čerpadlo Serfilco EO 1"

Konstrukce a materiálové provedení vertikálních čerpadel

Těla vertikálních čerpadel jsou vyráběna v několika materiálových provedeních: PP, CPVC, PVDF, ECTFE, SS 316L. Teplotní odolnost čerpadel se v případě polypropylenu pohybuje do 70 °C, u CPVC do 83 °C, v případě PVDF a ECTFE do 93 °C. Nerezová čerpadla se mohou použít pro kapaliny o teplotě do 100 °C.

Těsnění čerpadel jsou vyráběna z materiálů EPDM, VITON a PTFE. Parotěsné zábrany, které u vertikálních čerpadel slouží k zabránění proniknutí výparů k motoru čerpadla, jsou vyráběny z materiálu VITON a PTFE.

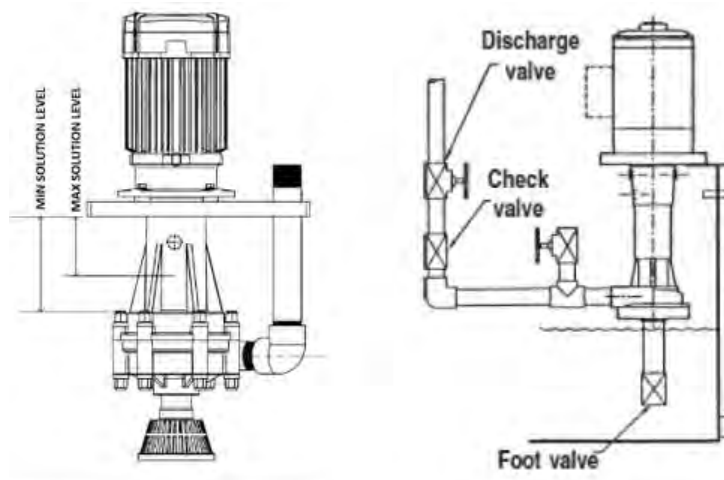
Plastová čerpadla jsou dodávána s BSP, NPT nebo přírubovým připojením. Nerezová čerpadla jsou dodávána s přírubovým připojením.



Obr. 2: Řez čerpadlem

Pravidla instalace vertikálních čerpadel

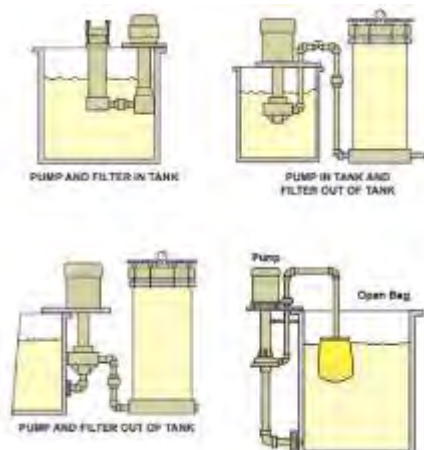
Instalace vertikálních čerpadel musí splňovat určitá pravidla. Čerpadlo musí být umístěné v takové výšce, aby byl impeler před spuštěním vždy zaplaven, jelikož čerpadlo nemá samonasávací schopnost. Tělo čerpadla má bezpečnostní otvor, který slouží k tomu, aby v případě zaplavení čerpadla od impelleru výše mohla kapalina z těla čerpadla samovolně vytékat zpět do vany. Při instalaci čerpadla je vhodné umístit na sacím potrubí zpětný ventil, který při vypnutí čerpadla udrží zaplavené oběžné kolo a tím je čerpadlo schopno při opakovaném zapnutí čerpat. Při instalaci ventilu na sání je doporučeno ventil umístit také na výtlačnou větev. Ventil na výtlačku zaručí, aby nedošlo k zpětnému zaplavení prostoru čerpadla nad impelerem.



Obr.3: Pravidla instalace vertikálních čerpadel

Vertikální čerpadla mohou být umístěná buď uvnitř nádrže, nebo vně nádrže. Při umístění čerpadla uvnitř je nutné počítat se samostatným prostorem pro čerpadlo, o který se rozměry nádrže a objem lázně zvětší.

Čerpadla mohou být také přímo zapojena na filtrační aparát, který může být umístěn uvnitř nebo vně nádrže.



Obr.4: Instalace vertikálních čerpadel v nádrži

Výkonové řady vertikálních čerpadel

	Výkon [m ³]	Výtlačná výška [m]	Sací výška [m]	Materiálové provedení	Pracovní teplota [°C]	Viskozita [cPs]	Hustota [kg.dm ⁻³]
Serie E	4	3	0,5	PP PVDF CPVC	60 93 90	150	1,8
Serie EO ¾"	4	5	0,5	PP PVDF CPVC	60 93 90	150	1,8
Serie EO 1"	9	9	0,5	PP PVDF CPVC	60 93 90	150	1,8
Serie EO 1¼"	18	14	0,5	PP PVDF CPVC	60 93 90	150	1,8

Serie EH	35	32	2,7	PP PVDF CPVC ECTFE	60 93 90 93	150	1,8
Serie EF	91	40	2,7	PP CPVC	60 90	150	1,8
Serie EFB	75	40		CPVC	90	150	1,8
Serie EHM	123	22	2,7	CPVC	90	150	1,8
Serie ESS	19-30	10-22		SS 316L	100	150	1,8

Výhody vertikálních čerpadel Serfilco

- Jednoduchá a robustní konstrukce
- Materiálová kompatibilita se všemi lázněmi v procesech povrchových úprav
- Možnost čerpání kapalin obsahujících feromagnetické částice (odmašťovací lázně, moření atd.)
- Možnost čerpání kapalin s pevnými částicemi (ve vznosu)
- Chod na sucho
- Čerpadla nemají ucpávku ani magnetickou spojku
- Umístění čerpadla uvnitř/vně nádrže
- Velmi nízké servisní náklady díky dlouhé životnosti dílů
- Snadná obsluha
- Snadný servis – možnost objednání jednotlivých náhradních dílů
- Při zaplavení oběžného kola si čerpadlo udržuje sací schopnost a dokáže čerpat ze záporných (negativních) hladin

Nevýhody vertikálních čerpadel Serfilco

- Čerpadlo nemá samonasávací schopnost, proto musí být oběžné kolo při každém spuštění zaplavené
- Vyšší pořizovací cena (v porovnání s horizontálními čerpadly)

Aplikace vertikálních čerpadel v procesech povrchových úprav



Obr. 5 a 6: Instalace PP čerpadla s filtračním aparátem uvnitř nádrže. Filtrace a cirkulace lázně chemického odmaštění. Linka pokovení elektrických konektorů



Obr. 7: Instalace PP čerpadla uvnitř nádrže. Cirkulace lázně chemického barvení hliníku. Letecký průmysl



Obr. 8: Instalace PP čerpadla vně nádrže pro cirkulaci lázně moření hliníku. Letecký průmysl



Obr. 9, 10, 11 a 12: Instalace PVDF čerpadla s filtračním aparátem vně nádrže. Filtrace a cirkulace lázně chemického niklování. Linka chemického niklování.



Obr. 13: Instalace PP čerpadla uvnitř nádrže. Cirkulace absorpčního média (vody) v pěnovém absorbéru. Linka moření oceli

Průběžné tryskací zařízení ve slévárenském provedení



Cíle při náhradě stávajícího tryskacího stroje byly vysoké: rychlejší a flexibilnější tok materiálu, optimalizované využití prostoru, zlepšení dostupnosti údržby a samozřejmě vyšší efektivita. Firma Linde Material Handling realizovala tento náročný projekt ve své slévárně ve Weilbachu pomocí nového průběžného závěsného tryskacího zařízení RHBD 22/27-F s dopravníkovým systémem Power & Free ve slévárenském provedení.

Linde Material Handling (MH) je přední světový dodavatel vysokozdvížných vozíků a skladové techniky. Společnost dále poskytuje technická řešení a služby v oblasti intralogistiky. S prodejní a servisní sítí ve více než 100 zemích je společnost zastoupena ve všech hlavních regionech světa. Specialista na manipulaci s materiálem vyrábí ve Weilbachu protizávaží pro svůj široký program vysokozdvížných vozíků.

Využití optimalizačního potenciálu s novým tryskacím strojem

Linde MH neustále usiluje o zlepšování svých výrobních procesů. V úzké spolupráci s Rösler Oberflächentechnik GmbH optimalizoval projektový tým logistiku materiálového toku a flexibilitu při zpracování různých protizávaží pro vysokozdvížné vozíky (zkráceně VZV). Pro splnění požadavku na lepší využití dostupného prostoru, firma Rösler vyvinula na míru nový koncept průběžného závěsného tryskacího zařízení RHBD 22/27-F, který nastavuje nové standardy ve slévárenském průmyslu.

Plně automatický a flexibilní provoz v rámci integrovaného výrobního systému

Díky nově nastavenému procesu manipulace s materiálem jsou surové odlitky ukládány ve speciálně vyhrazeném, jasně označeném odkládacím prostoru před vstupní komorou tryskacího stroje. Poté, co operátor ručně umístí odlitky a potvrdí tento krok na ovládacím panelu, jsou vyzvednuty a přepraveny systémem power & free do tryskacího zařízení. Pro každý typ obrobku byly definovány specifické parametry tryskání a dopravy a byly uloženy v příslušných programech v počítači. To zajišťuje, že po tryskání jsou VZV dokonale čisté bez zbytků formovacího materiálu. Zároveň mají vysoce homogenní drsnost povrchu, která vykazuje typickou strukturu odlitku obrobků i po jejich nalakování. Všechny parametry procesu byly stanoveny na základě vhodně zvoleného provozního mixu tryskacího média.

RHBD 22/27-F ve slévárenském provedení

V souladu s požadavky zákazníka byl nový tryskací stroj instalován na určené místo v závodě. Ve velmi stísněném prostoru, byl pod tryskacím zařízením umístěn vratný systém pro směs tryskacího média a písku. Do tohoto systému byl také integrován vratný systém pro formovací písek dopravovaného do prostoru pro uložení obrobku pomocí VZV. Za tímto účelem je písek veden do příčného skluzu umístěného před tryskačem. Tento příčný žlab pak dopravuje materiál do násypky pro přepravu písku, která dopravuje písek z VZV v ukládací oblasti a písek ze vstupní komory na vratný dopravník pod vstupní komorou. Zpětný dopravník přenáší nasbíraný písek do centrální třídící násypky pod tryskací komorou. Na výstupní komoře tryskacího stroje vrací dopravníková podlaha veškerý zbytkový písek a tryskací médium do centrální násypky pod tryskací komorou. Třídící násypka odděluje všechny hroudy písku, otřepy a kovové části a přenáší je na robustní dopravníkový pás ve tvaru Z, který je vysypává ze stroje. Třídící násypka dopravuje zbývající směs písku a média do elevátoru, odkud je přepravována do vysoce účinného systému čištění médií. Toto zařízení sestávající z dvoustupňového magnetického separátoru a systému vzduchového třídění zajišťuje vysokou účinnost čištění, zaručuje bezproblémový provoz a minimalizuje opotřebení tryskacího stroje. Po ručním umístění VZV na transportní vozík dopravníkového systému Power & Free jsou surové odlitky dopravovány přes jednotlivé části systému stroje - vstupní, tryskací a výstupní komorou v určitých časových cyklech. Tříkomorová konstrukce tryskacího stroje také pomohla minimalizovat únik písku, tryskacího média a prachu do bezprostředního okolí. V srdci celého tryskacího systému je tryskací komora s pěti speciálně umístěnými tryskacími turbínami. Komora je vyrobena z otěruvzdorné austenitické manganové oceli třídy X120Mn12. Pro dodatečnou ochranu proti opotřebení je obložena vyměnitelnými chromovými litými deskami o tloušťce 25 mm. Velká plošina pro údržbu, snadno přístupná po schodech, značně usnadňuje požadované údržbářské činnosti.

Závěr

S novým konceptem průběžného závěsného tryskacího zařízení Rösler bylo možné plně splnit požadavky společnosti Linde MH na technicky a ekonomicky optimalizované tryskání a manipulaci s obrobky. Požadavky na opakovatelnou kvalitu komponentů VZV byly splněny prostřednictvím přesně definovaných parametrů tryskání, optimalizovaných tryskacích obrazů a optimalizace opotřebení. Celkově to vedlo nejen k výraznému zlepšení výsledků tryskání, ale zefektivněná koncepce tryskání a logistiky také zvýšila celkovou efektivitu materiálového toku v závodě.



Obr. 1: Srdcem průběžného závěsného tryskacího zařízení RHBD 22/27-F je tryskací komora z otěruvzdorné austenitické manganové oceli. Pro dodatečnou ochranu proti opotřebení je komora obložena vyměnitelnými chromovými litými deskami o tloušťce 25 mm



Obr. 2: Příčný skluz s násypkou písku u vstupní komory přepravují sypký formovací písek do třídící násypky pod tryskací komorou



Obr. 1: Výstupní kabina s rovnou dopravníkovou podlahou vede tryskací médium a zbytkový písek do prosévací násypky pod tryskací komorou. Odtud je směs transportována do čistícího systému tryskacích médií

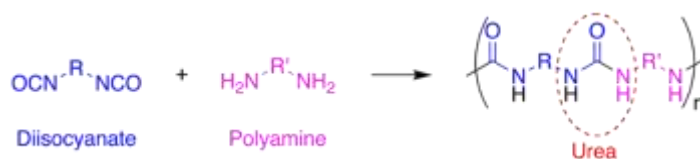
Hydroizolace na bázi polyurey

Ing. Lucie Dřímalková, Ph.D., Radek Cinegr – ALLGARD CZ, s.r.o

Ing. René Siostrzonek, Ph.D. – Viakont, s.r.o

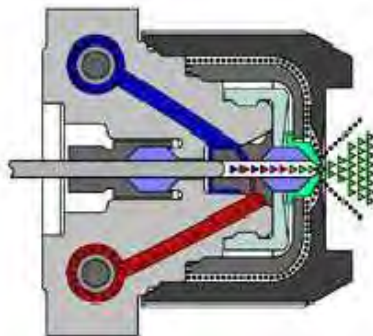
Hydroizolace je typ izolace zabraňující nežádoucímu průniku vody, tvoří ji souvislá, neprodyšná vrstva tvořená různými voděodolnými materiály. Používá se v různých oblastech průmyslu, nejčastěji však ve stavebnictví, kde chrání stavby nejen před vodou podzemní, povrchovou, stékající, tlakovou, gravitační, vodou ve formě vodní páry, ale také před radonem a metanem. Hydroizolace tak zabraňuje pronikání vody a vlhkosti do stavebních konstrukcí nebo interiérů staveb, což by mohlo vyvolat korozi, vznik plísní a obecně celkové zhoršení stavu objektu.

Velmi účinným způsobem ochrany povrchů před pronikáním vody a vlhkosti je použití polyurey. Polyurea je elastomerní látka odvozená postupnou polymerací syntetické pryskyřice s izokyanáty. Na Obr. 1 je znázorněna schématická reakce vytvářející polymerový řetězec polyurey. Výsledkem je materiál, který se vyznačuje některými unikátními vlastnostmi jako snížená citlivost na vlhkost a vlhký povrch, chemická odolnost a možnost aplikace na různé typy povrchů apod. (1).



Obr. 1: Obecná rovnice reakce vytvářející polymerový řetězec polyurey znázorňující monomerové reaktanty se zvýrazněním močovinné vazby u produktu (2)

Systémy na bázi dvousložkové polyurey jsou typické svou velmi rychlou reakční dobou, která je obvykle v řádech od několika sekund, přičemž je reakční rychlost téměř rovnoměrná ve velmi širokém rozsahu teplot. Na základě velmi krátké reakční doby bývají obvykle aplikovány pomocí vysokotlakých stříkacích zařízení s ohřevem za použití speciální směšovací pistole, kdy dochází ke smíchání obou složek až na výstupu z pistole (viz Obr. 2) (3).



Obr. 2: Schéma směřovací pistole, kde je zobrazeno mísení obou složek směsi na výstupu

Polyureové systémy neobsahují žádná rozpouštědla ani žádné těkavé látky (VOC). Relativní vlhkost okolního prostředí nemá prakticky žádný vliv na reakční rychlost, je však důležité brát v patrnost vlhkost podkladu, která má významný vliv na přilnavost k podkladu. Systémy na bázi polyurey jsou velmi flexibilní (dokáží přemostit trhliny), mají výbornou odolnost vůči mnoha chemikáliím, při správné aplikaci jsou bezešvé a voděodolné, mohou být aplikovány i na vertikální nebo nakloněnou plochu (nedochází k jejich stékání), mají stabilní tepelnou odolnost až do 130 °C a krátkodobá odolnost 220 °C, mají vynikající mechanickou odolnost a vysokou průtažnost do roztržení až 300%, některé jsou UV stabilní. Podklad, na který lze izolační systém na bázi polyurey aplikovat není pouze ocel a beton, lze jej aplikovat také na podklady jako dřevo, polystyren, plasty, sklo, kámen, žulu, pískovec, asphalt, geotextílie, atd. Systémů na bázi polyurey je několik druhů, každý vyniká jinou vlastností, proto je velmi důležité na začátku výběru zvážit vlastnosti podkladu a všechny požadované vlastnosti celého izolačního systému (1, 3).

Správná volba izolačního systému je jen čtvrtinová část úspěchu. Zbylou část úspěchu tvoří jednotlivé technologické kroky zhotovení izolace, tzn. příprava povrchu, volba aplikačního zařízení, samotná aplikace a to vše za podmínky vysoké odbornosti.

Velmi zajímavou aplikací je návrh izolačního systému na bázi polyurey na ocelové flexibilní konstrukce typu MULTI-PLATE od firmy ViaCon ČR s.r.o. Flexibilní konstrukce jsou montovány z několika částí přímo na místě, které jsou v mnoha případech zasouvány do původní mostní klenby (v celku nebo po jednotlivých částech). To s sebou přináší požadavek na vysokou průtažnost izolace v místech spojů, kde může docházet k pohybům v řádech centimetrů. Další požadovanou vlastností je také mechanická odolnost. Tento typ izolace lze také aplikovat přímo na původní mostní konstrukci, příklad těchto aplikací realizovaných na stavbách pro Správu železnic můžete vidět na fotografiích jako Obr. 3., Obr. 4.



Obr. 3: Systém izolace na bázi polyurey aplikovaný na ocelovou flexibilní konstrukci typu MULTI-PLATE



Obr. 4: Systém izolace na bázi polyurey aplikovaný na původní pískovcovou mostní klenbu

Seznam použité literatury

- [1] PRABHU, Shivanandax. 8 Things to Know About Polyurea Coatings [online]. November 5, 2020 [cit. 2021-11-10]. Dostupné z: <https://www.corrosionpedia.com/8-things-to-know-about-polyurea-coatings/2/6786>
- [2] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Polymočovina [online]. c2021 [citováno 10. 11. 2021]. Dostupný z WWW: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Polymo%C4%8Dovina&oldid=20359946>
- [3] POLYUREA COATINGS: THE BASICS. WATERPROOF MAGAZINE [online]. 2014, 27. October 2014, FALL 2014 [cit. 2021-11-11]. Dostupné z: <https://www.waterproofmag.com/2014/10/polyurea-coatings-the-basics/>

KDO JE ROZSOUDÍ VIII.

Ing. Josef Ježek – JEVAN, Ledec nad Sázavou

Hrátky s číslem

Číslo provází člověka několik tisíc let a patří do duchovní nadstavby jeho bytí. Znamená to, že jej nemůže vidět, slyšet ani vnímat jinými lidskými smysly, pokud mezi ně nezařadíme mysl nebo ducha. Základní lidské smysly nám však mohou zprostředkovat kontakt s těmito duchovními bytostmi, mezi něž čísla přirozeně patří. Zejména zrak se stal komunikačním prostředkem při rozhovoru s nimi, neboť se díky jemu můžeme probírat archiváliemi. Nosič záznamu číselné informace se v čase mění, zejména v posledních desetiletích. Dlouhá staletí se coby nosiče informací využívaly horniny (kámen), kosti, dřevo, kovy, zkrátka materiál s dlouhodobou životností. Později se lidé dopracovali k materiálům nosičů snáze zhotovitelným a skladovatelným. Byly to kůže lovné zvěře, hlína, papyrusové listy, tkaniny, papír. V poslední době umělé materiály. Nosiče slouží za účelem předávání myšlenek z generace na generaci.

Nosič je z fyzikálního světa. Například papír „umazaný inkoustem nebo jiným barvivem“. Může se snadno zničit. Informace na něm uložené je však ze světa duchovního. Co to znamená? „Záznamem“ je takové uspořádání „věcí“, které je lidský duch schopen číst, pamatovat (uskladnit), a proto je charakteru smluvního. Například smluvený tvar, skladba symbolů, mnohost. V matematice se procesu rozpoznávání obsahu záznamu říká **abstraktní myšlení** a patří mezi nejsložitější funkce mozku. Abstrahování znamená snímání něčeho nehmotného z přírodního jevu, aniž tento jev jakkoliv změním. Je to **proces opakovatelně použitelný** pro nekonečný počet snímání. Například tutéž knihu může číst nespočet lidí, a přitom si každý může v mysli odnést její příběh. Duchovní věci nejsou na jedno použití, ale mají trvalou vypovídací hodnotu.

Matematické záznamy prodělaly složitý vývoj a stále se zdokonalují. Už se nejedná o to, aby je uměly číst pouze lidé, ale aby je četly i stroje a mohly s nimi dělat mnohé matematické operace. Tak vypukla éra počítačích strojů. Ty se však nespécializují na úlohy ryze matematické, ale i logické. Umí zpracovávat spoustu informací z oboru obrazového či zvukového. Obrovským historickým skokem v záznamech mnohosti bylo objevení „**čistě pozičního numerálního systému záznamu čísla**“. Zní to strašidelně, ale tučně vyznačené systémy jsou právě ty, které dodnes v denní praxi používáme. Takové systémy mají určitý **počet symbolů** potřebných **pro záznam přirozeného množství kvant** (jednotek), přičemž těmto symbolům říkáme „**číslice**“. Podle počtu používaných číslic je nazýváme systémy trojkovými, sedmičkovými nebo dvacítkovými. Číslo v názvu systému představuje počet číslic nutných pro zápis jakékoliv mohutnosti. V naší zeměpisné poloze používáme desítkový (**dekadický**) numerální systém s číslicemi **0; 1; 2; ... ; 9**.

Stále, vždy a opakovaně zdůrazňuji, že **záznam čísla je ze světa fyzikálního, číslo samotné ze světa duchovního, a proto není možné je spolu zaměňovat**. Mnohé civilizace si některá čísla vybrala za posvátná a uctívaly je. Někdy i s ohledem na podobu jejich záznamu. Mezi ně patřila čísla 3; 5; 7; 10; 12; 13; 40; S velkými čísly pracovala zvláště východní spiritualita. Zaujalo například číslo **108**. Zdroj posvátnosti můžeme hledat v počtu božstev, jejich podob, v počtu zázraků nebo nutných rituálů pro dosažení dokonalosti či věčného života. Předpokládám, že toto číslo (108) je **kompilací dvou významných čísel** ze dvou dodnes používaných numerálních systémů. Samozřejmě desítkového. Číslo devět je **kvantovým maximem** systému (**M=9**). Minimem všech systémů je číslo jedna (**m=1**). Nula je pouze **symbolem pro prázdnotu**, pro prázdnotu pozici záznamu. Není číslem v pravém slova smyslu. Druhou numerální soustavou je soustava z **Meziříčí** (Mezopotámie), dnešního Iráku v povodí řek Tigris a Eufrat, civilizace **Sumerů** a Babylóňanů. Tam prý vznikla **šedesátková soustava**. (**M=59**).

Šedesátkovou soustavu dodnes používáme ve dvou oblastech, které spolu úzce souvisí. Jednak při **měření času**, a jednak při **měření rovinného úhlu**. Ručkové hodiny měří plynutí času **úhlem pootočení** ukazatele. To souvisí s tím, že čas na Zemi měříme pootočením vlastní pozice na povrchu Země kolem osy rotace vůči Slunci. Stejně tak měření času úhlem v průběhu roku oběhem kolem Slunce. Pro jednotky měření času i úhlu používáme některé shodné pojmy, například minuty. **Dvanáct jednotek** (hodin) má den i noc. To jsou **pětiny** šedesátkového systému. Judaismus říká, že **Izrael** (Jákos) měl dvanáct synů, křesťané, že **Ježíš** měl dvanáct učedníků. V místech jejich působení se užívá více kalendář **Lunární** než Solární, a proto **dvanáct měsíců** je pro ně vyšší celek. Součin jedné pětiny z 60 s kvantovým maximem systému desítkového (10) dává ono zajímavé číslo **108=12 x 9**. Že se šedesátková soustava uhnízdila v křesťanské Evropě poznáme v jejím dřívějším, ba i současném slovníku. Třeba **kopu** vajec představuje **šedesát** kusů, **tucet** koší **dvanáct** kusů, **dvanáct** palců tvoří **stopu**, **tři** stopy **yard** atd.

Možný původ čísla **108₁₀** z pohledu Evropana může být zcestný, ale máme zde tři symboly, kterými se toto číslo zapisuje **v dekadické numerální soustavě**. Pokud tyto tři symboly použijeme pro **variace záznamu** (jiná čísla) v tomto numerálním systému, pak dostáváme čísla **180; 081; 018; 801; 810**. Postupně se jimi zabýváme. V geometrii byla zavedena vyšší úhlová jednotka, než je minuta (′), a ta dostala jméno **úhlový stupeň**. Ten se zaznamenává malým kroužkem u poslední číslice zprava číselného zápisu (°). Stejný symbol byl použit i u záznamů tepelného stavu látky, **teplotního stupně**. Úhlový stupeň je vedlejší či pomocnou jednotkou pro měření úhlů. Hlavní jednotkou je **Radián**, který vyjadřuje číselně poměr délky kružnicového oblouku k jeho poloměru křivosti. Poněvadž **180°** je zápis pro přímý rovinný úhel, můžeme psát rovnost: **180°= Přímost = π**. Přímost (značme **P**) představuje **součet vnitřních úhlů** v kterémkoliv **trojúhelníku**, tedy například i v rovnostranném, který lze pokládat za **jednotkový**, protože má poměr stran **1:1:1**. Jeho vnitřní úhly jsou taktéž v tomto poměru **P/3 : P/3 : P/3**. I tyto úhly je možné považovat za jednotkové.

Předpokládám, že Starověká egyptská civilizace tyto poznatky měla, a že výše popsany trojúhelník měl tvořit jednu **čtvrtinu pláště hladkých pyramid v Gíze**. Nějakým nedopatřením však byly postaveny o pár metrů nižší, takže stěny tvoří čtyři shodné rovnoramenné trojúhelníky, v součtu vnitřních úhlů také rovny jedné přímosti. **Lomená pyramida v Dachšúru** byla správně založena, aby její stěny představovaly rovnostranné trojúhelníky. Jednotkových úhlů na plášti pyramidy by pak bylo celkem dvanáct (**4x3**) v celkové (souhrnné) hodnotě rovinných úhlů čtyř přímostí (**4P**). To je číselně velikost prostorového úhlu ve steradiánech kolem každého bodu. Tedy i čtyřmocného vrcholu hladkých pyramid. Jen shodou náhod, přicházející mimozemšťan na matičku Zemi, dostane informaci o umístění těchto staveb. Leží na povrchu Planety **na rovnoběžce odkloněné od pólu** (osy rotace) o **jednotkový úhel, P/3**. Tj. **na třicáté rovnoběžce**.

Pokusme se záznamy šesti čísel vytvořených variacemi tří symbolů rozebrat na prvočinitele: $108=2^2 \cdot 3^3$; $081=3^4$; $018=2 \cdot 3^2$; $180=2^2 \cdot 5 \cdot 3^2$; $810=2 \cdot 3^4 \cdot 5$; $801=3^2 \cdot 89$. Kromě posledního čísla ze šesti jsou zbyývající vyjádřena třemi prvními prvočíslky, takže jejich záznamy v jiných soustavách mimo desítkové (například trojkové) by vypadaly zajímavě. Zastavme se však u těchto tří symbolů jednotlivě. První numerační soustava zvaná dvojková používá pouze dva symboly z nich, a to logické **1** nebo **0**, **otevřeno** nebo **zavřeno**, **existuje** nebo **neexistuje**. S logikou pracující stroje (obecně počítače) vyšly z dvou pozíční Aristotelovy logiky, která je jednoznačná. V těchto strojích se na každé záznamové pozici – dvojkovém místě - (**B**inary dig**I**T) – může objevit pouze jeden ze stavů (**1** or **0**). **Minimální záznam** byl stanoven jako osmipozíční **slovo** (velikosti osmi bitů), a pojmenován jako **BYT** (Bait). Později byly stanoveny záznamy jako přirozené **násobky osmi** (**16**, **32**). Je s podivem, že zrovna tři symboly pro **posvátné číslo orientálních náboženství** posloužily k rozvoji nové éry lidstva, **době digitalizace záznamů**.

Ono **ani křesťanství** nezůstalo stranou využití těchto tří symbolů. Trojjediné božství bylo nutné nějak pojmenovat ve třech jeho podobách. A tady se ukázalo, že obsah těchto symbolů naplňuje tuto potřebu. Matematickou mnohost můžeme vyjádřit těmito třemi symboly, přičemž pouze jen jeden symbol představuje **přirozenou existenci**, ke které se mnohost vztahuje. Je jejím etalonem. Je to jednotka (**1**), kterou volíme při posuzování lidského pohledu na svět, když jde o někoho nebo o něco. Pak zbyývající dva symboly jsou pro pojmy, o kterých téměř nic nevíme, jenom usuzujeme na jejich vlastnosti. Jsou to výrazy (termíny) **VŠE** a **NIC**. Matematici pro **VŠE** používají **symbol pro osmičku**, ale položenou (∞). **NIC** je prostě **absolutní nehmotnost**, neboli nula (**0**). Pro lid věřící a prostý se těmito atributům božství dávají srozumitelné pojmy **Otec**, **Syn a Duch** (**810**), pro Hebreje čtoucí zprava doleva **018** (**01 ∞**), což odpovídá křesťanským **reáliím na matematické ose mnohosti** (zleva doprava rostoucí).

Posvátná trojice symbolů mnohosti se nám objevuje také v geometrii, jak bylo výše popsáno. A to díky Sumerské numerické soustavě **v měření vztahu** dvou přímostí, rovinného úhlu. Přímost **P = 180°**. Její zlomky potom jsou:

$$P/5 = 36^\circ (3 \times 12); \quad 2P/5 = 72^\circ (6 \times 12); \quad 3P/5 = 108^\circ; \quad 4P/5 = 144^\circ (12 \times 12)$$

Ano, tři pětiny přímosti ve stupňovém vyjádření představují posvátné číslo. Pokud vytvoříme trojúhelník z těchto zlomků přímosti, pak jsou dvě varianty. Buď

$$P/5 + 3P/5 + P/5 = P \quad \text{nebo} \quad 2P/5 + P/5 + 2P/5 = P$$

První trojúhelník je rovnoramenný tupoúhlý, druhý rovnoramenný ostroúhlý. Jestliže každý z nich zdvojíme (slepíme rameno s ramenem), pak dostaneme dva čtyřúhelníky. Jeden konvexní a druhý nekonvexní. Napišme si jejich tvar.

$$P/5 + 2P/5 + P/5 + 6P/5 = 10P/5 = 2P \quad 2P/5 + 2P/5 + 4P/5 + 2P/5 = 10P/5 = 2P$$

Nyní když známe jejich tvar, můžeme zkusit je spojit v jeden celek. Jeden čtyřúhelník připomíná Rogalovo křídlo, druhý papírového draka (delta). Budou-li mít oba tvary stejnou délku delších ramen, potom může dojít k jejich spojení v jeden pravidelný čtyřúhelník, který nazýváme **kosočtvercem**. Tato „**symbioza**“ dvou geometrických bytostí je prostě dokonalá, nádherná. Oba čtyřúhelníky do sebe zapadnou jako klíč do zámku. Hinduista by to vylepšil ještě slovy, že do sebe pěkně zapadají jako lingham do ióni, protože **zde splynou dva úhly v jeden plný úhel** ($4P/5 + 6P/5 = 10P/5 = 2P$). O tomto krásném spojení už věděli staří Řekové, a pro zalomené spojovací úsečky ve vztahu ke stranám kosočtverce hovořili jako **o zlatém řezu**. Jak by také ne, když z výše zapsaných trojúhelníků uměli sestavit **pentagon a v něm pentagram** (a v něm pentagon, a v něm zase pentagram). Záhadný jako málokterý jiný geometrický objekt. Dva výše popsané trojúhelníky i z nich sestavené čtyřúhelníky zcela vyplní prostor E_2 .

Jsme-li u pyramid jako **knize moudrosti a poznání**, pak nás nepřekvapí, že na ní umíme spočítat spoustu úloh. Na stupňovité pyramidě evidujeme, že při bočním pohledu na ní s každým dalším stupněm přibude jeden kvádr. Neboli nárůst jejich počtu na stěně kopíruje přirozenou řadu čísel ($N=1; 2; 3; 4; 5; \dots$). **Celkový počet kvádrů ve stěně stupňovité pyramidy** do stupně **N** je dán celkovým součtem přirozených čísel: $\Sigma N = N \cdot (N+1) / 2$. Jestliže v bočním pohledu na stěnu stavby pozorujeme rostoucí rovnoramenný **trojúhelníkový tvar**, pak při pojmenování jednotlivých kvádrů (přiřazením přirozeného čísla) se na její **pravé hraně** (straně stěny) objevují čísla: **1; 3; 6; 10; 15; 21; 28; ...**, která **jsou hraničními** pro konkrétní **stupeň pyramidy**, pro „šár“. Proto jsme těmto výše napsaným číslům dali jméno „**trojúhelníková**“. Vyskytnou se mezi nimi všechna vzácná přirozená čísla s přízviskem „**dokonalá**“. Dokonalá jsou proto, že součet všech jejich dělitelů dává právě jejich hodnotu. Zatím se stále zkoumá, jestli **mezi samými ženskými** (sudými) čísly není nějaké **dokonalé liché číslo (mužské)**. To víte že je, ale matematici to nechťejí slyšet a přiznat. Je to právě **božské číslo jedna**. Další už jsou jen sudá, ženská: **6; 28; 496; ...**, výše tučně vyznačená.

Trojúhelníková čísla (**T**) umíme i snadno vypočítat. Poslouží nám k tomu ta část matematiky, kterou nazýváme kombinatorikou. **T** = kombinační číslo $C_2 = \binom{N+1}{2}$, kdy **N** ≥ 1 představuje pořadové číslo stupně. **Navrhují zahrát si hru v kostky** se stupňovitou pyramidou. Představme si, že z **trojúhelníkových čísel** zapsaných na stěně pyramidy vytvoříme **čtvercové desky** (z kamene) **o jednotkové tloušťce**. Nyní je rozřežeme na kostky, takže dostaneme T^2 dlažebních kostek. Jejich celkový objem pak bude T^3 (kamene). Z tohoto množství stavebního materiálu můžeme postavit třeba obětní oltáře ve tvaru krychle. Je úžasné zjištění, že nikdy nám nebude chybět nebo přebývat materiál. Platí totiž, že součet třetích mocnin přirozené řady čísel **N** je roven kvadrátu součtu těchto přirozených čísel. Pišme:

$$\Sigma N^3 = (\Sigma N)^2$$

Zdůvodnění by se asi vědcům moc nezdálo, ale je důležitější, že to je skutečnost. Tak například, třetí mocnina délky představuje objem (trojrozměrný prostor). Pokud je tato mocnina s koeficientem jedna, potom se jedná o krychli s jednotkovou délkou hrany. Druhá mocnina délky s jednotkovým koeficientem představuje plochu (dvourozměrný prostor), konkrétně čtvercovou s jednotkovou stranou. A tady mne napadá asociace na vztah mezi objemem krychlových kvádrů ze stupňovité pyramidy a obrazem boční stěny této stupňovité pyramidy. Přirozené číslo **N** představuje počet čtverců ve stěně, čili trojúhelníková (**T**) či kombinační čísla (C_2), a jim odpovídající počet krychlí, z nichž lze postavit (rozehráním pyramidy) oltáře krychlového tvaru různé velikosti. Pokud to správně čteme, potom z třetího stupně pyramidy postavíme dva různé oltáře, ze šestého stupně tři různé velké oltáře, z desátého čtyři různé velké krychlové oltáře, atd. Takto lze beze zbytkově zpracovat materiál z některých stupňů stupňovitých pyramid. Na nejmenší oltář potřebujeme jediný kvádr, protože už sám o sobě splňuje požadavky na jeho tvar. $N^3 = N^2$, neboť $1 = 1$. Kontrola pomocí nahoře napsaného obecného vzorce. **Objem jedné vrstvy** při jednotkové výšce kvádrů (krychle) je číselně $N^2 \times 1 = N^2$. Objem celé pyramidy při **N** stupních (vrstvách) je $\Sigma N^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + \dots$, neboli $1 + 4 + 9 + 16 + 25 + 36 + \dots$. Taková šestistupňová pyramida (např. modifikovaná Džoséova) představuje **91 krychlových bloků** kamene, jako je dnů za kvartál roku (**364**).

S algebraickými rovnicemi je to tak, že mohou mít tři základní podoby. První a obecná standardní je ta, že na každé ze dvou misek dvouramenných vah je shodné množství „zboží“, což představuje první část záznamu. $\sum N^3 = (\sum N)^2$

Ukažme si:

$$1^3 = 1^2; \quad 1^3 + 2^3 = (1+2)^2; \quad 1^3+2^3+3^3 = (1+2+3)^2; \quad 1^3+2^3+3^3+4^3 = (1+2+3+4)^2$$

$$1 = 1 \quad 1 + 8 = 9 \quad 1 + 8 + 27 = 36 \quad 1 + 8 + 27 + 64 = 100$$

Druhá podoba jest jednotková, kdy úpravou docílíme toho, že na jedné straně za rovnítkem jest konkrétní číslo, jednotka coby celek. To docílíme vydělením obsahu jedné misky obsahem druhé misky: $\sum N^3 / (\sum N)^2 = 1$

Třetí podoba rovnice je nulová verze, kdy na pravé straně rovnice je nula. Docílíme odběrem obsahu jedné misky za rovnítkem a jeho přidáním na druhou misku: $\sum N^3 - (\sum N)^2 = 0$. Nulové verze vedou přímo k řešení, nalezení proměnné N , pro kterou rovnost platí. Ukažme si pro první stupeň pyramidu.

$$N^3 - N^2 = 0. \text{ Řešením je } N=0 \text{ a } N=1$$

Pohled na dvoustupňovou pyramidu:

$N+(N+1)$ s očekáváním dvou oltářů různé velikosti:

$$(N^3+(N+1)^3) - (2N+1)^2 = (N^3+N^3+3N^2+3N+1) - (4N^2+4N+1) = 2N^3-N^2-N = 0$$

Toto je charakteristický zápis kubické rovnice bez absolutního členu. Jejím řešením je $N=0$ a $N=1$. Kubické algebraické rovnice mívají tři reálné kořeny. U první i druhé rice platí, že mají dvojnásobný nulový kořen a třetí roven jednotce. Řešení rovnice sestavené pro $N=1$ (pyramidion) není to pravé ořechové, neboť z něj přímo nevyčteme počet stupňů. Proto je lepší za proměnnou N volit počet krychlí (bloků) v základovém (přízemním) stupni. Potom se pro dvoustupňovou pyramidu zapíše: $N^3+(N-1)^3 = (N+(N-1))^2$. Úpravou dostáváme podobu rovnice: $(N^3+N^3-3N^2+3N-1) - (4N^2-4N+1) = 2N^3-7N^2+7N-2 = 0$. Toto už je kubická rovnice se všemi členy. Tedy i s členem absolutním (2). Jejím řešením není nula.

Kubická rovnice s absolutním členem pro dvoustupňovou pyramidu má řešení pro $N=1$ a $N=2$, neboť platí:

$$2 \cdot 2^3 - 7 \cdot 2^2 + 7 \cdot 2 - 2 = 16 - 28 + 14 - 2 = 0.$$

Takto můžeme pokračovat pro třístupňovou, čtyřstupňovou a další pyramidu. Pišme pro třístupňovou pyramidu:

$$N^3 + (N-1)^3 + (N-2)^3 = (N + (N-1) + (N-2))^2$$

$$N^3+N^3-3N^2+3N-1+N^3-6N^2+12N-8 = 9N^2-18N+9$$

Po úpravě:

$$3N^3 - 18N^2 + 33N - 18 = 0$$

Řešením této rovnice v oboru přirozených čísel jsou hodnoty: $N=1$; $N=2$; $N=3$.

Ještě zkusme:

$$N^3 + (N-1)^3 + (N-2)^3 + (N-3)^3 = ((N + (N-1) + (N-2) + (N-3))^2)$$

$$4N^3 - 18N^2 + 42N - 36 = 16N^2 - 48N + 36$$

Po úpravě:

$$4N^3 - 34N^2 + 90N - 72 = 0$$

Řešením této kubické rovnice jsou hodnoty: $N=3$; $N=4$.

Řešením rovnice:

$$5N^3 - 55N^2 + 190N - 200 \text{ jsou hodnoty: } N=2; N=4; N=5.$$

Malé závěry

Pro kubické rovnice není řešením nula, pokud má nenulový absolutní člen (d).

Pro tento formát kubických rovnic (aN^3-bN^2+cN-d) s přirozenými konstantami (a ; b ; c ; d) jsou řešením přirozená čísla: $N = a$; $N = a-1$

Kubické rovnice není úplně snadné řešit, stavitelé pyramid by to ale zvládli!

Odborné vzdělávání

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

POVLAKY Z PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ

ZAHÁJENÍ KURZŮ – dle počtu přihlášených

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

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků práškových lakoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu realizovaných povrchových úprav.

Postupně je probrána problematika této technologie v celém rozsahu teoretických i praktických požadavků a potřeb pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Základy koroze a protikoroze ochrany
- Předúpravy a čištění povrchů
- Práškové plasty (vlastnosti, volba, aplikace)
- Technologie práškového lakování
- Zařízení a vybavení práškových lakoven
- Kontrola kvality povlaků
- Bezpečnost práce v lakovnách
- Související procesy (zdroje vzduchu a jeho čištění, vytvrzovací pece, stříkáčské pistole, roboty)
- Příčiny a odstranění vad v povlacích



Garant kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)

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

Více informací: Ing. Jan Kudláček, Ph.D. (tel: 605868932, email: info@povrchari.cz)

Odborné akce



POŘÁDÁ

27/4 – 28/4/2022

ODBORNÝ SEMINÁŘ
**TECHNOLOGIE
 ČIŠTĚNÍ
 A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ**

Letos se zaměřením na úspory - vody a energií

HOTEL

ZÁMEK ČEJKOVICE

PARTENER



BVV

Veletřhy
Brno

Rámcový program semináře

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



 POVARCHARI.CZ

Česká společnost pro povrchové úpravy opět připravuje tradiční setkání odborníků v oblasti galvanického pokovení - **55. ročník celostátního Aktivu galvanizérů v Jihlavě**

Hotel Gustav Mahler, Jihlava

24. a 25. května 2022

Ústřední téma přednášek i diskusí dvoudenního jednání 55. ročníku:

Dopady nedostatků energií, surovin a pracovních kapacit v povrchových úpravách

email: cspu@seznam.cz

Program:

Úterý 24.května 2022

Transformace energetiky – příležitost nebo hrozba?
doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D., VŠCHT Praha

Průmysl 4.0 a jeho reálné nasazení v galvanickém průmyslu
Jaromír Vrbata, Ing. Pavel Klápště, Neurogal s.r.o. Jablonec n.N.

Slitinná lázeň zinek nikl nové generace SLOTOLOY ZN 2700VX
Ing. Petr Goliáš, Ing. Vladislav Vomáčka, Schlötter Galvanotechnik Praha

Jak docílit optimální antikorozi a dekorativní výkon při pasivaci zinkoniklových povlaků
Dr. Peter Huelser, Ing. Václav Kříž, Atotech Deutschland GmbH, Atotech CZ a.s. Jablonec N.N.

Mechanismus koroze organických top coatů na zinkových a zinkoniklových vrstvách
Dr. Peter Huelser, Ing. Václav Kříž, Atotech Deutschland GmbH, Atotech CZ a.s. Jablonec N.N.

Vlastnosti povlaků na bázi niklu
Ing. Xenie Ševčíková, PhD., HYDRAX s.r.o. Praha

Odolnost niklových povlaků na sanitárním zařízení
Ing. Kateřina Kreislová, PhD., A. Plíšková, SVÚOM s.r.o. Praha

Chemické odhroťování – ideální řešení pro přesné strojírenství
Ing. Roman Konvalinka, SurTec ČR s.r.o.

PosiTector v novém kabátu
Ing. Libor Keller, TSI Systém s.r.o.

Výskyt falz v prokazování kvality výrobků, povrchových úprav a ochran
Ing. Miroslav Valeš, Ph.D., VZLÚ test a.s. Praha

Kyanidové havárie na tocích
Ing. Jaroslav Růžička, Praha

Problematika zpracování odpadních vod s obsahem kyanidů
Ing. Tomáš Fuka, CSc., Techneco Praha

Podmínky používání látek podléhajících povolení
Ing. Jiřina Taitlová, MEDISTYL, spol. s r.o. Praha

Středa 25. května 2022

Pozinkovaná ocel a udržitelná výstavba – řešení pro cirkulární ekonomiku
Ing. Petr Stryž, ACŠZ Ostrava

Nové trendy ve vybarvování eloxové vrstvy
Ing. David Jemelík, IDEAL-Trade Service s.r.o. Brno

Porovnanie vícerých utesnenia anodicky oxidovaného hliníka
Ing. Matilda Zemanová, PhD., FCHPT STU v Bratislavě

Stanovení obsahu chromu a niklu titrační metodou v galvanických lázních
Ing. Veronika Mrňová, Hanna Instrumenst Czech s.r.o. Praha

Energeticky nezávislá dávkovací stanice.
Čerpací a filtrační technika v galvanice
Mgr. Ladislav Klement, KV Pumps s.r.o. Ledec n.S.

Automatické dávkování v galvanice
Ing. Tomáš Chváta, Katko s.r.o. Praha

Praktické změny pro zlepšení provozu galvanické linky
Ing. Pavel Čepelák, Ekomaživa s.r.o. Cheznovice

Korozní komory Q-FOG s novou generací G4 zase o kus dál v simulaci reálného korozního prostředí
Ing. Jan Kolačný, Labimex CZ s.r.o.

Vertikální čerpadla v procesech povrchových úprav
Ing. Lukáš Němeček, Envicomp s.r.o. Ledec nad Sázavou

Reklamy




Patentovaná NANO maziva

pro strojírenství

NANO maziva pro stroje

Nabízíme NANO přísady do olejových náplní (převodovky, vřetena...) a plastická NANO maziva s vysokým výkonem.

Použití: NANO přísadu jednoduše nalejete do běžné olejové náplně. Plastická maziva s obsahem wolframových NANO částic nabízíme pro: vysoké zátěže, vysoké tlaky, vysoké teploty a vysoké otáčky. Jsou vhodná pro energetiku, strojírenství, automobilový, potravinářský, lodní a těžební průmysl.

VÝHODY:

- ▶ Výrazné snížení opotřebení (ozubená kola, ložiska, kluzné plochy).
- ▶ Delší životnost zařízení (méně servisu a investic).
- ▶ Tlumí rázy a pohlcuje vibrace.
- ▶ Účinně chrání proti tvorbě pittingu a erozi materiálu.
- ▶ Mazací film se udrží na kluzných plochách i při maximálních otáčkách.



NANO procesní kapaliny pro:

- Třískové obrábění
- Tváření za studena
- Zápustkové kování až do teploty 550°C
- Víceoperační tvářecí automaty

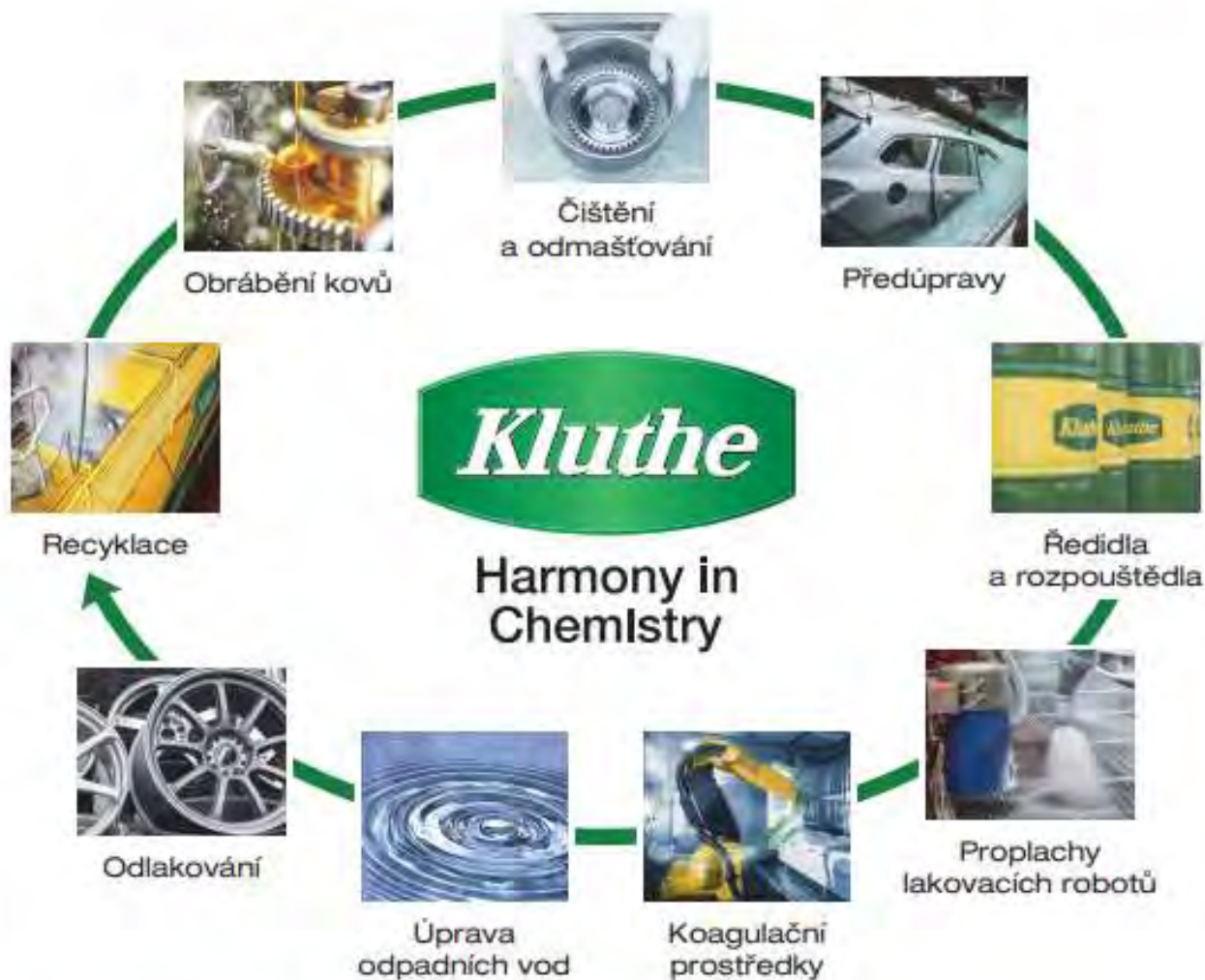
Nabízíme NANO přísady do běžných řezných a tvářecích olejů a běžných emulzních kapalin. Dále nabízíme vodní 100 % bezolejové plně formulované NANO kapaliny pro tváření i třískové obrábění.

VÝHODY:

- ▶ Snížené opotřebení nástrojů o 30-50 %.
- ▶ Snížené tření. U kování a lisování tvarové složité díly dochází k lepšímu „zatečení“ materiálu do těžko přístupných míst.
- ▶ Vyšší kvalita výrobků (méně povrchových a podpovrchových vad, nižší drsnost).
- ▶ Naše vodní kapaliny jsou šetrné k lidskému zdraví, neobsahují chlór, bórformaldehyd ani zinek.




KOMPLEXNÍ CHEMIE PRO VÝROBU 360°



Kluthe CR, s.r.o.

Podkovářská 674/2

190 00 Praha 9

Česká republika

Tel.: +420 493571623

E-mail: kluthe@kluthe.cz

www.kluthe.cz



Kontakty:

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

Zkušební laboratoř: Poděbradská 358, 288 02 Nymburk
tel. 725 118 975, 605 151 799

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

ZKUŠEBNA POVRCHOVÝCH ÚPRAV

AKREDITOVANÁ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ č. 1125

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

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

PROVEDEME PRO VÁS:

- akreditované zkoušky nátěrových hmot, tmelů, nátěrových systémů a povlaků včetně hodnocení degradace
 - korozní zkoušky (NSS, SO₂, KK)
 - urychlené povětrnostní testy (QUV)
 - cyklické zkoušky - UV záření/vlhko/sůl/mráz - např. dle EN ISO 12944-9, TKP19B-pro ŘSD, TKP25B-SŽDC, VDA testy,...
 - mechanické zkoušky (tvrdost, hloubení, ohyb, přilnavost,...)
 - fyzikálně technologické zkoušky (hustota, netěkavé látky, zasychání,...)
- neakreditované zkoušky podle požadavku a dohody se zákazníkem
- hodnocení přípravy povrchu pod nátěr
- zpracování a verifikace technologických postupů pro aplikace
- dozorování aplikací
- zastupování a technická pomoc při řešení reklamaci
- zajištění potřebných atestů pro aplikace na ČD a ČD Cargo
- poradenství v oboru, technologické studie, hodnocení efektivity investic



www.jstechnology.cz

Těšíme se na spolupráci s Vámi!



glebusalloys

Společnost Glebus Alloys se pod značkou G-Metal® specializuje na výrobu samomazných kluzných mono- a bimetalických ložisek, desek a pouzder na bázi slihoté kovové matrice impregnované částicemi grafitu - pevného lubrikantu. Výroba probíhá v dceřiné společnosti Ceramet, která funguje v oboru práškové metalurgie od roku 1965.

TYPICKÉ VLASTNOSTI SAMOMAZNÝCH KLUZNÝCH MATERIÁLŮ

	GSM - Glebus Alloys G-Metal®	GBM - Glebus Alloys bimetal
MECHANICKÉ VLASTNOSTI		
Pevnost v tahu [MPa]	55 - 30	270 - 700
Pevnost v tlaku [MPa]	250 - 640	300 - 320
Tvrdost [HV]	48 - 30	40
Hustota [g/cm ³]	6 - 8,7	6,5
Typ pevného lubrikantu	Grafit (+MoS ₂)	Grafit
PROVOZNÍ PARAMETRY		
Max. statické zatížení [MPa]	70 - 250	280 - 320
Max. dynamické zatížení [MPa]	30 - 130	80 - 150
Max. kluzná rychlost za sucha [m/s]	0,2 - 0,5	0,3 - 0,5
Max. PV za sucha [N/mm ² · m/s]	0,5 - 1,5	0,5 - 1,0
Typický koeficient tření za sucha	0,11 - 0,5	0,10 - 0,20
Typický koeficient tření za mokra	0,11 - 0,18	0,10 - 0,15
Provozní teplota min/max [°C]	-200 / 650	-150 / 280
ROZMĚRY		
Min. a max. délka [mm]	15 - 30	10 - 100
Min. a max. průměr [mm]	14 - 440	12 - 950
DESKY		
Min. a max. tloušťka [mm]	9 - 50	2,5 - 15
Délka [mm]	až 245	až 665
Šířka [mm]	až 100	až 300

Uvedené rozměry odpovídají standardizované výrobě. Lze je přizpůsobit konkrétním požadavkům

GLEBUS ALLOYS EUROPE, S.R.O.

Masarykovo náměstí 1294, 547 01 Náchod
+420 491 421 211

sales@glebusalloys.com

glebusalloys.com

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

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

Povrcháři ISSN 1802-9833

Šéfredaktor

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

Redakce

Ing. Jan Kudláček, Ph.D., tel: 605 868 932

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., IWE tel: 720 108 375

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605868932

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Redakční rada

prof. Ing. Pavol Božek, STU Bratislava, MTF Trnava

prof. Ing. Andrea Kalendová, Univerzita Pardubice

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., ČVUT v Praze

doc. Ing. Václav Machek

Ing. Jana Vrbová, Certifikační sdružení pro personál, z.s.

Ing. Petr Szelag – Pragochema spol. s r.o.

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

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., IWE, ČVUT v Praze

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

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