

Povrcháři

1. číslo Leden 2022

**CERTIFIKACE PRACOVNÍKŮ V OBLASTI PROTIKOROZNÍCH OCHRAN
A POVRCHOVÝCH ÚPRAV - KOROZNÍ INŽENÝR 2022**

GALVANIZÉR 22

**URYCHLENÉ LABORATORNÍ METODY ZKOUŠENÍ
PROTIKOROZNÍ OCHRANY POVLAKŮ**

**VODA JAKO LIMITUJÍCÍ FAKTOR
V PROCESCH POVRCHOVÝCH ÚPRAV**

**POVRCHOVÉ OCHRANY KOVŮ A BETONŮ
S VYUŽITÍM KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ BELZONA**

**INOVATIVNÍ BROUSÍCÍ PROSTŘEDKY
PRO DOKONČOVACÍ OPERACE**

NOVÉ MOŽNOSTI ČIŠTĚNÍ TLAKOVOU VODOU

**PROGRESIVNÍ TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV
- ROBOTICKÁ LINKA PRO LAKOVÁNÍ DVOJKOLÍ**

KDO JE ROZSOUDÍ VII.

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Zdravíme Vás všechny s novým 1. číslem Povrcháře a přejeme vše dobré do zbytku letošního roku. Jak jsme si v tom loňském posledním čísle slíbily a předsevzaly, budeme si i letos vzájemně svítit na cestu poznání a třeba jen tak na práci a do života.

Vybrali jsme i tentokrát trochu povrchářských informací od řady z vás, kteří jste si našli chvíli a chuť se rozdělit o své myšlenky. Myšlenky, jak všichni velmi dobře víme, jsou jediným bohatstvím, které, když se s někým o něj podělíme, neubude. A přitom je velice těžké určit jeho cenu!

Všichni, za nimiž je v každém okamžiku na časové ose života vidět vytvořené hodnoty, to velice dobře vědí. A tak alespoň v duchu občas poděkujeme, když se něco podaří, nebo se dostaví nápad z kterého bude třeba i užitek. To poděkování nemusí být ani moc slyšet, může být třeba jen tak v duchu pro sebe.

Možná, že s tím budete souhlasit, poděkovat se má skoro vždy! I jen tak proto, aby bylo možno poděkovat zase příště.

A též i za to, že Vás někdo jen tak vyslechne. Doma, v práci, v úřadě. Je to též velmi cenné. V digitální době to bude ještě vzácnější a cennější. Tam na takové zbytečnosti prý nebude ani kolonka.

Tak tedy díky všem autorům příspěvků, nejen těch dnešních. Zároveň si dovoluujeme připomenout, že i pro Váš příspěvek je na stránkách Povrcháře stále dost místa.

Na tomto místě dovoluujeme si zvláště poděkovat matematikovi, fyzikovi, ale též specialistovi na stříkácké technologie, a především vzácnému člověku Ing. Josefu Ježkovi, který se pravidelně snaží všem nám poodhalovat to, jak to všechno začalo dávno předtím, než jsme začali povrchářit. I když tyto zákonitosti není snadné pochopit, čerpejme z nich. Jsou kolébkou základů poznání a skutečností, které lidstvu v mnohém nebylo ještě dáno poznat anebo na mnohé již zapomnělo. Díky, především od čtenářů.

S pozdravem

Vaši



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

PS. Co připravujeme:

- | | |
|-------------------|---|
| 15. 3. 2022 | Povrchové úpravy ve strojírenství – KOROZNÍ INŽENÝR 2022 |
| 29. 3. 2022 | Kurz – GALVANICKÉ POKOVENÍ 2022 |
| 27. - 28. 4. 2022 | Seminář – TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ – Čejkovice 2022 |

Certifikace pracovníků v oblasti protikorozních ochran a povrchových úprav – KOROZNÍ INŽENÝR 2022

Odborná úroveň osob vykonávající odborné a manažerské činnosti v našich oborech a jejich řádná způsobilost musí být pro bezproblémové vykonávání kvalifikovaných prací s certifikací podle platné legislativy a v souladu se změním standardu APC Std-401 „Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozní ochrany“.

Certifikovaní pracovníci musí mít, stejně jako v jiných oborech, teoretické a praktické vědomosti v rozsahu, ve kterém provádějí činnosti při práci projekční, inspekční, při hodnocení rizik a při práci řízené odborných pracovišť tohoto zaměření.

Kvalifikace a certifikace v tomto oboru představuje nejen splnění požadavku dostatečné praxe, ale též absolvování dokumentovaného školení ve schváleném školicím středisku a fyzickou (zrakovou) způsobilost.

Způsobilost pracovníků a jejich pravomoc odpovídají stupni absolvovaného studia (Korozní technik, Korozní technolog, Korozní inženýr – není podmíněno vysokoškolským stupněm vzdělání, ale poukazuje na skutečnost, že jde o velmi zkušeného pracovníka v oboru s vysokými teoretickými, praktickými a manažerskými znalostmi schopného vykonávat odborné práce ve specifických zaměřeních protikorozní ochrany a povrchových úprav na nejvyšší úrovni). Což je dáno kombinací praxe a teoretických vědomostí z protikorozních ochran a povrchových úprav.

Každoročně je na FS ČVUT v Praze, již více jak 15 let pořádáno v rámci celoživotního vzdělávání ucelené dvousemestrové studium „Povrchové úpravy ve strojírenství“, které umožňuje doplnit si potřebné vědomosti o nové poznatky a získat certifikovanou kvalifikaci „Korozní inženýr“.

Studijní skupina v počtu 20 posluchačů se zúčastňuje dvoudenních výukových bloků cca jedenkrát za měsíc, tedy celkově 13krát během celého studia. Posluchači tak vyslechnou přednášky více jak 20 specialistů z oboru protikorozních ochran a povrchových úprav. K přednesené látce obdrží odborné texty ke všem okruhům učiva. Celkově v rozsahu 150 hodin přednášek, cvičení a exkurzí.

Harmonogram studia

1. semestr: Materiály, koroze a protikorozní ochrana – 72 hodin

Téma	Počet hodin
1. Základy koroze a formy koroze	6
2. Strojírenské materiály	12
3. Fyzikální chemie	6
4. Degradáční korozní mechanismy	6
5. Koroze dle prostředí	8
6. Koroze materiálů	10
7. Korozní inženýrství, inspekční činnost	6
8. Strojírenské technologie a povrchové úpravy	6
9. Koroze v průmyslu	6
10. Tribologie	6
Celkem	72 hodin

2. semestr: Technologie povrchových úprav – 72 hodin

Téma	Počet hodin
10. Předúpravy a čištění povrchu	6
11. Kovové povlaky, technologie, aplikace	6
12. Galvanické pokovení	10
13. Nekovové anorganické povlaky, technologie, aplikace	6
14. Žárové pokovení	6
15. Nátěrové hmoty (NH) a systémy, technologie nanášení	6
16. Práškové plasty (PP) a technologie povlakování	4
17. Dočasná protikorozní ochrana	4
18. Kontrola kvality a zkušebnictví v oboru povrchových úprav	8
19. Ekologie povrchových úprav	6
20. Exkurze na vybraná pracoviště	10
Celkem	72 hodin

Bližší informace o tomto studiu na www.povrchari.cz nebo na emailu jan.kudlacek@fs.cvut.cz.

Zahájení studia 15. 3. 2022

Přihlášení do studia je ještě možné.

Fakulta strojní ČVUT v Praze
ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy
nabízí technické veřejnosti v rámci programu
celoživotního vzdělávání
studijní program:

POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ

Po absolvování tohoto studia lze způsobilost a získanou kvalifikaci
v tomto oboru prokázat certifikací
dle standardu APC Std-401 - Korozní inženýr

Zahájení výuky - **15. března 2022**



Bližší informace, včetně učebních plánů a přihlášky, získáte na
www.povrchari.cz nebo info@povrchari.cz



WWW.POVRCHARI.CZ

Galvanizér 22

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

Po vzpomnutí na slavné vědce a jejich objevy (L.Galvani -1791, A.Volta -1820, M.Faraday -1834, M. H. Jacobi -1839) se následně první zmínky o technickém vylučování kovů z elektrolytů objevují na přelomu a v druhé polovině 19. století. Více jak 100 let se již tento způsob pokovení používá v průmyslovém měřítku. Na samém počátku to byl především nikl (Wattsonův elektrolyt -1916) a měď. Postupně i všechny ostatní kovy, tak jak je známe z galvanických pracovišť, nebo z pokovených povrchů.

Galvanotechnika a galvanicky (elektrolyticky) vyloučené povlaky jsou dnes nezbytnými povrchovými úpravami pro strojírenství i řadu dalších odvětví, a to především pro svoje nezastupitelné vlastnosti: Především přesnost a universálnost.

Ve strojírenství pracujeme obvykle s přesností v setinách až tisícinách milimetru. Galvanotechnika pracuje běžně v tisícinových tolerancích, ale umí splnit i požadavky o řád nižší. Tedy v mikrometrech až desetinách mikrometrů.

Universálností se rozumí schopnost vylučovat. kovové povlaky na stejném principu a se stejným nebo podobným technickým vybavením, včetně toho legislativního, i potřebné kvalifikace pracovníků.

Galvanicky lze zhotovit povlaky téměř ze všech kovů a s řadou vlastností. Povlaky protikorozní, ozdobně – ochranné, odolné proti opotřebení, speciální. Povlaky vícevrstvé, slitinové, kompozitní, velmi tenké, s velkou tloušťkou. Na kovech i na plastech. Ano to umíme a děláme pro široké spektrum zákazníků z celé naší společnosti.

A co pro nás dělá společnost? Pozitivního vůbec nic. Negativní to vše ostatní. Postupně nám zrušila výuční obor – galvanizér, nemáme možnost vystudovat tento obor s maturitou, zcela chybí výzkumná základna pro tento obor, chybí speciální lékařská péče, zdražuje voda a energie, což může být brzo pro řadu provozů neúnosné.

A kam spějeme? Prý do Evropy. Tam kde existuje odborná výuka zaměřená na výchovu nových specialistů pro tento obor, kterou nikdo nezrušil. Tam, kde existují odborné organizace, které pomáhají při zavádění nových technologií, výzkumné ústavy pracující se státní podporou.

Je to docela malý zázrak, že se stále držíme na dobré odborné úrovni, dodáváme pokovené zboží ve vysoké kvalitě a vyrábíme galvanovny a zařízení na světové úrovni. To vše s tradicí a kvalitou kdysi označovanou Made in Czechoslovakia.

Ne není to zázrak! Je to vše dáno pracovitostí a zkušenostmi našich lidí. A také tím, že na provozech jsou stále ještě pamětníci a absolventi výučního oboru z Ledče. Z více jak tří tisícovek všech povrchářů, je téměř polovina od této odbornosti. Po absenci pětadvaceti ročníků absolventů vyučených v tomto speciálním a náročném oboru, to začíná být s potřebnou kvalifikací docela problém.

Nechceme kritizovat, to není na nic. Snažíme se pomáhat. Proto i letos, všichni kolem Povrcháře, za pomoci špičkových odborníků z oboru, jsme připravili Kurz pro všechny galvanizéry (vyučené i nevyučené), kteří si chtějí doplnit své vědomosti a získat kontakty na specialisty z oboru. Podrobnosti jsou na přiložené pozvánce a bližší informace na mailu: info@povrchari.cz

Urychlené laboratorní metody zkoušení protikorozní ochrany povlaků

Ing. František Herrmann, CSc., Jaroslav Dospěl – SYNPO, a. s.

Úvod

Korozní zkoušky jsou všeobecně spojovány především s materiálovým inženýrstvím a metodami, zabývajícími se zjišťováním korozních úbytků materiálů vystavených specifickému koroznímu prostředí. Zcela samostatnou kapitolu, stojící jaksí mimo výše uvedenou specifikaci, představují zkoušky, které se aplikují na ty případy, kdy je protikorozní ochrana materiálů zajišťována ochrannými povlaky, ať již organického nebo kovového charakteru. Hovoříme zde o zkoušení protikorozní odolnosti povrchových úprav materiálů.

S korozní zkouškou, např. v neutrální solné mlze se potkalo mnoho z nás. Jedná se o poměrně jednoduchý test prováděný za ustálených korozních podmínek. V předpisech pro kontrolu korozní odolnosti povrchových úprav se však stále větší a větší měrou prosazují sofistikované postupy, pro které se v literatuře vžil označení cyklické korozní zkoušky¹⁾. Mnohé z těchto zkoušek pronikly posléze do mezinárodních standardů a mnohé další tvoří náplň předpisů velkých průmyslových sdružení, korporací nebo firem. Přestože tyto zkoušky a postupy nejsou zcela nové^{2, 3)}, s jejich použitím ve větším rozsahu se ve zkušební praxi setkáváme až v posledním desetiletí.

Praktický význam urychlených laboratorních korozních zkoušek

Urychlené laboratorní korozní testy⁴⁾ jsou v průmyslové praxi využívány dominantně ze tří následujících důvodů.

- Pro výrobce nových materiálů a technologií povrchových úprav s vyšší protikorozní ochranou je základním přínosem testů možnost významně zkrátit vývoj těchto materiálů;
- Pro projektanty a navrhovatele povrchových úprav spočívá zásadní význam těchto zkoušek v možnosti volit z více navržených řešení povrchových úprav ty s nejvyšší životností nebo s nejlepším poměrem cena/ životnost.
- A v neposlední řadě pak pro zhotovitele povrchových úprav představují tyto zkoušky možnost dospět k verdiktu, zda zkoušená povrchová úprava či technologie splňuje/ nespĺňuje požadavky předpisu nebo smlouvy a zajistit si tak vysokou jakost své produkce.

Způsoby provedení korozních zkoušek

Ačkoliv pokusy o jakousi klasifikaci nebo rozdělení korozních zkoušek považujeme spíše za akademickou nebo pedagogickou záležitost, je nutné zmínit některé základní atributy těchto zkoušek, neboť technická veřejnost s nimi přichází velmi často do kontaktu.

Pokud uvažujeme oblast zkoušení odolnosti povlakových systémů na kovových substrátech, existuje několik základních způsobů uspořádání korozního testu. Jedná se o zkoušky v parní fázi (atmosféře), zkoušky ponorem do kapalných médií a dále o jejich vhodné kombinace – viz tab. 1.

Tab.1: Základní způsoby uspořádání korozního testu při zkoušce povlakových materiálů

Variety provedení zkoušky	Bližší specifikace	Příklad metody
Zkoušky v korozních atmosférách	Bez příměsí polutantů, např. pouze vlhkost	Zkouška v kondenzační komoře
	S přidavkem dalších stresorů (NaCl, SO ₂ , ozón atp.)	Zkouška v solné mlze
Ponorové zkoušky	Klasický ponor do kapalného média	Stanovení odolnosti kapalinám
	Ponor s vloženým vnějším napětím	Elektrochemická impedanční spektroskopie
Kombinované metody	Ponor/ postřik kombinovaný s expozicí v korozní atmosféře	SAE J 2324, Scab test 5),

Zkoušky za konstantních podmínek vs. cyklické zkoušky

V průmyslové praxi jsou urychlené laboratorní korozní zkoušky, prováděné za ustálených podmínek (jedná o zkoušky necyklické) velmi často využívány pro kontrolu jakosti provedení povrchových úprav. Tzn., že degradační faktory, které ovlivňují poškození povlaku, jsou po dobu takové zkoušky neměnné a zkoušky pak probíhají např. při konstantní teplotě, vlhkosti, koncentraci polutantů apod. – viz také obr. 1 a tabulka 2. Alternativní označení pro tyto zkoušky může být „jednofázové testy“.

Jestliže se však při korozní testu v průběhu času střídají (většinou v pravidelných intervalech) odlišné podmínky (fáze, periody), hovoříme o vícefázovém korozním testu. Ve světové literatuře se ale pro tyto zkoušky historicky vžil termín „Cyclic corrosion tests“ (dále zkratka CCT). Obecně však takové testy nemusí být cyklické, ale vždy se jedná o testy vícefázové, viz také obrázek 1.

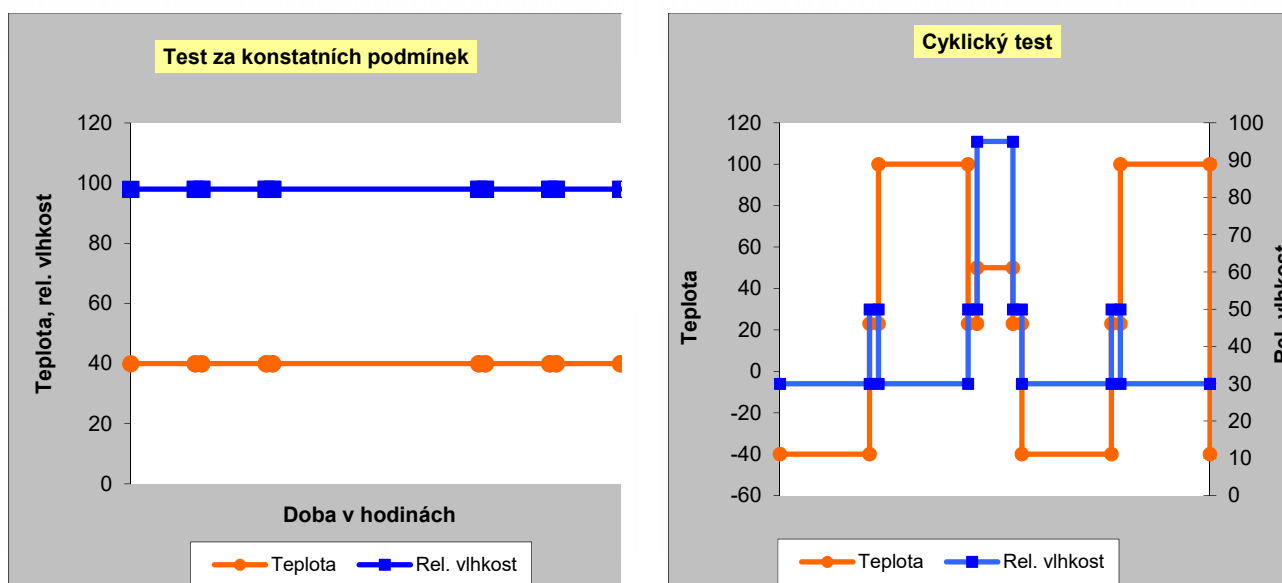
Tab. 2: Základní odlišnosti vícefázové (cyklické) a jednofázové (necyklické) korozní zkoušky

Typ testu	Charakter podmínek	Příklad	Počet fází	Působící faktory
Jednofázový test	Konstantní podmínky po celou dobu zkoušky (jedna fáze)	Zkouška v neutrální solné mlze ČSN EN ISO 9227	1	Zvýšená teplota a vlhkost, kyslík, sůl
		ČSN EN ISO 6270-1 ČSN EN ISO 6270-2CH	1	Zvýšená teplota a vlhkost, kyslík
Vícefázový test	Změna (kolísání) podmínek i variabilita korozních faktorů působících během zkoušky	ISO 12944-6 ISO 11997-2	4 4	Teplota, sůl, vlhko, sucho, mráz, UV záření

Hlavním rysem těchto zkoušek je variabilita úrovně faktorů působících při urychlené laboratorní zkoušce v čase, vedoucí nejen k samotné korozi kovového substrátu, ale často i k destrukci exponovaného materiálu v širším slova smyslu. Jako hlavní přednost těchto zkoušek bývá uváděna významně vyšší míra korelace^{2,8)} výsledků těchto laboratorních zkoušek s expozicí povrchově upravených materiálů a výrobků v reálných podmínkách ve srovnání s výsledky zkoušek provedených za konstantních podmínek. Zásadní rozdíl mezi podmínkami při jednofázové a vícefázové zkoušce je zřejmý z ilustrace na obrázku 1.

Měli bychom mít na paměti, že v přírodě se konstantní podmínky prostředí (mikroklima, působící bezprostředně na namáhaný předmět) však běžně téměř nevyskytují. Nenacházíme je však často ani v průmyslové praxi. Bývá tomu právě naopak a ochranné povlaky bývají v průběhu svého života, kdy plní především své ochranné funkce, vystaveny poměrně velkému cyklickému namáhání. Jako odpověď na tyto skutečnosti začaly být proto do zkušební praxe postupně zaváděny dvoufázové i vícefázové testy.

V cyklických (vícefázových) zkouškách každá jednotlivá fáze představuje soubor většinou konstantních expozičních podmínek. Při přechodu z jedné fáze zkoušky do druhé fáze může však docházet nejen k změně úrovně těchto faktorů (např. změna vlhkosti, teploty apod.), ale zkušební předmět může být v další fázi vystaven účinkům i zcela odlišných faktorů než ve fázi předešlé - viz také tabulka 3 a tabulka 4.



Obr. 1: Schématické vyjádření časového průběhu teploty a relativní vlhkosti za konstantních podmínek (ČSN EN ISO 6270-2 CH) a při vícefázovém testu (Test Ford 3.5.1)

Dvoufázové testy

Přes dlouhotrvající rozšíření zkoušek za konstantních podmínek v průmyslové praxi nejsou a ani nebyly cyklické zkoušky v minulosti zcela neznámé. Historicky vznikly nejprve dvoufázové zkoušky, z nichž snad patrně neznámější je tzv. Kesternichův test zkoušení povlaků ve vlhkém teple za přítomnosti plynného oxidu siřičitého (viz tabulka 3), ve kterém se cyklicky střídají dvě úrovně teploty, vlhkosti a množství SO₂.

Tab. 3: Teplota, vlhkost a teoretická koncentrace SO₂ během zkoušky dle standardu DIN 50018 -2,0 S

	Doba trvání fáze	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost	Koncentrace SO ₂
Fáze 1	8 hodin	40 (±3) °C	> 98 %	Např. 0,67 % obj.
Fáze 2	16 hodin	23 (±5) °C	< 75 %	-

Obdobný charakter má např. i střídavý test ve vlhkém teple bez přítomnosti dalších komponent (ČSN EN ISO 6270-2 ATH). Mezi dvoufázové zkoušky náleží i urychlené povětrnostní zkoušky pod UV světlem. Typická zařízení vhodná k provedení obou zmíněných dvoufázových zkoušek jsou uvedena na obrázku 2. Do skupiny dvoufázových testů náleží také tzv. „Prohesion test“, jako typický zástupce cyklické zkoušky v prostředí solné mlhy- viz také tabulka 4.

Tab. 4: Některé běžně využívané dvoufázové cyklické korozní testy

Označení	Stručná charakteristika	Vhodné pro
ČSN EN ISO 6270-2 AHT	Střídavý test ve vlhkém teple	Organické povlaky
DIN 50018 -2,0S; ČSN EN ISO 6988	Střídavý test ve vlhkém teple za přítomnosti SO ₂	Zinkovaný ocelový plech Organické i kovové povlaky
ČSN EN ISO 4892-3 ČSN EN ISO 16474-3 ASTM G 154	Střídavý povětrnostní test pod UV lampami a v kondenzační komoře	Plasty, organické povlaky, nekovové materiály, stavební materiály
ASTM G 85 Annex 5	Střídavý korozní test ve speciální solné mlze a ve vlhkém teple, tzv. „prohesion“ test	Organické povlaky
ČSN EN 600068-2-52	Střídavý test sůl, vlhko	Součástky a zařízení



Obr. 2: Zařízení pro dvoufázové cyklické zkoušky – nalevo kondenzační komora s dávkovačem plynného SO₂ pro zkoušku dle DIN 50018 – 2.0 S, napravo zařízení pro urychlenou povětrnostní zkoušku s kondenzací vlhkosti a expozicí pod UV lampami dle tabulky 4 standardu ČSN EN ISO 16474-3

Vícefázové zkoušky

Po celou dobu existence urychlených laboratorních zkoušek bylo činěno úsilí o zavedení takových zkušebních metod, které by poskytly co nejvyšší korelaci výsledků laboratoře s výsledky zjištěnými expozicí vzorků na stanicích nebo při použití výrobku v reálných podmínkách. Snahou tedy bylo zapojit do korozního děje co nejvíce degradačních faktorů, a tak co nejméně napodobit vnější podmínky.

Působení pouze dvou faktorů, např. UV světla a zvýšené teploty nebude patrně zcela simulovat účinky vnějšího prostředí, pokud do hry nevstoupí další faktor, jakým je např. vlhkost. Vlhkost umožňuje zejména vznik elektrolytu, a tudíž existenci elektrického mikročlánku na povrchu substrátu. Bobtnání a vysychání vzorku pak navíc vede ke generování napětí ve vzorku vlivem odlišného expanzního koeficientu substrátu a povlakového materiálu. Toto napětí a jeho kolísání pak působí jako další degradační faktor při zkoušce a vede např. ke snížení adheze povlaku k podkladu nebo k praskání povlaku.

Přestože vývoj zmíněných vícefázových metod probíhá již několik desetiletí, k zakotvení těchto metod v národních a mezinárodních normách dochází mnohem později, viz např. zavedení ASTM D5894 v roce 1996, ISO 11997-2 v roce 2000 či ISO 12944-6 v roce 2018 (druhé vydání). Výčet některých nejznámějších vícefázových cyklických korozních zkoušek přináší tabulka 5.

Tab. 5: Některé vícefázové cyklické korozní testy

Označení standardu	Počet fází	Stručná charakteristika zkoušky	Aplikace
ISO 12944-6, 9	4	Střídavý test sůl, sucho, vlhko, UV, mráz	Ocelové konstrukce, těžká protikorozní ochrana
ASTM D 5894	4	Střídavý test sůl, sucho, vlhko, UV	Námořní nátěry
ISO 11997-1,2	3-4	Střídavý test sůl, sucho, vlhko (UV)	Nátěry obecně
ČSN EN 927-6	3	Střídavý test vlhko, sucho, UV, postřik	Nátěry na dřevo
ČSN EN ISO 4982-3	3	Střídavý test vlhko, sucho, UV, postřik	Plasty, nekovové materiály
ISO 14993	3	Střídavý test, solná mlha, vlhko, sucho	Kovy a slitiny kovů
SAE J 2334	3	Střídavý test vlhko, sucho, sůl postřik, ponoření	Lakované autodíly
VOLVO STD 1027,14	3	Střídavý test vlhko, sucho, sůl postřik	Lakované autodíly
PV 1210 (VW)	3	Střídavý test sůl, sucho, vlhko	Lakované autodíly
VDA 233-102, A, B, C	9	Střídavý test sůl, sucho, vlhko, mráz	Lakované autodíly

Cyklické korozní zkoušky ⁶⁾ jsou velmi často využívány ke kontrole jakosti lakování a souvisejících povrchových úprav v dopravním strojírenství. Patrně nejvíce předpisů a metod pochází z automobilového průmyslu, viz např. předpisy PV 1210, VDA 621-415, VDA 233-102, SAE J2334, STD 1027,14, Nissan 1,2 a 4, Honda 1, Mazda MTC, GM 8540P/B, atp. Velmi důkladné jsou např. předpisy určené ochranu ocelových konstrukcí mostů pozemních komunikací povlakovými systémy ⁷⁾ (TKP 19. B).

Jaké parametry nebo vlastnosti jsou obvykle předmětem hodnocení po ukončení expozice

Při inspekci se zabýváme nejčastěji hodnocením korozních efektů, které vznikají na povrchu hodnoceného povlaku, případně na samotném kovovém podkladu. Neméně důležitým předmětem inspekce po korozních zkouškách je hodnocení přilnavosti povlaku k substrátu. Třetí skupina hodnocených parametrů se pak týká zejména vzhledu povlaku, jeho textury apod., viz tabulka 6.

Tab. 6: Nejčastěji hodnocené parametry kvality ochranných povlaků

Vlastnosti	Hodnocený parametr	Zkušební standard
Korozní defekty	Hodnocení stupně puchýřkování	ČSN EN ISO 4628/2, ASTM D 714
	Hodnocení stupně prorezavění	ČSN EN ISO 4628/3, ASTM D 610
	Hodnocení stupně praskání	EN ISO 4628/4, ASTM D 660
	Hodnocení stupně odlupování	ČSN EN ISO 4628/5
	Hodnocení stupně delaminace v okolí řezu	ČSN EN ISO 4628/8
	Hodnocení stupně koroze v okolí řezu	ČSN EN ISO 4628/8, ASTM D 1654
	Hodnocení nitkové koroze	ČSN EN ISO 4623-1 a 2, ČSN EN ISO 4628-10
	Koroze na hranách, na svarech apod.	ASTM D 1654
Adhese	Mřížková zkouška	ČSN EN ISO 2409
	Odrhová zkouška přilnavosti	ČSN EN ISO 4624
	Multi-impact test a Single impact test	ČSN EN ISO 20567-1, 20567-2
	Scratch test	ČSN EN ISO 1518-1
Vzhled	Změna vzhledu	ČSN EN ISO 4628/1, tabulka 3
	Změna čísla lesku	ČSN EN ISO 2813
	Změna barevného odstínu	ČSN EN ISO 11664-4, ASTM E 1347
	Hodnocení křídování povrchu	ČSN EN ISO 4628/6
	Změna drsnosti povrchu	ČSN EN ISO 4687



Obr. 3: Příklady typických defektů, objevujících se při korozních testech; vlevo rozsáhlé puchýřkování při zkoušce v kondenzační komoře (ISO 6270-2CH), vpravo je pak na ocelovém panelu pro stavbu lodí po 4200 hodinách expozice v cyklickém korozním testu NORSOK M 501 patrná masivní koroze v okolí řezu, zhotoveného vertikálně i horizontálně nátěrem

Co je užitečné vědět při zadávání laboratorních korozních zkoušek

Na závěr bychom si dovolili uvést některé praktické rady či zkušenosti z dlouholeté zkušební praxe. Aby zadavatelé zkoušek i zkušebna společně dospěli v co nejkratším čase ke zdárnému ukončení zkoušek, je potřebné přesně specifikovat zejména následující údaje:

- Přesně specifikovat požadovanou zkušební metodu, např. ČSN EN ISO 9227 AASS
- Stanovit dobu zkoušení, případně počet korozních cyklů a také termíny průběžných inspekci vzorků během expozice
- Zcela jednoznačně specifikovat umístění vzorku v komoře nebo ve zkušebním zařízení či způsob jeho zavěšení, aby bylo zřejmé, které plochy budou např. vystaveny působení solné mlhy a které nikoliv. Toto platí především pro 3D vzorky a reálné díly
- Vyjmenovat také, a to bez jakýchkoliv pochybností, všechny defekty a poškození povlaku, která budou předmětem hodnocení při inspekci vzorků
- A na neposledním místě je pro klienty užitečné vymezit také přípustný rozsah defektů, poškození, změn vzhledu nebo jiných vlastností povlaku. Porovnání výsledků zkoušek a přípustných hodnot parametrů slouží v dalším kroku obvykle ke schvalování výrobků (kvalita vstupů do výroby), k vystavení prohlášení o shodě nebo k certifikaci produktu příslušnými autoritami.

Závěr

Cyklické korozní testy se pro svou příznivější korelaci⁸⁾ s výsledky poškození povrchových úprav v reálných podmínkách použití stále více prosazují při praktickém ověřování kvality velmi rozmanitých povrchových úprav kovových materiálů ochrannými organickými i kovovými povlaky. Garantem úspěšného provedení zkoušek však bývá vždy velmi úzká spolupráce zadávajícího zkoušky se zkušebním technikem. Zkušební laboratoř SYNPO disponuje jak vhodným zkušebním zařízením pro tyto testy, tak i zkušeným a kvalifikovaným personálem.

Literatura

- [1] Cremer N.D.: Anticorrosion Methods and Materials, 43(3) (1996) 16
- [2] Simpson C.H a kolektiv.: JPLC, 8 (May) (1991) 28
- [3] Simpson C.H., Hicks R.C.D: Paint&Coating Industry, (May 1977), 76
- [4] Herrmann F., Schiller M., Schiller L.: Sborník 6. mezinárodní seminář „Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav“, strana 39-43, ISBN 978-80-904502-0, Brno 2009
- [5] ČSN EN ISO 11474 (038196) - Koroze kovů a slitin - Korozní zkoušky v umělých atmosférách - Urychlená zkouška ve vnějším (atmosférickém) prostředí s občasným postřikem solným roztokem (Scab zkouška)
- [6] Herrmann F., Schiller M.: Parametry kvality povrchových úprav v automobilovém průmyslu, Sborník seminář TOP technology Brno, (2008) 40-44; ISBN 978-80-254-1943-4
- [7] Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, kapitola 19, protikorozní ochrana ocelových mostů a konstrukcí, část B, vydalo MD ČR, odbor infrastruktury, Praha červen, 2018
- [8] Fizzi M.A., Aragon E.: JPLC, September (2002) 58

Voda jako limitující faktor v procesech povrchových úprav

Ing. Lukáš Fuka, Ing. Tomáš Fuka, Ing. Tomáš Fuka, CSc. – Techneco Praha s.r.o.

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

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

Z hlediska zajištění provozní vody jsou v podstatě čtyři možnosti:

Vodovodní voda – má zaručenou kvalitu danou vyhláškou Ministerstva zdravotnictví 252/2004 Sb., která je koncipována z hlediska její konzumace, kdy se mohou jednotlivé ukazatele lišit od požadavků technologie na oplachovou vodu. Proto ani zde není možno šablonovitě vodu užívat bez případné úpravy. Omezujícím faktorem pak zde bývá objem dodávek vody.

Odběr z povrchových zdrojů – získávaná voda je různého složení, které se mění během roku, složení je významně ovlivněno tzv. okolovými stavy. Úprava je zde vždy nutná, jednotlivé kroky úpravy pak závisí na účelu použití vody. Objem odběrů zde nebývá limitujícím faktorem z hlediska potřeb technologické vody.

Odběr podzemních vod – zde je opět široké rozmezí složení vody a tím se i liší nutné úpravy před použitím ve výrobním procesu. Nejproblematičtějšími parametry bývá obsah hořčíku a vápníku, tzv. tvrdost vody, dále pak celkový obsah rozpuštěných anorganických solí RAS_{550} , případně železa, manganu, síranů a chloridů. Omezujícím faktorem zde také bývá vydatnost zdroje.

Dovoz provozní vody – je krajním řešením, řešení pak závisí na zdroji odkud je voda čerpána a dovážena. Z ekonomického hlediska je tato alternativa přijatelná jen pro malé provozy, nebo pro provozy, kde došlo ke změně zásobování vodou, např. zrušení dodávek z místních zdrojů.

Nakládání s odpadními vodami a proces čištění

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

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

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

V případě vypouštění do povrchových vod jsou stanoveny koncentrační standardy zbytkových koncentrací škodlivin ve Vládním nařízení 61/2003Sb. ve znění 401/2015Sb. Standardy jsou stanoveny na emisně imisním principu. Emisní standardy, tj. koncentrační, či hmotové množství stanovená a tabelovaná pro jednotlivé druhy výrob, v tomto případě pro povrchové úpravy kovů a plastů ve formě koncentrací škodlivin ve vypouštěné vodě. Imisní standardy pak stanovují nejvyšší přípustné koncentrace v recipientu odpadních vod, tj. v povrchovém toku kam jsou vyčištěné odpadní vody vypouštěny. Vodoprávní úřad pak může v rozhodnutí stanovit koncentrační limity maximálně do výše standardů s uplatněním emisně-imisního hodnocení.

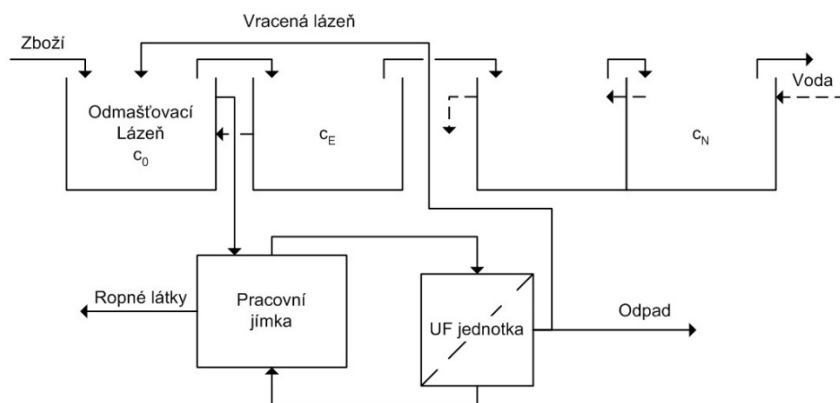
Uvedené požadavky na vypouštění odpadních vod jsou často v řadě případů největším problémem a omezujícím faktorem provozů povrchových úprav a případného zvýšení kapacity linek, což je u stávajících provozů a neustále se zpřísňujícím požadavkům na kvalitu vypouštěné vody pochopitelné. Stejně problémy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

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

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

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

U této skupiny opatření je především významná regenerace funkčních lázní a prodloužení jejich životnosti, čímž se významně prodlouží životnost lázně a tím i interval zpracování vyčerpané lázně. Nejpoužívanější je tato technika u odmašťovacích lázní, kdy lze dosáhnout řádového prodloužení životnosti lázní a zároveň zkvalitnění a stabilizaci účinnosti tohoto stupně úpravy. Životnost lázní se dle typu provozu prodlouží 8 – 35krát a vhodným uspořádáním šlachového systému pak odpadá i nutnost provozovat na čistírně větev pro zpracování vod s obsahem ropných látek.



Obr. 1: Technologické schéma regenerace odmašťovací lázně

Dále pak je častý postup regenerace u lázní chromovacích (iontoměniče)

Použitím ekonomických oplachů u lázní pracujících za tepla omezí se podstatně její výnosy do oplachového systému

Snižení objemů spotřeby oplachové vody lze dosáhnout následovně:

1. Recyklací vod v oplacích – ionexové technologie, RO, odparky, aj.
2. Uspořádáním oplachových systémů a závěsů
3. Následné kaskádové využití oplachových vod
4. Použitím alternativních výrobních postupů
5. Složení a koncentrace lázní
6. Konstrukční opatření na výrobku

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

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

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

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

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

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

Z uvedeného přehledu některých zásadních prvků limitujících vedení okruhů vodního hospodářství linek povrchových úprav je zřejmé, že nelze používat šablonovitě zaběhaná řešení, ale je nutno problém řešit individuálně v přímé vazbě na používané provozní technologie.

Inovativní brousící prostředky pro dokončovací operace

Pokud jde o dosažení požadované kvality povrchu specifických součástí, lze omílací technologii použít pro širokou škálu různých dokončovacích úkolů. Díky rozsáhlým výzkumným a vývojovým aktivitám společnost Rösler Oberflächentechnik GmbH neustále přichází s novinkami nejen pro strojní technologie, ale také pro příslušné spotřební materiály. Tři nedávno představené produkty umožňují výrazně zlepšit výsledky dokončování, konzistenci procesu, nákladovou efektivitu a udržitelnost operací hromadného dokončování. Zároveň otevírají dveře novým aplikacím, například při dokončování tvarově složitých obrobků.

Technologie omílání může být použita pro různé povrchové úpravy od jednoduchého odstraňování otřepů/zaoblování hran a broušení povrchu až po leštění do vysokého lesku hromadně vyráběných sybkých výrobků i jednotlivých součástí. Dokáže vytvářet specifické efekty na povrchu obrobků. Stejně jako jiné průmyslové procesy musí samozřejmě i hromadné dokončovací operace splňovat nejrůznější požadavky, jako jsou vysoké standardy kvality, stabilita procesu, sledovatelnost procesu a nákladová efektivita. V poslední době se optimální využití zdrojů a udržitelnost dostávají do popředí zájmu v mnoha průmyslových odvětvích. A konečně, rychle rostoucí automatizace a digitalizace výrobních operací vyžaduje také speciálně přizpůsobená řešení pro dokončovací operace. Společnost Rösler Oberflächentechnik GmbH již po desetiletí čelí těmto výzvám rozsáhlým výzkumem a vývojem v oblasti zařízení, procesní a automatizační techniky a spotřebního materiálu

MultiShape - jedinečný tvar umožňuje dříve nemožné

Jednou z takových inovací jsou nová keramická omílací tělíska MultiShape. Oproti všem ostatním výrobkům, které jsou v současné době na trhu dostupné, má toto médium patentovaný tvar bez rovných, rovnoběžných ploch. Tato jedinečná konstrukce na jedné straně zabraňuje ulpívání tělísek v obrobcích, ke kterému může docházet zejména u tvarově složitých obrobků. Takto zaseknutá tělíska mohou vážně ovlivnit proces dokončování a musí se často odstraňovat ručně. Na druhé straně tvar se zaoblenými plochami umožňuje opracování povrchu obrobků, které dosud nebylo možné při omílání zpracovat vůbec nebo jen s velmi složitým provozním nastavením. Patří sem součásti s obtížně přístupnými povrchovými plochami, jako jsou úzké poloměry, podříznutí, zářezy a drážky, které se často vyskytují u lisovaných a ohýbaných součástí. Neobvyklá keramická tělíska umožňují také efektivní a homogenní dokončování vnějších a vnitřních ploch na trubkových segmentech a tvarových součástech, jako jsou pouzdra a hlubokotažné díly.

Ve srovnání s tradičními keramickými tělísky se nový výrobek vyznačuje také rychlejším a dynamičtějším pohybem směsí obrobků a tělísek a vyšší rychlostí úběru materiálu. Výsledkem je až o 10 % kratší doba procesu. Nová omílací tělíska proto představují významný příspěvek k vyšší produktivitě a nákladové efektivitě. Další důležitou vlastností tělísek MultiShape jsou jejich rovnoměrné charakteristiky opotřebení. Tato vynikající vlastnost udržení tvaru umožňuje delší používání média, což pozitivně ovlivňuje provozní náklady. Intenzitu omílání lze přizpůsobit danému způsobu dokončování díky různým složením keramiky.

Omílání bez pění - vyšší stabilita, účinnost a udržitelnost procesu

Tvorba pěny je vedlejší účinek, který se opakovaně vyskytuje při omílacích dokončovacích procesech s plastovými brousícími tělísky, a to i u takzvaných variant se sníženým obsahem pěny. Pěna je problematická, protože působí jako nárazník mezi součástmi a brusivem, a tím snižuje brusný účinek. To vede k omezené spolehlivosti procesu, požadovaný výsledek již nelze zaručit v definované době opracování. Kromě toho se na dílech usazuje pěna obsahující abrazivní a ultra jemné částice, což vede ke kontaminaci povrchu obrobků. Kromě toho pěna zhoršuje kvalitu úpravy technologické vody, takže je třeba použít více aditiv a vodu dříve vyměnit. V neposlední řadě může pěna unikající ze zařízení znečistit pracovní prostředí. Dosud byly činěny pokusy působit proti tvorbě pěny pomocí přísad. Avšak jen s částečným úspěchem při dodatečných nákladech a snížené udržitelnosti.

Vývojové oddělení společnosti Rösler vyřešilo tento problém pomocí bezpečivého přípravku: takzvané varianty N. "Rozsáhlé provozní testy s různými pilotními uživateli před uvedením výrobku na trh ukázaly, že plastová brusná tělesa bez pěny mají stejné brusné vlastnosti a výkon jako předchozí varianty". Testy ukázaly, že proces omílání probíhá s nově vyvinutými plastovými tělísky mnohem stabilněji a že požadovaného výsledku je dosaženo homogenně v kratších časech opracování. Tento pozitivní vliv na ekonomickou efektivitu a udržitelnost je dále umocněn delší životností brusiva a procesní vody, jakož i sníženou spotřebou compoundu. Všechna plastová brusná tělíska z rozsáhlého programu firmy Rösler Oberflächentechnik GmbH jsou k dispozici v provedení N - bez pěny.

Sušení dílů pomocí bezprašného sušícího granulátu

Třetí novinka v oblasti spotřebního materiálu v roce 2021 umožňuje výrazně snížit prašnost vznikající při sušení s využitím organických sušících prostředků, jako je například kukuřičná drť. Kapalná, snadno dávkovatelná přísada Anti-Dust i v malém množství výrazně snižuje tvorbu prachu. V závislosti na provozní době a obrobci lze aditivum přidávat ručně nebo dávkovat plně automaticky. Příklad přísada Anti-Dust se používá při sušení kovových a plastových součástí, kdykoli se používají organická sušící média. Aniž by negativně ovlivňovala výkon sušení, zaručuje povrch součástí naprosto beze skvrn. Současně se minimalizují zbytky prachu na povrchu hotových obrobků i v jejich okolí. To také představuje obrovský krok směrem k čistému, bezprašnému pracovnímu prostředí.



Obr 1: Patentovaný tvar omílacích tělísek MultiShape výrazně snižuje riziko zasekávání tělísek v obrobcích. Zvyšuje stabilitu, účinnost a udržitelnost dokončovacích procesů u tvarově složitých součástí. Keramická tělíska MultiShape se zaoblenými plochami navíc umožňují opracování povrchů obrobků, které dosud nebylo možné při procesu omílání zvládnout vůbec nebo jen s velmi složitým provozním nastavením.



Obr. 2: Při opracování obrobků s plastovými brusnými tělísky zvyšuje nová varianta N bez pěny reprodukovatelnost výsledku, zlepšuje ekonomickou efektivitu, produktivitu a udržitelnost.



Obr. 3: Snadno dávkovatelná a zdravotně nezávadná přísada Anti-Dust účinně váže prach vznikající při sušení s přírodním granulátem, jako je například kukuřičná drť. Výsledkem jsou čistší obrobky, výrobní prostředí a příjemnější pracovní prostředí.

Povrchové ochrany kovů a betonů s využitím kompozitních materiálů BELZONA

Jaromír Holub – STROJCONSULT Litvínov, s.r.o.

S využitím kompozitních materiálů BELZONA je možné opravit či zrenovovat takové části strojů a zařízení, které jsou v mnoha provozech zbytečně nahrazovány novými díly, jež později bez povrchové ochrany skončí stejným způsobem jako jejich předchůdci.



Pro návrh správného řešení opravy a následné povrchové ochrany je nutné znát základní parametry provozu zařízení:

1. Teplota media nebo prostředí, ve kterém zařízení pracuje
2. Chemické zatížení včetně všech koncentrací
3. Proces čištění – tento faktor býval často opomíjen, ale je velice důležité, aby finální povrchová ochrana odolávala nejen chemickému zatížení provozu, ale také procesu čištění.

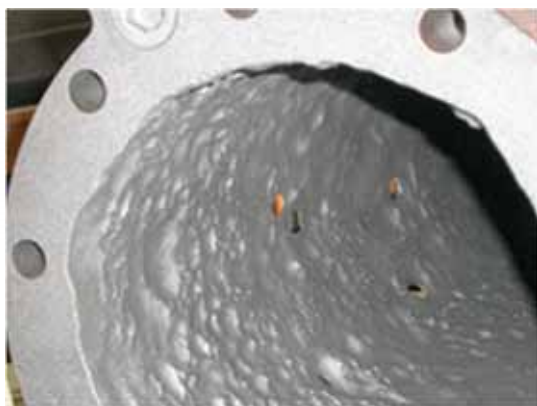
Po zjištění vstupních parametrů lze přistoupit k samotné renovaci zařízení, která se skládá z několika kroků.

1. Příprava povrchu

Kvalitní příprava povrchu je nedílnou součástí úspěšných aplikací. Příprava povrchu by měla být provedena tryskáním na čistotu povrchu Sa 2,5 s min. drsností 75µm. Samozřejmě nastávají situace, kde nelze provádět tryskání povrchu a v těchto případech se snažíme podklad co nejlépe mechanicky očistit a odmastit abychom se zbavili separačních vrstev.

2. Doplnění korozních úbytků způsobených vlivy působících při provozu zařízení

K doplnění korozních úbytků se využívá plastický kov BELZONA 1111. S ohledem na to, že plastický kov je již po 2 hodinách od aplikace možné brousit, frézovat či obrábět jsem s jeho pomocí schopni doplnit úbytky materiálu do původního tvaru.

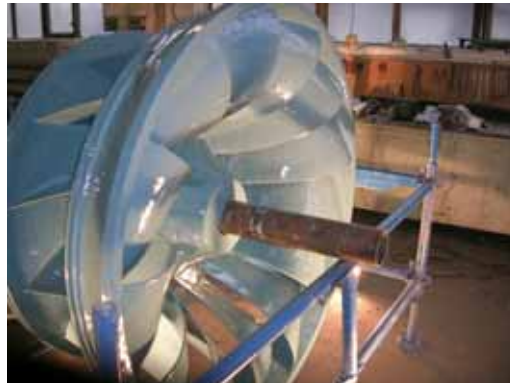


S plastickým kovem se neprovádí pouze doplnění korozních úbytků, ale velice úspěšně se s jeho využitím s vyztužením armovací tkanikou provádějí badáže zeslabených potrubních dílů. S využitím bandáží se již v mnoha případech předešlo odstavení provozů a tím finančně velmi vysokým ztrátám.



3. Finální povrchová ochrana dle vstupních parametrů

Dle vstupních parametrů (teplota, chemické zatížení, čištění) je následně zvolena vhodná finální povrchová ochrana materiálem BELZONA. Finální povrchová ochrana se aplikuje ve dvou až třech vrstvách (dle typu materiálu) v tloušťkách od 500 μ m- 1200 μ m. Kompozitní materiály BELZONA zajišťují vysokou chemickou odolnost a ochranu v těžkých provozních podmínkách, zvyšují účinnost a výrazně prodlužují životnost zařízení.



Nové možnosti čištění tlakovou vodou

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. – Ústav strojírenské technologie, Fakulta strojní, ČVUT v Praze
Zdeněk Jonák – Kärcher spol. s r. o.

Voda o zvýšeném a vysokém tlaku je často využívána v řadě aplikací v průmyslu a stavebnictví. Také i v oboru povrchových úprav jsou známé způsoby využití této formy energie, především v oblasti čištění povrchů. Čistící technologie využívající tlakovou vodu jako nástroj pracují obvykle s tlakem do 200 barů a jsou velmi účinné především v operacích mytí, odmašťování i odstraňování ulpělých nečistot. Při čištění se obvykle používají přísady mycích prostředků, někdy i ohřev vody. Použité množství vody je nezbytné následně vyčistit dle místních podmínek a zařízení.

Tam kde technologie pracující se zvýšeným tlakem nemají potřebnou účinnost je vhodné ověřit nové možnosti těchto technologií, které s rozvojem techniky značně rozšířily své aplikační možnosti, především vysokými parametry tlaku vody, a to až do 4 000 barů, nízkou spotřebou vody (10 až 20 litrů za minutu provozu), a úsporami za čisticí prostředky, neboť při vysokých parametrech tlaku se tyto nepoužívají.

Technologie čištění vysokým tlakem vody nachází svá uplatnění ve všech oblastech dekontaminace. Nejen z důvodů vysoké produktivity čištění, ale i z důvodů ekologických.

Na pracovišti povrchových úprav Fakulty strojní ČVUT v Praze bylo, ve spolupráci s firmou Kärcher, úspěšně ověřeno několik velmi potřebných možností využití této technologie. Na několika následujících obrázcích jsou představeny různé aplikace. Od bezpečné možnosti odstranění tenkých povlaků nátěrové hmoty v autoopravárenství, přes odstranění silných nánosů z roštů v lakovnách, až po kvalitní vyčištění povrchů forem či povrchů v hutních provozech.



Vyhodnocení kvality povrchu po čištění tryskáním je stanoveno v normě ČSN EN ISO 8501 - 1 / 2007 a to stupni Sa1 až Sa3 po tryskáním abrazivními prostředky. Po tryskání vodou stupni Wa1 až Wa3. Kvalitu vyčištění a stavu povrchu lze objektivně posoudit parametry drsnosti Ra a Rz.

Tryskáním vodou lze odstranit velmi ulpělé nečistoty, například i okuje na profilech válcovaných za tepla, zbytky oxidů na svarech, či silné vícevrstvé povlaky na ocelových konstrukcích mostů před obnovou povrchových úprav. Naopak, vodním paprskem aplikovaným z vhodné trysky, lze velmi šetrně odstranit jednotlivé vrstvy nátěrových hmot. Tohoto čištění, regulovaným vodním paprskem, se dá bezpečně a šetrně použít pro odstranění "sgrafity", nebo při restaurování cenných uměleckých děl a památek z kamene i z neželezných kovů.



Zájemcům o další informace můžeme poskytnout bližší podrobnosti, případně zajistit odzkoušení této technologie na jejich vzorcích nebo pracovištích. (viktor.kreibich@fs.cvut.cz) (zdenek.jonak@karcher.cz)

Progresivní technologie povrchových úprav – Robotická linka pro lakování dvojkolí

Ing. Jana Sigmundová – GALATEK, a.s.

Jako v jiných oborech, i v oboru povrchových úprav je v posledních letech zřejmý vzrůstající zájem o automatizaci procesů povrchové úpravy, a to i v oblastech, kde to ještě nedávno nebylo považováno za účelné z mnoha důvodů, jako je tvarová složitost dílců či široký rozsah jednotlivých typů dílců apod. Společnost Galatek a.s., Ledeč nad Sázavou, v minulých letech realizovala řadu zakázek na automatizované a robotické lakování dílů a získala v tomto směru množství zkušeností, které nadále hodláme uplatňovat a rozvíjet. Z realizovaných zakázek byla v tomto směru významná robotická linka pro lakování průtokoměrů v rozmezí od DN20 až po DN400 pro Badger Meter ČR, dodávka vysoce kapacitní robotické linky pro automobil v závodě Magna Slovteca, realizace robotické lakovny na velké díly v závodě Promens, realizace nového komplexního pracoviště povrchových úprav s robotickou lakovací kabinou na finální nátěry vagónů ve firmě Bombardier Transportation Česká Lípa, dnes součást skupiny Alstom Group. Nejčerstvější v tomto směru je stavba komplexní robotické linky na povrchovou úpravu železničních dvojkolí ve společnosti Ryko a.s.

Již samotné umístění lakovací linky ve výrobní hale je unikátním technickým řešením, kdy veškeré zařízení je dle potřeby investora umístěno na ocelovou stavební konstrukci do patra – mezaninu. Bylo nutné vyřešit dynamické účinky lakovacího robota bez vlivu na stavební ocelovou konstrukci. Z tohoto důvodu byla zhotovena samostatná robustní ocelová konstrukce statikem navržená speciálně tak, aby dynamické účinky byly přenášeny do betonové podlahy o jedno stavební patro níže. Ostatní ocelové konstrukce přenáší zatížení na nosné profily stavby.

Lakovací linka je sestavena dle technologických potřeb tak, aby byly splněny požadavky dané předpisem pro lakování železničních dvojkolí, a to i za použití několika nátěrových systémů.

S ohledem na požadavek lakování různých typů železničních dvojkolí lišících se nejen průměrem, ale i jinými parametry (ložisková komora, tvar disku, brzdové kotouče) je před linkou instalován měřicí markant. Funkcí tohoto markantu je porovnání naměřených hodnot s hodnotami zadanými obsluhou, čímž se eliminuje chybové zadání parametrů potřebných pro následné automatické operace. Obsluhou přivezené a markantem zkontrolované železniční dvojkolí je ve vstupní kabině maskováno a zbaveno mastnoty a nečistot ulpělých při přepravě z předchozích technologických operací. Následně je obsluhou zavezeno do automatické robotizované kabiny. Celý proces lakování je plně automatizovaný. Lakování je prováděno sedmiosým robotem od firmy ABB, přičemž programy pro lakování jsou výhradně zhotoveny programátory firmy GALATEK a.s.

Velkou výhodou navrženého řešení je možnost lakování více druhů barevných odstínů. Lakování je možné provádět též dvěma typy nátěrových hmot – rozpouštědlovými a vodou ředitelnými. Po nalakování je železniční dvojkolí automaticky přesouváno podlahovým dopravním systémem do kabiny vytěkání a následně do sušárny. Sušárna je rozdělena rolovacími vraty na dvě části, přičemž v každé je možné nastavit rozdílnou teplotu sušení. Po usušení je dvojkolí automaticky přesunuto na zvedací stojan umístěný za lakovací linkou, odkud jej obsluha vyjme a převezve k dalšímu zpracování.

Důležitým prvkem v lakovací lince je aplikační technika od firmy Media CZ s.r.o., která je společně s technologickým potřebným množstvím nátěrových hmot umístěna do samostatného, speciálně navrženého prostoru s vlastním odsáváním a přívodem upraveného vzduchu (klimatizací). Tento prostor splňuje náročné podmínky EX prostředí (Zóna 2). Navržené řešení s použitými prvky byly jako vyhrazená zařízení schváleny technickou inspekcí České republiky (TIČR). Samozřejmostí u automatických lakovacích pracovišť je i samočinné hasicí zařízení na bázi CO₂.

S ohledem na úsporu energetických nároků je stříkáací kabina vybavena samostatnou cirkulační vzduchotechnickou jednotkou s plynovým ohřevem. Robotizované lakování má tu výhodu, že je možné větší část vzduchu z lakovací kabiny cirkulovat a menší část odvětrávat. Odvětrávaný vzduch z pracovišť lakovací linky je sveden potrubím k zařízení Yatagan, kde dochází k likvidaci plyných emisí pomocí studené plazmy a vyčištěný je odvětráván do ovzduší.

Lakovací linka je vybavena centrálním řídicím systémem, ke kterému je možné již standardní napojení pomocí vzdálené zprávy z kteréhokoliv zabezpečeného místa. Tím je zaručena rychlá a přesnější reakce na vybrané poruchové nebo nestandardní stavy bez nutnosti osobní přítomnosti technika na místě.

I když je linka stále ještě ve zkušební provozu a konstatování o dobře provedeném díle by se mohlo jevit jako předčasné, vzniklo každopádně ve firmě RYKO dílo, které nemá v Evropě obdoby, a jsme rádi, že jsme mohli být jeho součástí.



Obr. 1: Pohled podél linky a náhled do robotické lakovny

KDO JE ROZSOUDÍ VII. aneb zamyšlení a hledání souvislostí

Ing. Josef Ježek – JEVAN, Ledec nad Sázavou

Geometrie představuje abstraktní uvažování o světě kolem nás. Geometrický svět je světem sám o sobě, a jeho atributy jsou světem idejí. Svět reálný jest jeho podobenstvím, nedokonalým obrazem (Platon). Proto musíme být obezřetní při přenášení a zobecňování závěrů z jednoho světa do druhého. Geometrický bod, čára, plocha nebo prostor se v reálném světě nevyskytují, mohou však probouzet fantazii a představivost. Dnes se chci zamyslet nad pojmem plocha a plošnost. Plocha je geometrická kvalita jevu, plošnost její mohutnost. Soustředím se na kvality tohoto jevu, někdy říkáme na **tvary plochy**.

Základem geometrie je jev zvaný „Bod“. Je nepředstavitelný, nic o něm nevíme, jen se domníváme, že nemá rozměr (nemá vnitřek, nemá dílů, a tudíž ani hranici), **má pouze jméno**. Jméno jest jeho identitou (**id**), abychom jej rozpoznali mezi ostatními jevy této kvality. Další věc, kterou mu přisuzujeme, je jeho poloha vůči ostatním bodům. Jestliže vytvoříme societu (společenství) geometrických bodů tak, že se musí každý z nich řídit určitým předpisem (zákonem), někam patřit, pak toto společenství nazveme čarou. O tomto spolku už můžeme říci, že některý bod je hraniční, jiný je vnitřní. Hraniční bod střeží spolek před těmi body, kteří do society nepatří. Vztahy uvnitř spolku pak lze pozorovat až ve světě o jeden řád vyšším (v ploše), která čáru absorbovala (pohltila). Svět čar a bodů, které vytvořily vyšší společenství s novými možnostmi, také s vyšším stavem (stupněm) volnosti, ale také i dohodnutými pravidly sounáležitosti (příslušnosti k celku) nazýváme plochou. **Plocha je tedy definována jako množina všech vlastních bodů a potažmo čar, které se v ní nacházejí.** Nachází se v ní body hraniční i vnitřní, přičemž hraniční brání tuto společnost před vnějším nepřítelem, který nebyl přizván či kooptován k účasti v ní. Jak vypadají vztahy mezi vnitřními spolky a samotnými body nelze vidět bezzbytku zevnitř, nýbrž zvenčí. To znamená z prostoru o řád vyššího, v tomto případě z prostoru E_3 , trojrozměrného.

A nyní zkusme soustředit pozornost na zkoumání ploch nejběžnějších, mezi něž jsem zařadil plochu rovinnou, kulovitou, rotační válcovou a rotační kuželovou. Parametrem, který je schopen je od sebe odlišit je křivost. **Křivost**, (značme symbolicky „**ró**“ (**p**)), je uměle vytvořený pojem pro cosi, co v nás vyvolává pocity, dojem změny. Čili **pojem pro dojem**. Jeho absolutní měřitelnost není možná, jako ostatně měřitelnost čehokoliv. Například času, prostoru, energie, hmotnosti. Jako berličku pro křivost jsme zvolili **jednorozměrný (lineární) parametr R**, na němž svůj dojem kvantifikujeme v měřících pro nás pochopitelných. Nic víc nejsme schopni poměřovat. Obsahem parametru **R je délka**, a jak už samotný symbol z tradice evokuje, jde o **poloměr kružnice**. Jeho hodnota se může pohybovat v rozpětí od nuly až k nekonečnu.

Zobrazení kružnice (nebo její části) je možné až v E_2 , čili v rovině, neboť kružnici definují tři nesplyvající body, stejně jako každé tři jiné nesplyvající nekolineární body definují rovinu. V případě studia křivosti je jeden z bodů nazýván středem křivosti s nenulovou odlehlostí od zbývajících dvou bodů, mezi nimiž je také nenulová odlehlost. Křivost obecné plochy (dvourozměrného geometrického objektu) v konkrétním bodě neumíme jednoznačně definovat jednorozměrným parametrem (R), a proto využíváme principu řezů těchto ploch tak, abychom mohli parciální (částečnou) křivost pozorovat. A takovými řezy jsou právě řezy rovinné. Rovinný řez je tudíž zobrazovací plochou pro křivost, protože společné body obecné plochy s rovinou (proniky) představují množinu bodů zvaných čára, na níž už parciální křivost umíme pozorovat. Vyhýbejme se mezním hodnotám parametru R ($0; \infty$), užívejme především iluzi konečnosti jevu. S nekonečny (neomezenostmi) není dobré si pohrávat, a proto je berme pouze jako pojmy k lepšímu pochopení složitosti světa.

Mezi nejzajímavější plochy patří plocha kulovitá a rovinná. Body, jež jsou jejich součástí, mají definovaný vztah ke svým sousedům. Vztah můžeme pozorovat na rovinných řezech, v nichž se sledovaný bod nachází. Křivost v konkrétním bodě zapisujeme jako převrácenou hodnotu parametru R , čili $p=1/R$. Kvantifikace jakéhokoliv jevu vyžaduje a je dána volbou jednotky, kvanta nebo celku. Následně potom poměrování jevů téže kvality (například křivosti v bodu) se stává číslem. Jestliže by se hodnota R blížila k nekonečnu, potom křivost p by se blížila k nule, a naopak, pokud by se hodnota R blížila k nule, potom by se křivost blížila k nekonečné hodnotě (Hyperbolický vztahový jev). To jsou dvě limitní hodnoty křivosti. Ale jaké křivosti? Plochy? Má obecná plocha nějak definovanou křivost? Nemělo by se spíše jednat o křivosti v bodech téhle plochy. Kvalitu plochy bychom měli posuzovat něčím bezrozměrným (číslem), nikoliv loktem či palcem. V jiných částech naší galaxie přece mohou mimozemšťané požívat jiné délkové jednotky než my lidé, a pak máme různé křivosti téže plochy.

Možná by řešením byla kompilace dvou různých bodů plochy. Potom by vztah křivosti v těchto bodech byl dán číslem. Například R_1 a R_2 na ploše by byl shodný, a potom **číslo křivosti** plochy v jejich nejbližším okolí by bylo dáno **číslem** (poměrem) $1/R_1 : 1/R_2$, rovno **1**. Takové plochy bychom potom mohli nazvat plochami s konstantní křivostí. A to jsou právě plocha rovinná a kulovitá. Jejich řezy vedené společnými středy křivosti kterýmkoliv jejich bodem by měli shodný obraz. Na rovině vytínají všechny nekomplanární (nesouběžné) řezové roviny čáru nulové křivosti se jménem přímka. Všechny řezové roviny kulovité plochy, obsahující její střed křivosti, mají s řezanou plochou společné čáry zvané kružnice téhož poloměru. Všechny body mají shodnou odlehlost R od středu kružnice. **O přímce** (neznáme definici) **lze** s jistou nadsázkou říci, že mezi všemi kružnicemi **představuje** jedinou **kružnici nekonečného poloměru**.

Zbývající dvě zajímavé plochy (rotační válcová a kuželová) nemají v každém svém bodě tutéž (jedinou konstantní) křivost, jako dvě předchozí plochy. Co mají společné? Lze na nich v každém jejich bodu nalézt takovou řezovou rovinu, v níž budou pronikem obou ploch dvě přímky. V případě válcové plochy to budou dvě **rovnoběžky**, o nichž říkáme, že to jsou „**různoběžky s jediným nevlastním** (nepřítomným, kdesi v nekonečnu) **společným bodem**“. U kuželové rotační plochy můžeme říci totéž, jen s tím rozdílem, že obě přímky jsou opravdu různoběžné, a budou mít společný vlastní (přítomný) společný bod, který nazýváme vrcholem plochy (**singularitou**). Dále pak na obou plochách leží vždy minimálně dva body, kterými v řezové rovině prochází jediná křivka s konstantní křivostí – kružnice. To znamená, že ve zmíněné řezové rovině (takto vedené) mají minimálně dva body konstantní křivost. Už z předchozích slov cítíme, že nemají tyto plochy ve všech svých bodech konstantní křivost.

Čím se od sebe liší? U válcové plochy lze nalézt mnoho (neomezený počet) řezných rovin, v nichž je pro libovolnou dvojici bodů plochy konstantní křivost. U kuželové plochy nelze nalézt dvě řezné roviny vedené libovolnou dvojicí bodů plochy ležících na přímce tak, aby v nich bylo možné nalézt pro zvolené dva body tutéž konstantní křivost. Křivost se mění a je vždy pro každý řez originální. Její křivost roste od (klesá do) „nekonečných hodnot“ singularity ve vrcholu. Pokud totiž rovina zobrazení prochází singularitou, potom křivost v řezových bodech je nulová. Hovoříme o „směrové křivosti v bodech“ plochy.

Poznámka:

Malý exkurz do lidského vnímání křivosti. Vjem našeho oka je rozhodující pro posuzování křivosti. Mluvme o pohledové křivosti, zdánlivé nebo virtuální. Pohled na křivost z více směrů způsobuje, že máme dojem, že se mění, i když posuzujeme tentýž jev. Naše vidění i zobrazování je ovlivněno dvěma faktory. Prvním je „odlehlost objektu“ od oka (čocky čidla, kamery nebo registru). Křivost se s rostoucí odlehlostí „zvětšuje“, poněvadž čidlem zaznamenaný parametr R se zmenšuje. Ve skutečnosti nikoliv, zdánlivě ano. Druhým faktorem je „úhel pohledu“ čidla (pozorovatele) na zobrazovací rovinu. Oběma jevům dohromady (pomineme-li změnu barevnosti a ostrosti - intenzitu nasvícení) se říká „**vidění kuželovým řezem**“. Malíři, sochaři, architekti (obecně výtvarníci) vědí, že se jedná o prostorovou (geometrickou) a barevnou „perspektivu“. Prvním poznatkem je pohledový horizont, definovaný minimálně dvěma body ve výši záznamu (očí), nazývanými „úběžníky“. Válcová a kuželová plocha při lidském perspektivním vidění někdy splyvají, protože válcová plocha na horizontu se může zobrazit také jako bod.

A nyní zase **zpátky k exaktně pojímané křivosti**. Na řezných rovinách zkoumaných ploch (válcové a kuželové) můžeme pozorovat tu věc, že mezi jednotlivými body dochází ke změně křivosti, pokud se tato rovina natáčí vzhledem k přímkovým řezům, které procházejí vlastním (u kuželové) nebo nevlastním (u válcové) singulárním bodem. Jasně řečeno, řezové roviny protínají vícero přímkových řezů a neprocházejí singularitou, což známe jako protínání povrchových přímek. Společenství takových průnikových bodů vytváří uzavřené křivky druhého stupně známé spíše pod názvem kuželosečky. Křivost těchto čar v průnikových bodech ležících v řezné rovině je proměnlivá, až na výjimky (limitní polohy) konečná. Pro body válcové plochy cyklická, hladce proměnlivá, eliptická. Její hodnota se mění pro naklopení řezné roviny v intervalu přímého úhlu ($0; \pi$). Pro kuželovou plochu je jednou z průnikových křivek také elipsa, a to pouze v intervalu zmenšeném o velikost rovinného úhlu ve vrcholu kužele.

Už jsme se dostali do fáze, kdy můžeme nacházet **paralely geometrického světa s fyzikálním**. Dnešní kosmologové propagují vesmír s počátkem, i když tato teze či hypotéza je plná otázek. Hlavně se nikdo nesmí hloupě ptát, co bylo před tzv. Velkým třeskem, protože před ním prý neexistoval čas, natož prostor. Kuželová plocha má singulární bod (vrchol), tedy stav, kdy má nulovou plošnost. Málo je takových ploch. Mohla by tudíž sloužit jako dvourozměrný model (o jeden rozměr menší) stavu trojrozměrného prostoru s nulovým objemem, přičemž je zobrazitelná právě v trojrozměrném prostoru. Nyní je možné čtvrtý rozměr, nejlépe čas, přisoudit růstu této plochy. Rostoucí **časoprostor** mění svoji strukturu i energetický stav jevem, který fyzikálně nazýváme „**hustotou**“. V geometrickém záznamu tomu může odpovídat křivost v jednotlivých bodech kuželové plochy s tím, že čas vyjadřujeme zastavením některého z parametrů jevu. A proto řezovou rovinu kuželové plochy vnímejme jako obraz děje v daném okamžiku. Jevy v prostorech vyšších, než trojrozměrných totiž můžeme sledovat na jejich řezech. Počáteční stav vesmíru lze přirovnat k limitní hustotě (křivosti) časoprostoru, resp. gravitačnímu působení v něm. A tomu právě odpovídá singularita kuželové plochy, z níž ve zvoleném směru vytryskl čas (představuje odlehlost v prostoru). **Čas a odlehlost jedno jsou**.

V rozpínajícím se časoprostoru (nárůstu kuželové plochy v čase) se mohou objevovat kdykoliv tytéž stavy v jednotlivých bodech. Jestliže řezová (časová) rovina bude procházet singularitou, potom v tomto směru bude v bodě křivost konstantní, nulová. Navozen byl stav setrvačnosti, bez silového působení okolí, **stav beztlíže**. Bude-li v bodě křivost konstantní a nenulová, potom v daném směru nastal ideální oběžný (kružnicový) pohyb. Pokud budeme sledovat pohyb bodu (křivost v bodě v řezu jiného směru), potom vlivem působení vnějšího okolí nabudeme dojem, že se bod pohybuje po elipse. Kombinací a možností pozorovatelného pohybu je mnohem více, od uzavřených smyček s vratným pohybem přes pohyb po kuželových šroubovicích (zánik elementárních částic).

První souměrný a pravidelný kužel má tvar pyramidy. V prvním díle této studie jsem naznačil, že právě hladké pyramidy jsou úžasnou učebnicí kuželošek. V prvním díle jsem ukázal, že při pohledu na hladkou pyramidu z kosmu musí být přichozím jasné, že obyvatelé této „exoplanety“ pochopili iracionalitu v geometrickém zobrazení, že mají znalosti o pohybu na oběžné dráze kolem hvězdy, možná i o jejím magnetickém poli, které je však proměnné. Ve čtvrtém díle jsme se dozvěděli, že jedna z pyramid v Dahšúru má lomené stěny, přičemž první úhel stěn měřený od základny odpovídá pravidelnému osmistěnu. Rovinný úhel mezi bočními stěnami pravidelného osmistěnu je shodný s rozpoštěním molekuly vody (H_2O), bez níž je nemyslitelný život ve vesmíru. Při vstupu do útrob té největší pyramidy (Cheopsovi) si všimli, že jedna chodba míří k obloze právě k průniku „tehdejší osy rotace Země“ s hvězdnou oblohou, a to u hvězdy v souhvězdí draka se jménem **Thuban**.

Ve tvaru hladké pyramidy můžeme číst jako v učebnici Geometrie. Při pohledu shora registrujeme základní zákony. Thaletův zákon, Pythagorovy a Euklidovy zákony ve větách. Opsáním a vepsáním kružnic do půdorysu se objeví mechanismus půlení nebo zdvojení plochy kruhu. Pohledem, kdy vrchol se objeví v polovině základnové hrany, získáme mechanismus na vykreslení **zlatého řezu**, a tudíž poměr délek obrazce pro nekonečný řetězec zlatých řezů (pentagon versus pentagram). Vzhledem k tomu, že povrch uzavřeného prostoru tvoří čtyři primární rovinné obrazce (rovnoramenné trojúhelníky) a druhý polygon v řadě (pravidelný ortogonální čtyřúhelník - čtverec), vznikají zobrazovací plochy pro aritmetické i algebraické záznamy vztahů, funkcí a řad. Není vhodnější útvar pro záznam různých poznatků technických (fyzikálních – čtyř základních interakcí nebo skupenství), ba i společenských věd. Lze na nich ukázat řešení trisekce úhlů, kvadratury kruhu i řešení Délského problému – půlení krychle.

Hladká pyramida úžasně vypovídá o růstu objemů i energie. Pro tyto činnosti se hodí zakreslit na všechny její hladké stěny sítě čar, představující jednotlivé vrstvy (hladiny) a stavební kameny. Jak už bylo napsáno, hladkou pyramidu umíme postavit ze dvou typů elementů, všech stejných rozměrů. Těmi elementy jsou jednak **Pyramidiony** (Pětistěny), značme symbolicky **P**, jednak **Čtyřstěny**, značme **A**, jako první polyedr. Po Big Bangu se čas šířil ven ze Singularity, a spolu s ním i prostor. Předpokládejme pro jednoduchost, že se prostor šířil ve třech souřadnicích lineárně (žádná inflace), přičemž čas radiálně od singularity. Časová odlehlost a délková odlehlost synchronně (jedno jsou), což na našem kuželovém (pyramidovém) modelu představuje výšku (vzdálenost) základny (kulovitě plochy nebo čtvercové) od vrcholu. Model názorně ukazuje, že se se stejnou konstantou zvětšují i druhý a třetí rozměr prostoru oproti výšce, přičemž tyto rozměry jsou vzájemně ortogonální, jak se na trojrozměrný prostor sluší.

Víme už, že vnitřní prostor (objem) pyramidy umíme vyplnit beze zbytku dvěma typy polyedrů. Prvním je **Pětistěn** (nazvali jsme jej **Pyramidionem**), který má identický **tvar jako Pyramida**, která se na něj rozpadá, nebo z nichž se staví. Tento „**stavební kámen**“ má jednotkový objem, značme $V_P = 1$. Pojivem jsou potom polyedry (Adamové) v podobě čtyřstěnu, jež mají poloviční objem (druhou polovinou jsou přece Evy), takže můžeme psát $V_A = V_E = 1/2$. Nyní se ptejme, kolik stavebního materiálu potřebujeme, v jakém počtu, má-li být stavba **N vrstvá**, (**N** podlažní). Každou vrstvu s pořadovým číslem **N** tvoří počet N^2 pyramidionů s objemem $V_P = 1$, jenž svými vrcholy míří k singularitě. Dále počet velikostně a tvarově shodných pyramidionů, jejichž vrcholy míří od singularity směrem do volného prostoru. Jejich počet se shoduje s počtem týchž ve vrstvě

předchozí, početně tedy $(N-1)^2$. Výplň vrstvy potom představuje o jednotku menší počet čtyřstěnu s polovičním objemem. Zapišme tuto skutečnost do vztahů pro **n-tou** vrstvu (Hladinu) hladké pyramidy, počet značme H_N .

Hladina H_N sestává z: $N^2 + (N-1)^2$ kusů objemu V_P a $4(N-1)$ kusů objemu V_A

Po úpravě **objem hladiny**: $V_{HN} = 2N \cdot (N-1) + 1 + N \cdot (N-1) = 3N \cdot (N-1) + 1$

představuje hodnoty **N-tých hladin**: $V_{HN} = 1; 7; 19; 37; 61; \dots$, jinak také pomocí zápisu s kombinačními čísly Binomického rozvoje: $V_{HN} = 6 \cdot \binom{N-1}{2} + 1$. Tento vztah lze použít i při hledání prvočísel. Druhý potom – $6 \cdot \binom{N-1}{2} - 1$

Nyní už **není tajemstvím**, jaký objem má celá pyramida, pokud je **N-hladinová**.

$V_{\text{celková}} = \sum_{i=1}^N 6 \cdot \binom{N-1}{2} + 1$. Pro **N hladin celkový objem pyramidy představuje řadu**

1; 8; 27; 64; 125; ... N^3 .

Závěrem

Pyramida, jako model lineárního (neinflačního) vesmíru, byla nabídnuta, doporučena nebo nadiktována či přikázána obyvatelům starověkého Egypta? Dostali také přídatkem první symbol nebo písmeno **Abecedy**, zvaný **Anch**? Nepotřebujeme příliš fantazie, abychom v něm rozpoznali symbol člověka či boha s rozpaženými (žehnajícím) rukama, hlavou a složenými nohama. Byl přenesen do křesťanství? Nebo představuje také tři ortogonální (pravouhlé a nezávislé) souřadnice se čtvrtou uzavřenou (cyklickou) v podobě víru (rotace), který vždy vzniká při sebemenší nehomogenitě prostředí? Skladba prostoru, jak byla výše popsána, vzbuzuje asociaci, že je tvořen stabilními částicemi (pyramidálního tvaru) a zbytek pak vyplněn vlněním všeho druhu (čtyřstěny).

Kultura, vzdělanost a víra starověkého Egypta má stále co nabídnout současnému člověku.

Odborné vzdělávání

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

GALVANICKÉ POKOVENÍ

ZAHÁJENÍ KURZU – 29. 3. 2022

Kurz je určen pro pracovníky galvanických provozů, kteří potřebují doplnit vzdělání v této kvalifikačně náročné technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům a získat vědomosti o technologiích galvanického pokovení potřebné pro praxi.

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků galvanoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu galvanických povlaků. Postupně je probrána problematika povrchových úprav s důrazem na galvanické technologie v celém rozsahu potřeb pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Příprava a čištění povrchu před pokovením
- Principy vylučování galvanických povlaků
- Technologie galvanického pokovení
- Následné a související procesy povrchových úprav
- Bezpečnost práce a provozů v galvanovnách
- Zařízení galvanoven
- Kontrola kvality povlaků – přístrojové vybavení
- Ekologické aspekty galvanického pokovení a péče o vodu
- Příčiny a odstranění vad v povlacích
- Exkurze do předních provozů povrchových úprav



V případě potřeby připravíme program dle požadavků firmy.

Garanti kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Ing. Petr Szelag (Pragochema spol. s r.o.)

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)
(3 x 2 dny)

Místo konání: FS ČVUT v Praze

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)

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, vytvzovací pece, stříkací 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



MEDIÁLNÍ PODPORA

*Technický týdeník***KONSTRUKCE****STROJÁRSTVO
TROJIRENSTVÍ**

PARTENER



BVV

Veletřhy
Brno**W** POVRCHARI.CZ



SEKURKON s.r.o. si Vás dovoluje pozvat na konferenci

KONFERENCE
**OCELOVÉ
 KONSTRUKCE**



Pořádáno pod záštitou děkana Strojní fakulty VŠB - TU Ostrava prof. Ing. Roberta Čepa, Ph.D., děkana Fakulty stavební VUT v Brně prof. Ing. Rostislava Drochytky, CSc., MBA, dr. h. c., děkana Fakulty stavební ČVUT v Praze prof. Ing. Jiřího Máci, CSc., FEng. ve spolupráci s vysokými školami v ČR

Úterý 17. května 2022
Hotel Termal Mušov, Pasohlávky

TEMATICKÉ BLOKY

BLOK I

MATERIÁL, VÝROBA, POVRCHOVÉ ÚPRAVY, LEGISLATIVA

Odborný garant: doc. Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.

BLOK II

PROJEKTOVÁNÍ A NÁVRH OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ, VYUŽITÍ METODY BIM

Odborný garant: doc. Ing. Vít Křivý, Ph.D.

BLOK III

ZAJÍMAVÉ REALIZACE OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

Odborný garant: prof. Ing. Marcela Karmazinová, CSc.

ODBOBNÝ GARANT KONFERENCE

ČESKÁ ASOCIACE OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ

RÁMCOVÝ PROGRAM

ÚTERÝ 17. KVĚTNA 2022

08.00 Registrace účastníků, ubytování a příprava firemních prezentací

09.00 Odborný program, přednášky a diskuze

16.45 Ukončení jednání konference

19.00 Společenské setkání účastníků konference

PŘÍPRAVNÝ VÝBOR

prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.

prof. Ing. Marcela Karmazinová, CSc.

doc. Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.

doc. Ing. Vít Křivý, Ph.D.

Ing. Marek Janda

Ing. Helena Šubrtová

TERMÍNY

11.03.2022 přihlášky odborných příspěvků

11.03.2022 přihlášky firemní prezentace: Hlavní partner konference, Komerční přednáška zveřejněná v elektronickém sborníku, Komerčně zaměřený příspěvek v elektronickém sborníku

18.03.2022 potvrzení o přijetí odborného příspěvku

31.03.2022 přihlášky k účasti osob za zvýhodněné vložné

10.04.2022 dodání odborných a komerčních příspěvků do elektronického sborníku

23.04.2022 přihláška a dodání podkladů: Barevný inzerát ve sborníku

04.05.2022 přihlášky firemní prezentace: Prostor pro prezentační stůlek na konferenci, Umístění vlastního roll-up banneru, Distribuce jednoho propagačního materiálu

Přihlášky a další informace najdete na www.sekurkon.cz

DALŠÍ INFORMACE

- Vložné činí 4.356 Kč vč. DPH (při platbě do 31.3.2022), 4.840 Kč (úhrada od 1. 4. 2022). Přednášející platí snížené vložné 3.388 Kč vč. DPH. Vložné zahrnuje: účast na konferenci a společenském večeru, oběd 17.5.2022.
- Přijetí příspěvku je podmíněno zastáním přihlášky k účasti, přednášející hradí snížené vložné. Příspěvky nebudou honorovány
- Ubytování je rezervováno v jednolůžkových a dvoulůžkových pokojích Hotelu Termal Mušov, Pasohlávky. Musí být objednáno v závazné přihlášce.
- Informace o možnostech firemní prezentace najdete na www.sekurkon.cz, případně kontaktujte sekretariát konference: subrtova@sekurkon.cz

Konference je zařazena do systému celoživotního vzdělávání členů ČKAIT a ČKA.

MOŽNOSTI FIREMNÍ PREZENTACE

- A) Hlavní partner konference** (29.000 Kč + DPH)
- logo na webu www.sekurkon.cz
 - logo na oficiálních materiálech konference (pozvánky, elektronický sborník atd.)
 - umístění loga do jednacího sálu konference (společná tabule partnerů)
 - umístění vlastního roll-up banneru do sálu konference
 - účast 2 zástupců na konferenci
 - přednáška 10 - 15 min v programu konference
 - inzerát a příspěvek v elektronickém sborníku s ISBN (pdf formát) - bude distribuován všem účastníkům
 - prostor pro prezentační stůlek na konferenci
 - distribuce jednoho propagačního materiálu účastníkům konference
 - o akci bude referováno před a po konání, a to na stránkách mediálních partnerů, v tištěné i online verzi.
- B) Komerční přednáška** v programu (max. 10 min), zařazení do elektronického sborníku, volný vstup pro přednášejícího (15.000 Kč + DPH)
- C) Barevný inzerát** formátu A5 v elektronickém sborníku (4.600 Kč + DPH)
- D) Komerční příspěvek** v elektronickém sborníku, max. 4 strany A5 (4.600 Kč + DPH)

E) Prostor pro prezentační stůlek na konferenci, 1 x volný vstup (9.000 Kč + DPH)

F) Umístění vlastního roll-up banneru v prostorách konference (4.600 + DPH)

G) Distribuce jednoho propagačního materiálu účastníkům konference (2.500 Kč + DPH)

POŘADATEL

SEKURKON s.r.o.
 Starobělská 1133/5, 703 00 Ostrava-Zábřeh,

SEKRETARIÁT KONFERENCE

SEKURKON s.r.o., kancelář Praha
 Revoluční 1082/8, Praha 1, 110 00 Nové Město
 Ing. Helena Šubrtová, subrtova@sekurkon.cz,
 tel.: 773 544 449, www.sekurkon.cz

Hlavní partner



Distribuce partnerův příspěvků



Odborný garant konference



Záštita



Mediační partneri



all for **power**

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.

Slitinová 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, Ph.D., HYDRAX s.r.o. Praha

Odolnost niklových povlaků na sanitárním zařízení

Ing. Kateřina Kreislová, Ph.D., 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 Chvátal, Katko s.r.o. Praha

Praktické změny pro zlepšení provozu galvanické linky
Ing. Pavel Čepelák, Ekomaziva 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

KOMPLEXNÍ SLUŽBY PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY









POSKYTOVANÉ SLUŽBY

- návrhy nátěrových systémů
- celková logistika dodávek
- pravidelný technologický servis
- outsourcing provozu lakovny

MATERIÁLY PPG

- katarézní, mokré a práškové barvy
- pomocné materiály
- chemie pro předúpravu

MEGA a.s., Průmyslová 1415, 593 01 Bystřice nad Pernštejnem

dpu@mega.cz, tel.: 566 550 925, www.mega.cz

COREZINC

Pigments
Powders
Anodes
Alloys
Wires

WE INNOVATE THE ZINC

We are ready to find solution for your needs and specific products in our own state-of-the-art R&D Innovation Center.

WE PRODUCE THE ZINC

Zinc pigments & powders;
Fine zinc powders; Zinc dusts;
Zinc specific 100% recycled products.

WE SUPPLY THE ZINC

Zinc pigments & powders;
Zinc Die-Casting & Galvanizing Alloys;
Anodes; Wires; Ingots; Specific products.

WE BUY THE ZINC

Zinc Primary & Secondary products;
Zinc Raw materials; By-products;
Zinc Residues; Wastes; Scrap.

ZINC

Products
Recycling
Innovation
Certification
Sustainability

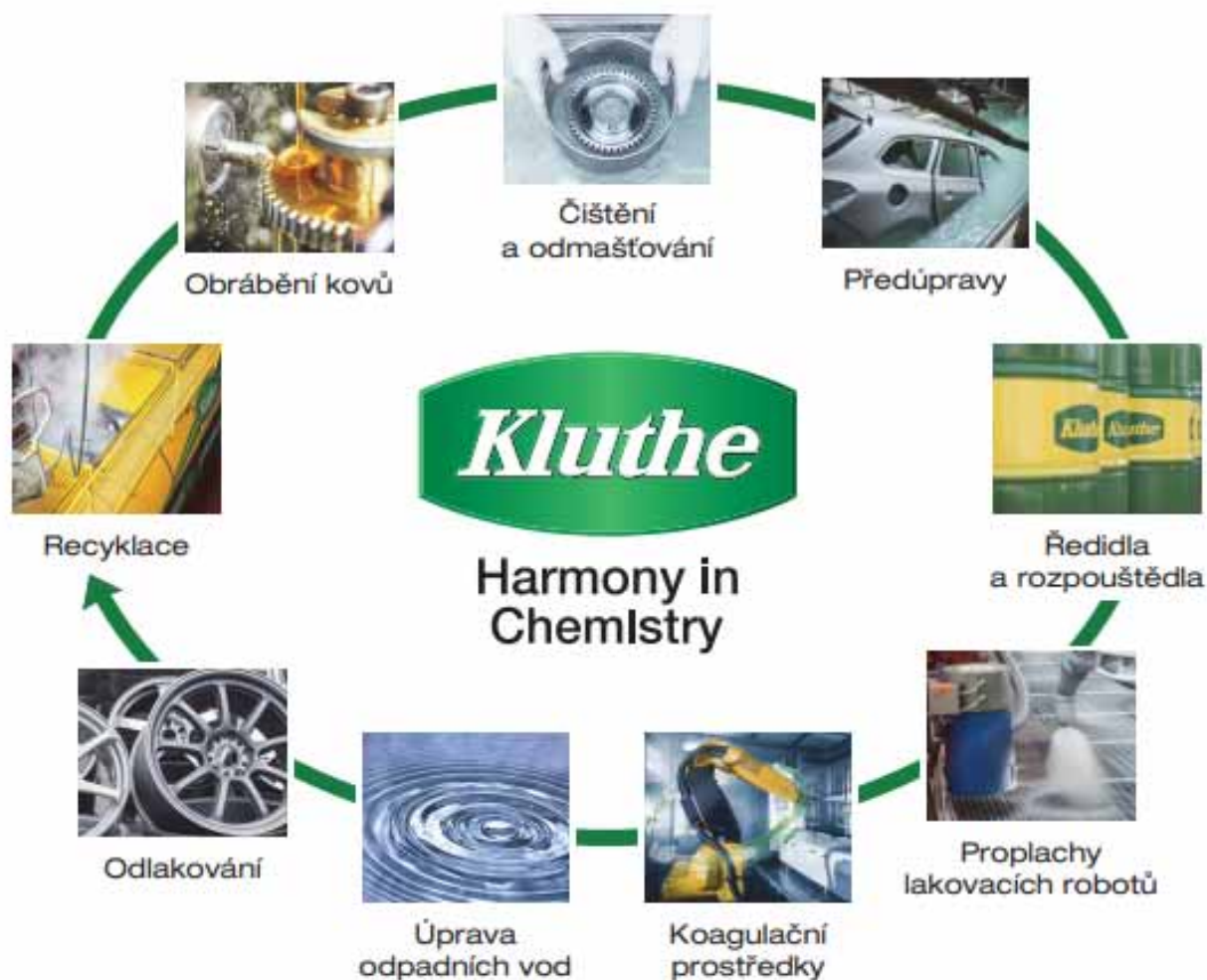
100% RECYCLED

COREZINC s.r.o.

Pražská tř. 1146
370 04 České Budějovice
Czech republic
Tel.: +420 383 133 208
email: office@corezinc.com
www.corezinc.com

Office/Plant:
Roudná 1, 392 01 Roudná, CZ

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



Známe každý detail práškového lakování



Díky našim technologiím odhalíme vady
v práškovém lakování a anodické oxidaci.
Poradíme a navrhneme řešení na míru.



www.sqi.cz
www.itsbrno.cz

- › Lakovací linky
- › Chemie
- › Kompresory
- › Řídící systémy
- › Maskování
- › Zavěšování
- › Tepelné zpracování
- › Posuzování kvality
- › Odlakování

MEGA TEC

VÝROBCE A DODAVATEL PRO PRŮMYSLOVÉ POVRCHOVÉ ÚPRAVY



KATAFORÉZNÍ, PRÁŠKOVÉ A KLASICKÉ LAKOVNY

kompletní nebo dílčí lakovací technologie
technická a projekční dokumentace
aplikační jednotky UF, RO, ED membránové
separační technologie
elektroforetické boxy (EFC) – vlastní výroby – kruhové, planární

OUTSOURCING SLUŽEB A MATERIÁLU PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

- technický a technologický servis zařízení lakoven
- pravidelná provozní a preventivní údržba
- technická pomoc při návrhu a optimalizaci
- membránové UF moduly
- pomocný materiál pro provoz

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