

Povrcháři

4. číslo Prosinec 2021

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

**NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM ZINKU A PARAMETRY
ZINKOVÉHO PRACHU JAKO PIGMENTU
PRO EFEKTIVNÍ PROTIKOROZNÍ OCHRANU**

**RECYKLACE ZINKOVÝCH ODPADŮ
A JEJICH ZNOVUVYUŽITÍ V POVRCHOVÝCH ÚPRAVÁCH**

**PRAKTICKÉ VYUŽITÍ POKROČILÝCH
TRIBOLOGICKÝCH SYSTÉMŮ NA BÁZI
GRAFITEM IMPREGNOVANÝCH
SPÉKANÝCH BRONZOVÝCH
A ŽELEZO-NIKLOVÝCH MATRIC**

**PLNĚNÉ PORÉZNÍ ANORGANICKÉ POVLAKY
PRO SPECIÁLNÍ ÚČELY**

**PRŮBĚŽNÉ TRYSKACÍ ZAŘÍZENÍ PRO PŘÍPRAVU PŘED LAKOVÁNÍM
PROPOJENÉ, AUTOMATIZOVANÉ TRYSKACÍ ZAŘÍZENÍ
ZLEPŠUJE KVALITU A SNIŽUJE NÁKLADY**

KDO JE ROZSOUDÍ VI.

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Zdravíme Vás všechny, kdo jste našli čas na prolísování dalšího Povrcháře, ať v čase předvánočním nebo až v tom klidnějším, který si všichni, po té celoroční lopotě, moc zasloužíte.

A tak slovy Fráni Šrámka Vám všem přejeme, abychom alespoň chvílku – po sněhu šli, čistém, bílém, hru v srdci zvonkovou...a došli do vánoční země.

Krásné Vánoce, a hlavně zdraví a štěstí i do nového roku!

Stále totiž žijeme ve stavu zdravotního ohrožení, a navíc i v ohrožení perspektiv důstojného života, i když si to nechceme příliš moc připouštět. Přesto děláme všichni všechno proto, abychom to zvládli. V práci, doma, někdy s trochou Adrenalinu, hodně na víc. Třeba i na té letošní Myslivně v Brně. Podle ohlasů, za které moc děkujeme, jsme si vzájemně „dobili baterky“, předali potřebné informace, kontakty a myšlenky. I na dalších letošních setkáních na seminářích (Rizika v lepení, Čištění před lepením, Čištění tlakovou vodou) měli všichni, přednášející i posluchači, snahu připravit se na ohrožení plynoucí ze selhávání světových ekonomik projevující se zatím nedostatkem energií a inflací, s maskováním krize uhlíkovou stopou a „ekologickým“ omezováním výroby. U nás to ale nepůjde pouze úsporami a sekundární levnou výrobou! Progresivní technologie, tradiční vysoká kvalita a především vlastní obchodování to je dnes základem „udržitelného rozvoje“ těch, co to chtějí přežít a budoucnost našich zemí spatřují v odbornosti motivovaných a pracovitých. To vše nejen pro naše žití, ale především pro Ty, co přijdou po nás.

Tento slavnostní a tradičně posvátný čas není jen oslavou vzájemné lásky, míru a pokory, ale také světla a naděje. Pochopení oslav světla vneseného do tmy. Světlo vnesené do tmy totiž symbolizuje tvorbu. První biblické přikázání Budiž světlo je rozsvícením existence do tmy neexistence. Vdechnutím tvaru a řádu do beztvarosti a chaosu. Probuzení vědomí ze spánku nevědomí.

Slovy J. A. Komenského: Světlo je prapůvodní tvůrčí energie, z níž se odvozují všechny ostatní. Proces lidského tvoření se rovná vnášení světla do tmy, osvětlování a objasňování věcí.

A také proto i pro ten příští nový rok si dáváme všichni kolem Povrcháře nelehké předsevzetí: Alespoň trochu, spolu s Vámi se všemi, svítit na cestu.

S pozdravem

Vaši



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

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. Degradční 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

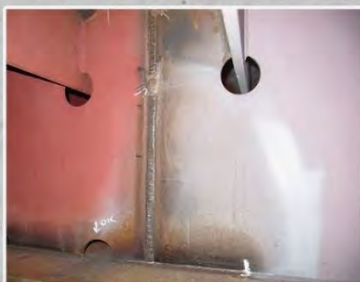
Přihlášení do studia je již možné.

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

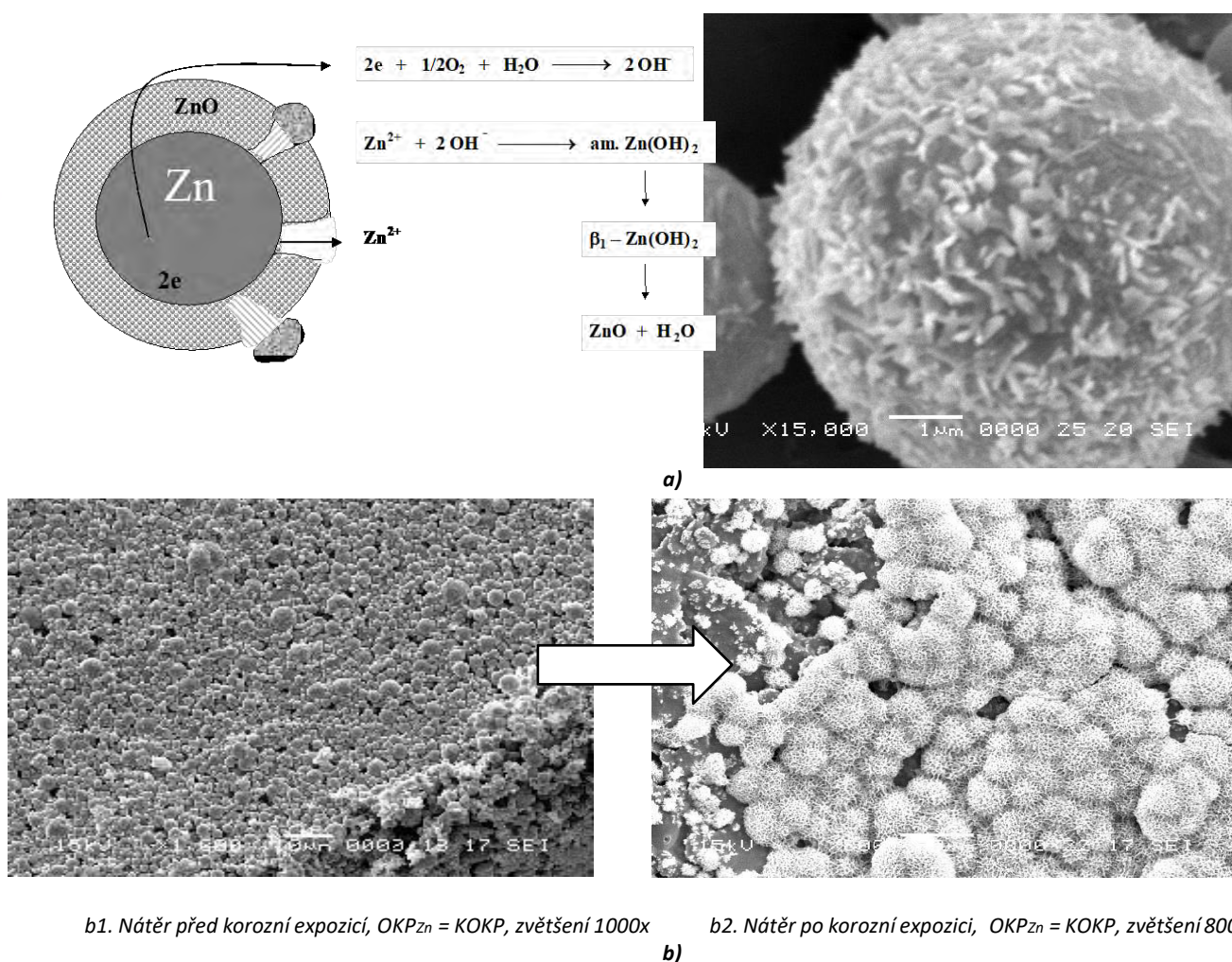
Nátěrové hmoty s obsahem zinku a parametry zinkového prachu jako pigmentu pro efektivní protikorozi ochranu – část 2.

(pokračování textu z čísla 3 – 2021)

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr., Ing. Miroslav Kohl, Ph.D. – Univerzita Pardubice

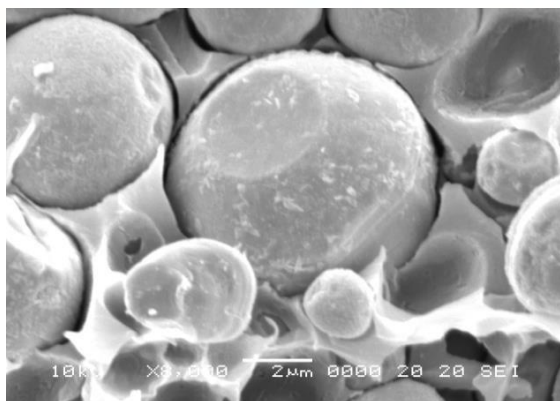
3. Aplikace Zn prachu jako pigmentu v nátěrových hmotách

První fází ochrany pomocí částic Zn ve vzniklých OP je čistě elektrochemická reakce, jak je znázorněno na obrázku Obr. 6 a. a jak již bylo uvedeno v předchozím textu. Po určité době se zinek v nátěru obalí oxidickou vrstvou ZnO, která snižuje vodivost částic zinku, i když ZnO vykazuje určité polovodivé vlastnosti (Obr.6b). Tyto korozní produkty zabraňují korozi zinku a tím i jeho elektrochemickému působení v korozním článku zinek – ocel. Film může obsahovat až 20 % oxidu zinečnatého, aniž se zhorší jeho ochranná účinnost, což umožňuje určitá vodivost oxidu zinečnatého. Pro zjednodušení zde není hovořeno o dalších mechanismech aktivit zinku v povlácích – filtračním a neutralizačním, které lze z hlediska chemie ochranných povlaků začlenit i do chemického působení částic antikorozi pigmentů.

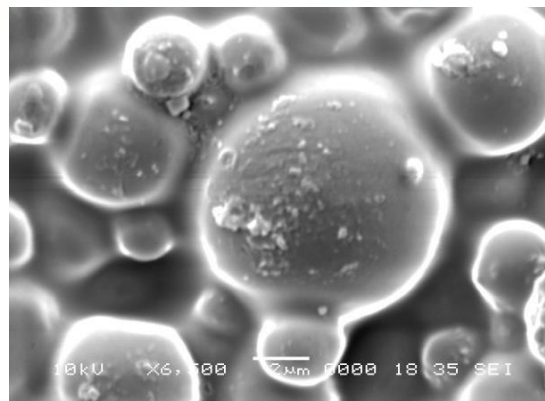


Obr. 6: Chování a vlastnosti Zn pigmentovaných nátěrů při laboratorních korozních podmínkách: a) schematické znázornění elektrochemické fáze působení Zn v povlaku, b) utěšňování pórů v povlaku pigmentovaném kulovitým zinkem.

Elektrochemické působení nátěrů obsahujících zinkové částice nelze plně srovnávat s působením metalických vrstev kovového zinku na ocelových podkladech po nástřiku roztaveným zinkem. V organických povlácích vzniklých po nanesení nátěrové hmoty na podklad, jsou, po proběhnutí síťujících (vytvrzovacích) reakcí vedoucích ke vzniku vysoce zesíleného polymerního filmu, kromě částic samotného zinku přítomna i pojiva, která nutně musí obalit částice zinku (Obr. 7). Tím je zvýšena rezistivita povlaku natolik, že elektrická vodivost klesá až pod kritickou hodnotu, pod kterou již nátěr nepůsobí elektrochemickou ochranou. Elektrická vodivost pigmentovaného filmu souvisí tedy s koncentrací zinkových částic (OKP) v pojivu nátěrové hmoty. Nejvyšší elektrické vodivosti je dosažováno při koncentraci zinkových částic v rozmezí nad KOKP, ale takový nátěrový film pak obsahuje pouze zbytkový podíl pojiva. Takto malé množství pojivové složky ale nestačí k dosažení požadovaných hodnot fyzikálně mechanické vlastnosti nátěru pro nátěry na kovech. Snižuje se podstatně přilnavost nátěru, odolnost při úderu a hloubení.



a) zvětšení 8 000 x



b) zvětšení 6.000x

Obr. 7: Morfologie nátěru s obsahem zinku při OKP=KOKP: a) řez, b) povrch nátěru.

Nedostatkem těchto nátěrů jsou také problémy, ke kterým dochází při výrobě, aplikaci a skladování těchto vysoce pigmentovaných nátěrových hmot. Při skladování kapalných nátěrových hmot dochází k sedimentaci částic zinku v pojivo. Sedimentace je hlavně způsobena vysokou specifickou hmotností kovového zinku ($7 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$). Rheologie těchto systémů není příznivá pro aplikační techniky, jako jsou vlastnosti nátěrů při nanášení a nátěry mají špatný rozliv. Na zinkem pigmentované nátěry jsou kladeny některé specifické požadavky:

- Jelikož při činnosti korozního článku zinek - ocel dochází v blízkosti ocelového povrchu ke zvýšení hodnoty pH vody prodifundované nátěrem, musí se pro zinkové kontaktní nátěry volit filmotvorné látky, které jsou odolné i při vyšších hodnotách pH. Pojivo musí být
- nezmýdelnitelné vlivem alkalických zplodin oxidace samotných zinkových částic. Lze použít jako pojivo epoxidové pryskyřice, epoxyestery, polyurethany, silikáty nebo ethylsilikáty.
- Nelze vytvořit po delší dobu stabilní systém běžného typu zinku ve vodném prostředí, proto nepřicházejí v úvahu vodouředitelné nátěrové hmoty.
- Nátěrovou hmotu je potřebné stabilizovat pomocí rheologických aditiv.

Snaha o snížení obsahu zinku organických povlacích vytvořených aplikací nátěrových hmot na podkladové kovové materiály s obsahem Fe, vede, zejména z environmentálních a ekonomických důvodů, k úsilí nahradit ho v nátěrech jinými pigmenty. Vodivé polymery, anorganické pigmenty, plniva a kombinace zinku s různým tvarem částic jsou v současnosti hlavním předmětem zkoumání v rámci náhrady zinku. Jiným řešením jsou pigmenty na bázi uhlíku a grafitu. Zajímavou možností antikorozi ochrany kovových materiálů nabízejí právě vodivé polymery, které jsou v posledních letech intenzivně zkoumány. V oblasti ochrany kovů proti korozi je věnována značná pozornost polyanilinu, který patří mezi nejvíce studované vodivé polymery. Pokud by si některé anorganické nosiče zachovaly vlastnosti PANI, zejména jeho vodivý charakter, a v konečném efektu by vykazovaly antikorozi vlastnosti, jednalo by se o perspektivní materiály v protikorozi ochraně kovů. Také uhlíkové nanotrubičky nebo některé tzv. 2D materiály jsou dalším zajímavým materiálem a dosud v oboru nátěrových hmot neobjasněným z hlediska ochranných vlastností.

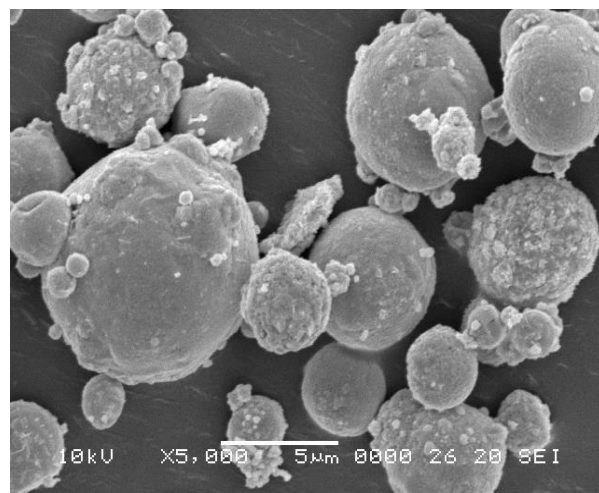
4. Výběr zinkových částic pro nátěrové hmoty a vlastnosti vzniklých povlaků. Studium vlivu morfologie a velikosti částic zinkového prachu na antikorozi účinnost nátěrových hmot

Pro studium tvaru, a především velikosti částic zinkových pigmentů pro byly testovány pigmenty od různých výrobců zinku (značení A až F). Samotný výběr dále studovaných zinkových částic byl proveden na základě komplexní analýzy. Příklady jsou uvedeny dále.

Zinkový prach typ A

Hustota:	6.95 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
Spotřeba oleje:	6.7 g/100 g pig.
Průměrná velikost částic	
difrakcí laserového paprsku:	5 μm
Průměrná velikost částic	
analýzou obrazu SEM:	4.5 μm
Měrný povrch BET isoterma:	0.2236 $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$
Tvar částic SEM:	kulovitý
KOKP:	66.6 %

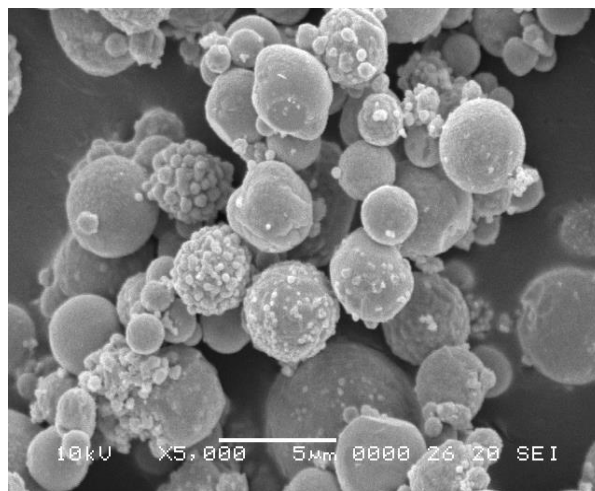
Jedná se o pigment téměř kulovitěho tvaru, který není pokryt významně oxidačními produkty zinku. Jak je vidět ze snímků SEM jsou volně přítomny i velice malé částice pod $1 \mu\text{m}$. Pigment představuje lepší střední kvalitu.



Zinkový prach typ B

Hustota:	7.05 g.cm ⁻³
Spotřeba oleje:	6.8 g/100 g pig.
Průměrná velikost částic difrakcí laserového paprsku:	4.2 μm
Průměrná velikost částic analýzou obrazu SEM:	3.5 μm
Měrný povrch BET isoterma:	0.529 m ² .g ⁻¹
Tvar částic SEM:	kulovitý
CPVC:	65.9 %

Jedná se o pigment téměř kulovitě tvaru, který tvoří aglomeráty tak, že na větší částici velikosti 2-3 μm jsou nabaleny pravidelně a celoplošně kuličky menší než 1 μm. Povrch částic není oxidován. Pigment je střední kvality.

**Zinkový prach typ C**

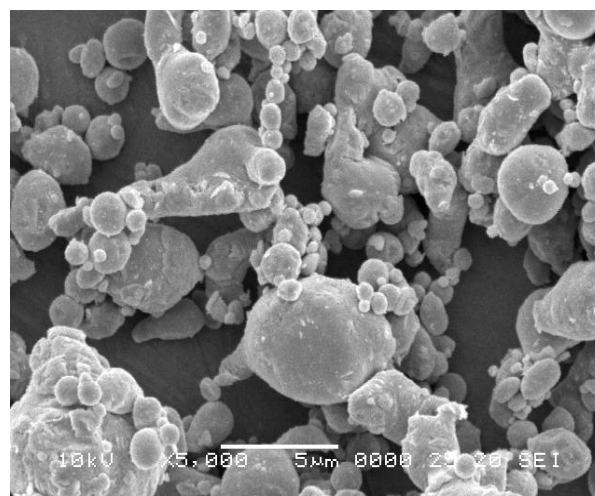
Hustota:	6.86 g.cm ⁻³
Spotřeba oleje:	9.8 g/100 g pig.
Průměrná velikost částic difrakcí laserového paprsku:	3.0 μm
Průměrná velikost částic analýzou obrazu SEM:	1.9 μm
Měrný povrch BET isoterma:	1.427 m ² .g ⁻¹
Tvar částic SEM:	kulovitý
KOKP:	58.1 %

Pigment je tvořen v převážné míře velice malými částicemi, které tvoří aglomeráty. Větší hodnota spotřeby oleje a vyšší měrný povrch odpovídají velkému zastoupení velice malých částic pigmentu. Částice nejsou oxidovány. Pigment patří mezi lepší kvalitu.

**Zinkový prach typ D**

Hustota:	7.03 g.cm ⁻³
Spotřeba oleje:	6.9 g/100 g pig.
Průměrná velikost částic difrakcí laserového paprsku:	3.9 μm
Průměrná velikost částic analýzou obrazu SEM:	3,2 μm
Měrný povrch BET isoterma:	0.519 m ² .g ⁻¹
Tvar částic SEM:	směs kulovitých a nepravidelných částic
KOKP:	65.7 %

Částice pigmentu jsou nepravidelného tvaru, převládají částice menších rozměrů 2-3 μm. Částice nejsou povrchově oxidovány. Z hlediska tvaru částic se jedná o méně kvalitní pigment.



Zinkový prach typ E

Hustota:	6.97 g.cm ⁻³
Spotřeba oleje:	6.8 g/100 g pig.
Průměrná velikost částic difrakcí laserového paprsku:	5.6 μm
Průměrná velikost částic analýzou obrazu SEM:	4.9 μm
Měrný povrch BET isoterma:	0.4435 m ² .g ⁻¹
Tvar částic SEM:	kulovitý
KOKP:	66.3 %

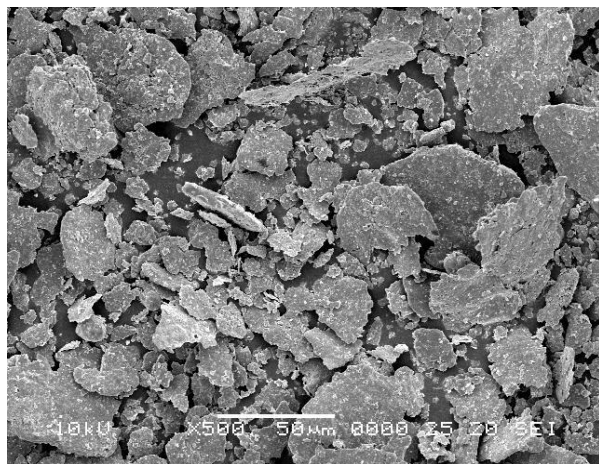
Částice pigmentu mají přesně kulovitý tvar. Pigment má velice úzkou distribuci velikostí částic s malým zastoupením částic menších než 1 μm. Povrch není zoxidován. Jedná se o vysoce kvalitní pigment.



Zinkové částice typ F

Hustota:	6.13 g.cm ⁻³
Spotřeba oleje:	14.8 g/100 g pig.
Průměrná velikost částic difrakcí laserového paprsku:	25.6 μm
Průměrná velikost částic analýzou obrazu SEM:	23.1 μm
Měrný povrch BET isoterma:	2.0786 m ² .g ⁻¹
Tvar částic SEM:	lamelární
KOKP:	50.6 %

Pigment má lamelární strukturu s největšími částice kolem 50 μm. Je přítomno velké zastoupení částic menších než 1 μm, které nejsou lamelární povahy (příměsí úlomků).

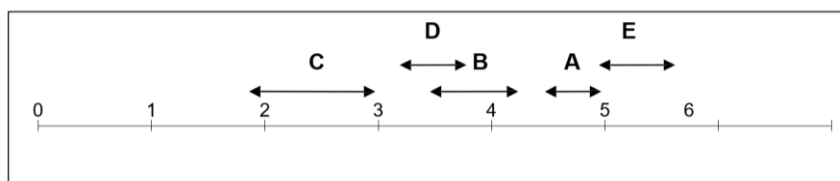


Pro další studium vlivu zinkového prachu v antikoročních nátěrech byly vybrány výše uvedené zinkové pigmenty typu A-F. Je možné je rozdělit do dvou skupin:

- zinek s izometrickými – kulovitými částicemi
- zinek s neizometrickými lamelárními částicemi

Kulovité částice zinkového prachu, které jsou posuzovány podle střední velikosti částic jsou vyznačeny na ose pro lepší představu o rozdílech ve velikostech částic.

Střední velikost částic typů zinkového prachu (A-D).



Obr. 8: Střední velikost částic typů zinkového prachu (A-D)

Šipka ukazuje na dvě stanovené hodnoty střední velikosti částic metodou difrakce laserového paprsku a analýzou obrazu SEM.

Jak je názorně ukázáno v obrázku 8, použité pigmenty pokrývaly z hlediska velikosti částic oblast mezi 2 až 6 μm. Rozdíly, které mohou mezi nátěry obsahujícími tyto typy pigmentů nastat, nemusí být vždy způsobeny pouze velikostí částic, ale také jejich tvarem a obsahem prachových částic nebo úlomků menších než 1 μm. Také agregáty, které jsou u některých typů přítomny, mohou ovlivnit chování nátěrů.

U nátěrů pigmentovaných zinkovými částicemi byly provedeny pro doplnění i základní mechanické zkoušky: odolnost filmů při ohybu, úderu, při hloubení a stanovení přilnavosti k podkladovému kovu. Nejlepší výsledky byly zjištěny samozřejmě u nátěrů s nízkou koncentrací zinku (při nízkých hodnotách OKP). S rostoucí hodnotou OKP částic zinku odolnost mechanickému namáhání klesá a při kritické pigmentové koncentraci je pokles mechanických odolností nejstrmější. Nad hodnotou KOKP je soudržnost pigmentových částic v pojivu tak nízká, že nátěry mechanickému namáhání téměř neodolávají.

Tab. 2: Mechanické vlastnosti nátěrů pigmentovaných lamelárními a kulovitými částicemi zinku v závislosti na jeho objemové koncentraci

OKP [%], Odolnost nátěru při ohybu [mm], Přilnavost k oceli [st.]

Lamelární zinkový pigment (typ F)		
0	< 4	0
5	< 4	0
10	4	0
15	4	0
20	4	0
30	4	0
40	5	0
40	5	0
KOKP	10	1
60	15	2
Kulovité zinkové částice (typ E)		
0	< 4	0
30	< 4	0
40	< 4	0
50	< 4	1
60	6	2
KOKP	15	4
70	25	4

Propustnost nátěrů pigmentovaných zinkem pro vodní páru

Jak bylo uvedeno v úvodu působení zinkových částic v OP počítá s přítomností pórů v nátěrovém filmu. Destičkové lamelární částice zinku umožňují zabezpečit v nátěru elektricky vodivé spojení, zároveň vytvářejí svými částicemi nepropustnou bariéru a také podstatně mohou snížit obsah zinku v nátěru. Zinek má velkou specifickou hmotnost a velké množství tohoto pigmentu v pojivu může způsobit nepřipustnou sedimentaci. Také cena zinku je nezanedbatelná.

Měření difuzních odporů volných filmů metodou dle Bloma bylo zjištěno, že při stejné koncentraci je difuzní odpor (μ) přibližně 6x větší u nátěrů pigmentovaných lamelárním zinkem než u nátěrů pigmentovaných kulovitými zinkovými částicemi. Hodnota difuzního odporu pro nátěry pigmentované na OKP = 50 % je pro:

- lamelární zinek (typ F) $\mu = 7.21 \cdot 10^8$
- kulovitý zinek (typ E) $\mu = 1.19 \cdot 10^8$

Ze získaných závislostí je patrné, že nátěry pigmentované lamelárním zinkovým pigmentem jsou účinnější bariérou pro vodní páru než nátěry pigmentované izometrickými kulovitými částicemi zinku.

Antikorozní působení zinkem pigmentovaných nátěrů, shrnutí

Nátěry pigmentované kovovým zinkem jsou určeny do vysoce korozně agresivního prostředí. O účasti elektrochemické reakce svědčí pokus s uměle vytvořeným řezem v zinkem pigmentovaném nátěru (obrázek 9a). Obsah zinku kulovitého tvaru typu E byl zde v množství odpovídající hodnotě KOKP tedy 66 obj.%. Obrázek 9b zachycuje podkladový ocelový panel, který byl opatřen pouze epoxysterovým lakem bez pigmentace. Jak je na první pohled patrné z fotografie po expozici 500 hodin v kondenzační SO₂ komoře a sejmutí nátěru, oba ocelové panely se nápadně liší šířkou koroze v okolí uměle vytvořeného vrypu. U nátěru obsahujícího elektrochemicky působící zinek nedošlo k rozšíření koroze ani v uměle připraveném vrypu.



a)

pigmentace zinkem (typ E) OKP = 66 obj.%

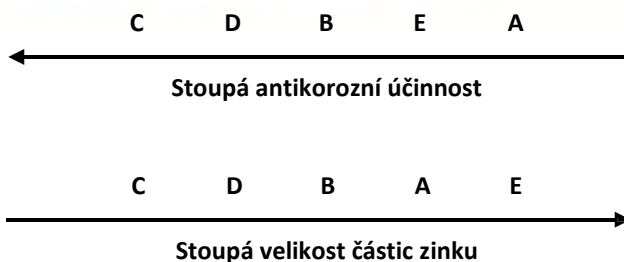


b)

bez pigmentu OKP = 0 obj.%

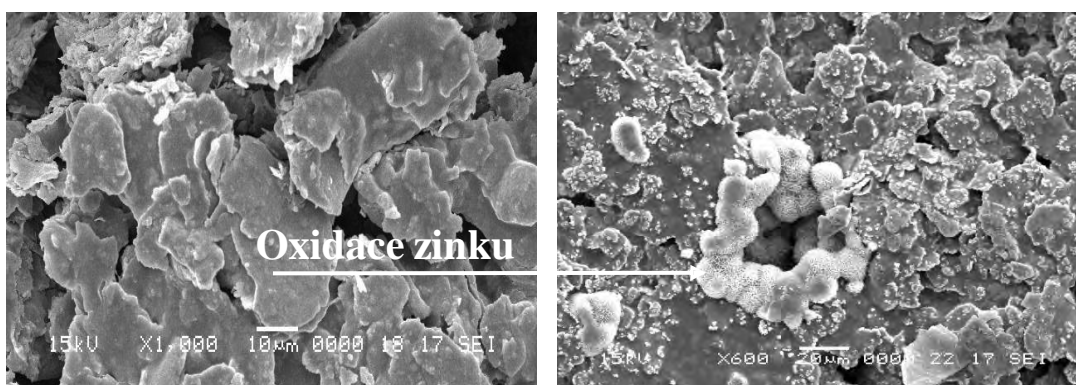
Obr. 9: Snímky zkušebních ocelových panelů opatřených vrypem po expozici 500 hodin v SO₂ komoře a po sejmutí nátěrů.

Pro názornost v dalším textu je porovnání částic zinku z hlediska antikorozní účinnosti a průměrné velikosti částic.



Jak je patrné z uvedeného porovnání, lze nalézt poměrně dobrou shodu v tom, jak velikost částic zinku kulovitěho tvaru ovlivňuje antikoroziční vlastnosti nátěrů. Čím menší jsou částice zinkového prachu (typ C 2-3 μm), tím je vyšší jeho antikoroziční účinnost v nátěru. Na podporu těchto výsledků bylo sledováno, jak dochází k utěšňování pórů mezi částicemi při přechodu z elektrochemického působení na mechanismus bariérový. V oblasti koncentrací KOKP (CPVC) a vyšších, jsou částice zinku natolik oddáleny, že film je značně porézní. Volné prostory mezi částicemi jsou daleko větší u velkých částic než u částic malých rozměrů. S tím souvisí rychlost zaplňování pórů oxidačními produkty zinku. V obrázku 10 je uveden snímek SEM, na kterém je patrné, jak dochází k utěšnění pórů mezi částicemi. Některé částice zinku jsou natolik od sebe vzdáleny, že jsou i zde patrné průchody pro vodu nebo korozivní látky. Oxidací zinku v nátěru se vytváří tzv. „bílá koroze“, která je nutná k zajištění bariérové ochrany

podkladové oceli. Tyto produkty jsou alkalické povahy a mohou se uplatňovat při neutralizačním ochranném mechanismu. Kyselé kapalně korozivní látky jsou při průniku houbovitou strukturou tvořenou $\text{Zn}(\text{OH})_2$ nebo ZnO , neutralizovány a tím je dosaženo také částečné inhibice koroze. Lamelární zinkové částice vykazují při kritické pigmentové koncentraci v nátěru podstatně horší výsledky než kulovité částice zinku. Z obrázku je vidět, že při expozici 800 hodin v solné komoře jsou výsledky antikoroziční účinnosti při použití lamelárního zinku téměř o 40 % horší než při užití kulovitých částic. Jinak je tomu však při nižší koncentraci lamelárního zinku. Při OKP (PVC) = 20 % je účinnost nátěru pigmentovaného lamelárním zinkem již 97 %. Porovnáme-li účinnost nátěru při nulovém obsahu lamelárních částic s účinností při OKP = 20 % a při koncentraci OKP = KOKP = 50 %, je zřejmé, že již při nízkých koncentracích dochází k prudkému nárůstu antikoroziční účinnosti. Tento jev je možné vysvětlit tím, že velká plocha částic lamelárního zinku způsobuje snadnější kontakt a tím je zabezpečena elektrická vodivost snadněji než u kuliček, které se navzájem dotýkají velice malou plochou. Pro zabezpečení elektrické vodivosti tedy stačí podstatně menší koncentrace částic. Optimální množství leží v oblasti kolem OKPP = 20%. Při vyšších koncentracích lamelárních pigmentů dochází ke vzniku rozměrných pórů, které se velice těžko ucpávají oxidačními produkty zinku.



OKP = 50 % (před korozní expozicí)

OKP = 50 % (po korozní expozici)

Obr. 10: Utěšňování pórů u nátěru pigmentovaného lamelárním zinkem.

5 Závěry

Bylo zjištěno, že velikost zinkových částic podstatně ovlivňuje antikoroziční vlastnosti nátěrů.

Lepší výsledky byly zjištěny při aplikaci menších zinkových částic do nátěru. Velké kulovité částice poskytují nižší antikoroziční účinnost. Tento jev lze vysvětlit snadnějším vyplněním volných prostor mezi kuličkami zinku menších rozměrů. U větších částic je vyplnění pórů pomocí oxidu neúplné a netěsnosti mohou vést ke snadnějšímu průniku kapalin a plynů filmem. U lamelárního typu zinku je utěšnění velice rozměrných pórů při KOKP velice problematické a nátěry vykazují nižší antikoroziční účinnost. Nejvýhodnější je koncentrace lamelárního zinku kolem OKP = 20 obj. %, kdy lze dosáhnout až o jednu třetinu vyšších antikorozičních vlastností v porovnání s řadou izometrických zinků. Výsledky studia zinkem pigmentovaných nátěrů lze shrnout do několika bodů.

- Nátěry pigmentované lamelárním a kulovitým pigmentem vykazují podstatné rozdíly z hlediska svých tvrdostí a lesku.
- Pro dosažení vyšší tvrdosti filmu je výhodnější použít lamelární zinek, nejvyšší tvrdost vykazují nátěry při koncentraci v rozmezí 0 – 30 obj. %.
- Nátěry pigmentované lamelárním zinkem vykazují příznivější fyzikálně-mechanické vlastnosti oproti izometrickému zinku v celé koncentrační řadě.
- Nátěry pigmentované lamelárním zinkem vykazují nižší propustnost pro vodní páru, než nátěry pigmentované izometrickými zinkovými částicemi.
- Expozice a vyhodnocení testů v kondenzační SO_2 komoře byl prokázán elektrochemický ochranný mechanismus. Nepodařilo se tímto najít souvislost s tvarem a velikostí částic zinku.
- Při testech v solné komoře byla nalezena závislost antikoroziční účinnosti nátěru na velikosti izometrických zinkových částic.
- Pro izometrické zinkové částice je optimální koncentrace v nátěru rovna hodnotě KOKP.

- Pro lamelární částice zinku v nátěru je nevhodnější koncentrace OKP= 20 obj. %.
- Na antikorozi vlastnosti má vliv bariérová ochrana zinkových nátěrů. Jejich účinnost je závislá na tvorbě oxidických houbových struktur tvořících se v pórech a na povrchu nátěru.

Přestože částice všech zkoumaných zinků jsou po chemické stránce identické, nelze posuzovat vlastnosti nátěrů pigmentovaných lamelárními a izometrickými částicemi při stejné koncentraci. Použitím lamelárních zinkových částic lze dosáhnout lepších výsledků téměř u všech sledovaných vlastností. Také jeho menší potřebné množství a zlepšení bariérové funkce nátěru, přináší ekonomické úspory a zároveň vyšší antikorozi ochranu kovů.

6 Literatura

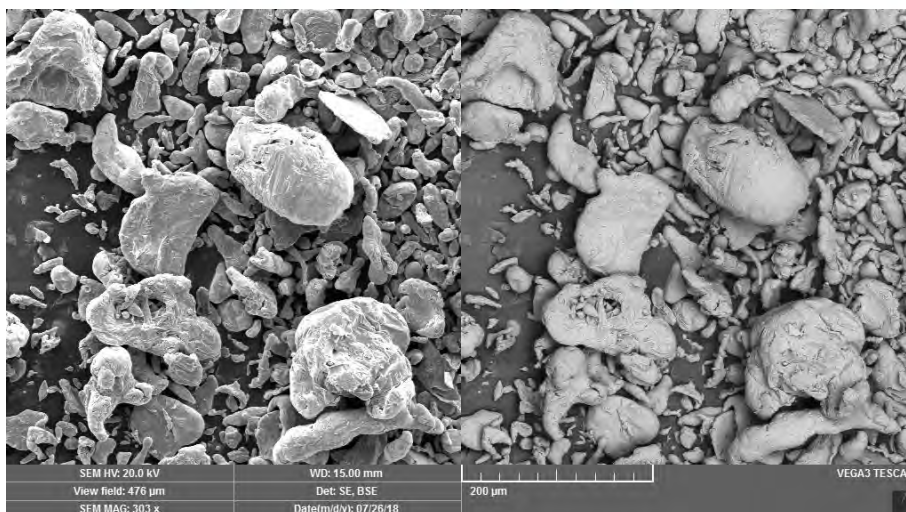
- [1] Kalendová: Effects of particle sizes and shapes of zinc metal on the properties of anticorrosive coatings, *Progress in Organic Coatings* 46 (2003) 324–332
- [2] H. Marchebois, S. Touzain, S. Joiret, J. Bernard, C.Saval: Zinc-rich powder coatings corrosion in sea water: influence of conductive pigments, *Progress in Organic Coatings* 45 (2002) 415–421
- [3] P. Plagemann, J. Weise, A. Zockoll: Zinc–magnesium-pigment rich coatings for corrosion protection of aluminum alloys, *Progress in Organic Coatings*, Volume 76, Issue 4 (2013) 616–625
- [4] S. Shreepathi, P. Bajaj, B. P. Mallik: Electrochemical impedance spectroscopy investigations of epoxy zinc rich coatings: Role of Zn content on corrosion protection mechanism, *Electrochimica Acta* (2010) 5129–5134
- [5] G. Buxbaum: *Industrial Inorganic Pigments*, New York, 1998
- [6] E. Armelin, M. Martí, F. Liesa, J. I. Iribarren, C. Alemán: Partial replacement of metallic zinc dust in heavy duty protective coatings by conducting polymer, *Progress in Organic Coatings* 69 (2010) 26–30
- [7] Meroufel, C. Deslouis, S. Touzain: Electrochemical and anticorrosion performances of zinc-rich and polyaniline powder coatings, *Electrochimica Acta*, Volume 53, Issue 5 (2008) 2331–2338
- [8] H. Marchebois, C. Savall, J. Bernard, S. Touzain: Electrochemical behavior of zinc-rich powder coatings in artificial sea water, *Electrochimica Acta* 49 (2004) 2945–2954
- [9] R. Rajagopalan, J. O. Iroh: A one-step electrochemical synthesis of polyaniline polypyrrole composite coatings on carbon fibers, *Electrochimica Acta* 47 (2002) 1847–1855
- [10] X. Lu, W. Zhang, C. Wang, T. Wen, Y. Wei: One-dimensional conducting polymer nanocomposites: Synthesis, properties and applications, *Progress in Polymer Science*, Volume 36, Issue 5 (2011) 671–712
- [11] T. Abdiryim, Z. Xiao-Gang, R. Jamal: Comparative studies of solid-state synthesized polyaniline doped with inorganic acids, *Materials Chemistry and Physics* 90 (2005) 367–372
- [12] N. N. Greenwood, A. Ernschaw: *Chemistry of the elements*, second edition (1997) 268- 278
- [13] H. Kukačková, A. Kalendová: Investigation of mechanical resistance and corrosion– inhibition properties of surface-modified fillers with polyaniline in organic coatings, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, Volume 73, Issue 12 (2012) 1556–1561
- [14] J. Ruf: *Korrosion Schutz durch Lacke + Pigmente*, Verlag W. A. Colomb, Berlin, 1972
- [15] Müller, M. Schubert: *European Coatings Journal* 11/99 (1999) 560-563

Recyklace zinkových odpadů a jejich znovuvyužití v povrchových úpravách

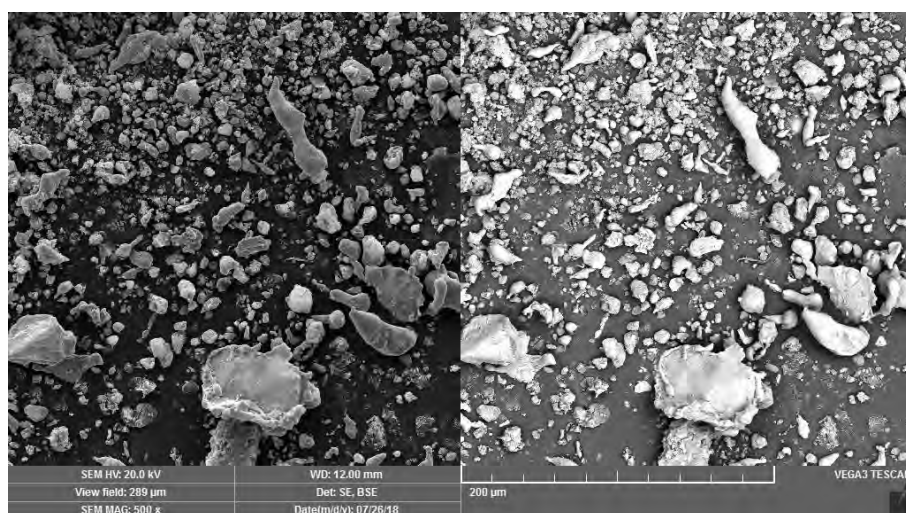
Tomáš Dáňa – COREZINC s.r.o.

Cirkularita je klíčem k udržitelnosti zinku. Cyklus výroby, spotřeby a recyklace umožňuje maximální efektivitu a opětovné použití. Splnění cílů v oblasti recyklace zinku nejenom v ČR by mělo být hlavní snahou všech producentů odpadů i zpracovatelů. Zaměříme se především na cirkularitu a recyklaci zinku vzniklého jako odpad při povrchových úpravách a vývoj 100% recyklovaných produktů využitelných ve stejném průmyslovém odvětví.

Ekonomický a lidský rozvoj byly vždy úzce spjaty s kontrolou a výrobou materiálů. Vzhledem k pokračujícímu růstu globální ekonomiky a zároveň světové populace roste poptávka po přírodních zdrojích, jako jsou fosilní paliva, kovy a nerosty. Z toho vyplývá nejen otázka vyčerpávání přírodních zdrojů, ale také dopady na životní prostředí a klima. Myšlení v souladu s principy cirkularity je přístup, který nám pomáhá porozumět tomu, jak si náš materiál – **zinek (nepostradatelná složka antikorozi povrchových úprav)** – razí cestu těžbou, výrobou, životností produktu a recyklací, ale také vede k účinným opatřením pro optimalizaci a změnu v našem přístupu k efektivnějšímu využívání zdrojů výroby, používání a recyklaci zinku. Zinek je nezbytný prvek pro všechny živé organismy. Jeho jedinečné metalurgické a chemické vlastnosti z něj také učinily materiál volby pro širokou škálu aplikací v moderní společnosti, včetně povrchových úprav. Na konci jejich životnosti může být obsažený zinek získaný z těchto produktů recyklován bez ztráty jeho metalurgických vlastností nebo hodnoty. Kromě toho, zatímco vlastnosti zinku významně přispívají k udržitelnosti během používání, recyklace zinku hraje důležitou roli během fáze konce životnosti výrobků tím, že snižuje spotřebu energie, snižuje emise a minimalizuje likvidaci odpadu.



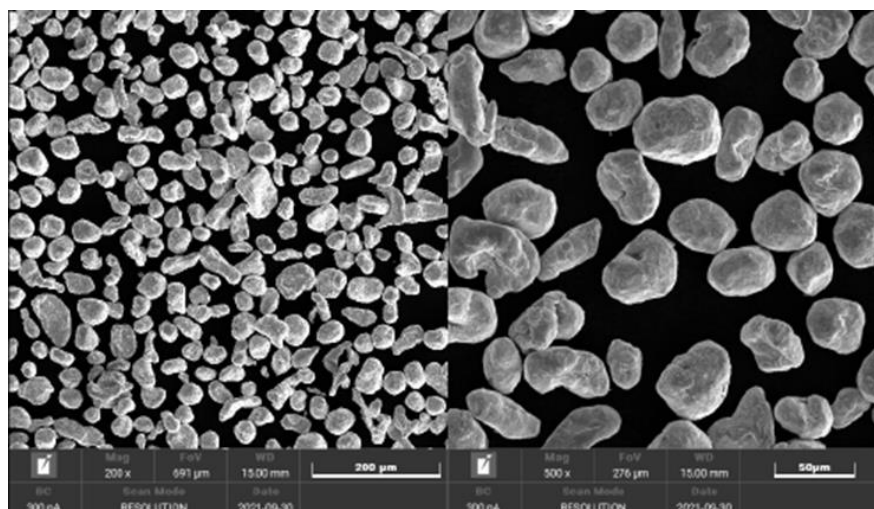
Obr.1:



Obr.2:

Zinkový pigment - 100% recycled (obr.3)

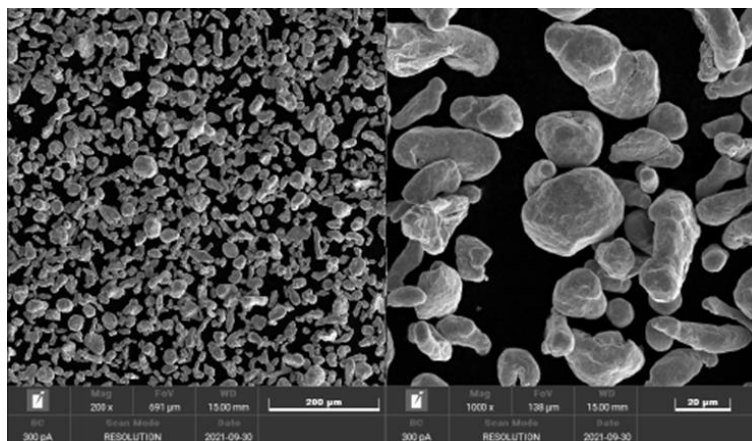
V rámci projektu realizovaného ve spolupráci s UJEP Ústí nad Labem s názvem „Výzkum a vývoj technologie procesu získávání zinkových surovin materiálovým využitím odpadů a vývoj inovativních výrobků z recyklátů“, byla společností COREZINC vyvinuta nová technologie pro zpracování odpadních zinkových prášků a úletů a vyvinut inovativní 100% recyklovaný Zinkový pigment, jehož vlastnosti jsou v současnosti ověřovány v rámci projektu „Aplikace recyklovaného zinku v antikorozních nátěrových systémech“ společně s Technoparkem Kralupy při VŠCHT Praha. Z dosavadních výsledků vyplývá, že Recyklovaný zinkový pigment má stejné či lepší vlastnosti, v porovnání s produkty vyráběnými celosvětovými producenty v současnosti výhradně z primárních zdrojů. V současnosti, jsou z primárních surovin vyráběny 2 typy zinkových pigmentů, a to sférický a lamelární. Recyklovaný zinkový pigment obsahuje částice semisférické, a využívá tak při aplikaci v nátěrových hmotách výhod obou standardních produktů.



Obr.3:

Zinkový prášek - 100% recycled (obr.4)

V rámci projektu realizovaného ve spolupráci s UJEP Ústí nad Labem s názvem „Výzkum zinkových odpadů a vývoj zinkových produktů“, jehož výsledek je zapsán v RIV, byly společností vyvinuty **inovativní 100% recyklované Zinkové prášky** s různými možnostmi využití v povrchových úpravách i chemickém průmyslu, které jsou postupně uváděny na trh. Aplikace zinkového prášku v povrchových úpravách je zaměřena zejména na využití v „práškové metalizaci“ metodou rozstřiku taveniny za využití plynu, kyslíku a tlaku, např. pro opravy poškozených částí po při žárovém zinkování ponorem, či opravy nebo novou aplikaci povrchové úpravy pro různé ocelové konstrukce velkých rozměrů či na těžko dostupných místech. Dále může být prášek využit při práškovém pokovování „šeradizací“, nanášením prášku na výrobek a jeho zatavením. Recyklovaný zinkový prášek nalézá také uplatnění v chemickém průmyslu, např. pro různé cementační procesy, redukční činidlo či aplikace spojené s recyklací drahých a vzácných kovů. Na základě výsledků by mohl recyklovaný zinkový prášek nalézt využití taktéž v práškovém lakování, což bude předmětem plánovaného výzkumně-vývojového projektu. Taktéž by mohl nalézt uplatnění v 3D tisku pro výrobu forem a modelů, nebo po masivnějším zavedení této technologie do praxe i v průmyslovém měřítku.

**Obr.4:**

V současnosti jsou na trhu kromě recyklovaných produktů COREZINC na trhu dostupné pouze primární zinkové prášky a společnost je tak průkopníkem v recyklaci a vývoji 100% recyklovaných produktů pro aplikace v povrchových úpravách.

Uvedení 100% recyklovaných produktů na trh má však svá úskalí v podobě velkokapacitního průmyslového zpracování a efektivní výroby Zinkových pigmentů a Zinkových prášků. Aktuálně je proto ve spolupráci s VŠTE České Budějovice realizován projekt „**Vývoj a ověření nové technologie průmyslové automatizace a digitalizace výrobního procesu zinkových pigmentů, získaných recyklací a využitím odpadů**“, kde cílem je modifikací a rozšířením vyvinuté vlastní zpracovatelské technologie dosáhnout co největší míry automatizace a digitalizace výroby v souladu s iniciativou Průmysl 4.0.

Dále společnost v rámci svého zaměření se na odpady z povrchových úprav a vývoje inovativních recyklovaných produktů plánuje nový vědecko-výzkumný projekt, který bude mít za cíl **vývoj nových Zinkových anod pro galvanizaci**, s vysokým podílem recyklovaného zinku a splňující kvalitativní požadavky norem a zákazníků.

Veškeré vstupy, výstupy a výsledky jsou analyzovány v plně vybavené laboratoři **Centra průmyslového výzkumu, vývoje a inovací COREZINC**. Laboratoř centra je přizpůsobena pro výzkum a vývoj práškových materiálů a analýzy kovových zinkových materiálů, produktů i odpadů, včetně analýzy distribuce a velikosti částic, XRF a ED-XRF analýzy, SEM snímkování včetně chemického složení, OES analýzy atd.

V případě zájmu o detailní informace o činnosti či produktech, zájmu o perspektivní spolupráci na výzkumu a vývoji nových technologií a produktů nás neváhejte kontaktovat. Uvítáme taktéž jakékoli připomínky, příspěvky a nápady. WE ARE THE COREZINC.

Praktické využití pokročilých tribologických systémů na bázi grafitem impregnovaných spékaných bronzových a železo-niklových matic

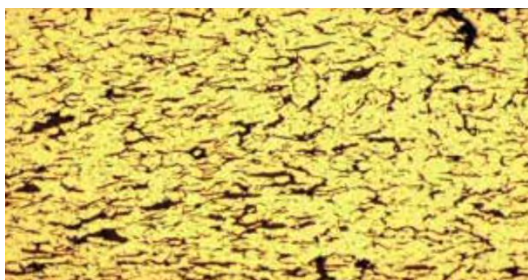
Ing. Milan Šindelář, Michal Tomášek – Glebus Alloys Europe, s.r.o.

Náš příspěvek nabízí mírný úkok stranou od tématu povrchových úprav, přestože s povrchem a jeho vlastnostmi úzce souvisí. Prosperita moderní společnosti se měří růstem a tedy spotřebou, nicméně v souvislosti s udržitelností růstu se v dnešní době ve větší míře uplatňují i vlastnosti působící proti hlavnímu ekonomickému proudu, jako jsou trvanlivost, dlouhý životní cyklus, nízké nároky na údržbu, eliminace použití minerálních maziv, recyklovatelnost a v neposlední řadě ochrana životního prostředí. Spékané mikrokompozity a kovokeramické třecí materiály, impregnované tuhými mazivy, své příznivé vlastnosti projevují právě na svém povrchu ve styku s protikusem za působení přítlačné síly. Jde o teplotní a mechanickou odolnost, otěruvzdornost a tou definovanou životnost.

Prášková metalurgie využívající jako základní suroviny prášky kovů, oxidů a karbidů kovů zaznamenala poměrně značný rozmach už nejméně před tři čtvrtě stoletím. Přesto, že kluzná ložiska byla v historii u primitivní techniky v podstatě jediným známým řešením, využití kluzných vlastností mikrokompozitních materiálů se objevuje teprve nedávno. Systematický výzkum a vývoj probíhá současně se zdokonalováním diagnostické a výpočetní techniky. Také metody výroby vykazují pokrok zejména z hlediska racionalizace a zvyšování produktivity díky využití kontinuálního spékání namísto vsázkových výrobních postupů.

Základní suroviny pro výrobu kluzných směsí tvoří kombinace mědi, cínu, grafitu a popřípadě sulfid molybdeničitý. Zvýšený důraz je dbán na správnou hrubost a přesnost smíchané směsi. Spékání probíhá za teplot kolem 800 °C a tlaků až do výše 2 000 MPa v ochranné redukční atmosféře vodíku a dusíku, aby se zabránilo tvorbě oxidačních vrstev. Do třecích materiálů se přimíchávají různorodé práškové příměsi, např. oxid zirkoničitý, oxid křemičitý (silika), oxid hlinitý (korund), síran barnatý (baryt), hlinitokřemičitany (mullit, kyanit) atd. v rozmezí desetin až desítek procent. Jejich účelem je naopak tvorba mikroskopických pracovních povrchů působících růst součinitele tření. Vnitřní soudržnost těchto vrstev a jejich vysoká přilnavost k mateřskému materiálu zaručují konzistentní tribologické charakteristiky a jsou podmínkou praktického průmyslového využití.

Je zajímavé, že takovéto, chemickým složením téměř identické materiály mohou vykazovat zcela protichůdné vlastnosti v oblasti součinitele tření na škále od ~ 0,10 u kluzných systémů až po 0,40 u průmyslového brzdového obložení. Dosahování vyšších hodnot nepředstavuje vážnější technický problém. U takových systémů by se však ve větší míře projevily nežádoucí vlastnosti, zejména příliš rychlý náběh brzdového účinku a nepřiměřené namáhání mechanických součástí. Vysoké třecí síly kladou navíc značné nároky na pevnostní charakteristiky a enormní soudržnost samotného bloku brzdového obložení.



Obr. 2: Bronzografitová struktura zvětšená ~ 150x

(slanovodní aplikace), teplota, rozměry, eliminace potenciálně nepříznivých dopadů na životní prostředí (vyloučení použití olova, oxidu olovičitého a některých dalších příměsí, např. na bázi osinku).



Obr. 3: Nahrazení valivých ložisek kluznými



Obr. 1: Kontinuální slinovací pec

Společným znakem kluzných a třecích materiálů je kromě téměř totožného složení směsí kovových matic jejich vysoká odolnost proti otěru. Bezúdržbová životnost pokročilých tribologických řešení se v závislosti na konkrétních podmínkách a použitých materiálech počítá na roky až desítky let. Měrné opotřebení se zpravidla pohybuje v rozmezí hodnot menších než 1–2 $\mu\text{m}\cdot\text{km}^{-1}$, a to i při poměrně vysokých zatíženích v řádu jednotek stovek megapascal.

Při konstrukci kluzných prvků vstupuje do hry široká škála různorodých požadavků a hraničních podmínek, ať už jde o samotný díl, o pracovní podmínky jeho interakce s protikusem na kluzné vrstvě nebo o omezení z důvodu ochrany pracovního a životního prostředí, nároky na údržbu atd. Mezi základní, prostor vymezující parametry se řadí mechanická, chemická a teplotní odolnost, tlakové a smykové pevnostní charakteristiky, tvrdost, hustota, součinitel tření, galvanické vlastnosti

Navzdory pokroku ve vývoji valivých ložisek je neméně zajímavé sledovat silící trend návratu ke kluzným pouzdrům. Změna je nicméně podmíněna použitím samomazných materiálů na bázi grafitem, nebo jiným vhodným tuhým mazivem impregnovaných bronzových nebo železo-niklových matic.

Určujícími faktory takových změn, působícími na — dalo by se říci — obrácený sled vývoje, jsou rostoucí ceny pracovní síly, náklady na údržbu a spotřebu materiálu. V neposlední řadě také environmentální hlediska. V aplikacích, u kterých není zaručeno řádné mazání valivých ložisek z důvodu diskontinuálního kývavého pohybu, dochází k výměně za vývojově starší a v podstatě primitivnější kluzná pouzdra.

V současné době sledujeme návrat kluzných ložisek zpět na výsluní sofistikovaných technických aplikací. Díky pokroku ve výrobě kovových prášků a dalších navazujících technologií se daří dosahovat takových provozních parametrů, které v mnohých případech výhody klasických valivých ložisek překonávají. I když limitním faktorem nadále zůstává kluzná rychlost, vývoj postupuje rychle dopředu. Je proto nutné jej sledovat a aktivně se ho účastnit. Neboť kdo chvíli stál, již stojí opodál.

Plněné porézní anorganické povlaky pro speciální účely

Ing. Michal Mészáros, Ing. Jakub Melichar, Ing. Vít Steiner, Ing. Agáta Foitlová – SVÚM a.s.
Jiří Boháček – NACE Global s.r.o.

Anotace:

Mezi důležité parametry výrobků patří jejich životnost. Tu lze, navíc v kombinaci se zlepšením užitečných vlastností, vylepšit pomocí vhodných otěruodolných povrchových úprav. Jednou z perspektivních oblastí takovýchto úprav jsou kompozitní povlaky na anorganické bázi. V rámci výzkumné činnosti jsou vyráběny a testovány kompozitní porézní povlaky, jež slibují kombinaci dobré tepelné a korozní odolnosti se zlepšenými kluznými vlastnostmi.

Klíčová slova CZ:

otevřené póry, smalty, žárové nástřiky, kompozitní povlaky, fluoropolymery, keramika, utěsnění, impregnace, kluzné vlastnosti, korozní odolnost

Klíčová slova AJ:

open porosity, enamels, thermal spraying, composite coating, fluoropolymers, ceramic, sealing, impregnation, sliding properties, corrosion resistance

Cíle:

Cílem práce je VaV speciálních vrstvených povlaků na anorganické bázi, u kterých budou povrchové póry utěsněny moderními high-end polymery (např. polytetrafluorethylenem). Jako anorganický substrát se předpokládá použití materiálů na bázi anorganických skel a keramiky. U těchto materiálů je výhodou, že při technologii jejich výroby je možno nanášet vrstvy postupně – lze tak teoreticky udělat násobnou strukturu, kde každý nános bude plnit specifickou funkci (kompatibilizace se substrátem, chemická odolnost, porézní vrstva pro naplnění, ...). Účelem naplnění pórů je zlepšení tribologických vlastností a korozní odolnosti při zachování vysoké odolnosti proti otěru a celkové tvrdosti povrchových úprav. Jednou z hlavních výzev je tedy vytvořit povrch s optimálním poměrem pórů (plněných polymerů) vůči zbytku povrchu.

Popis dosavadní činnosti:

Byl proveden průzkum možností přípravy vhodného typu anorganických substrátů s otevřenými povrchovými póry. Na základě teoretických podkladů, dostupnosti technologií a konzultace s odborníky se jako perspektivní jeví tři hlavní typy technologií – smaltování, výroba porézní keramiky a žárové nástřiky.

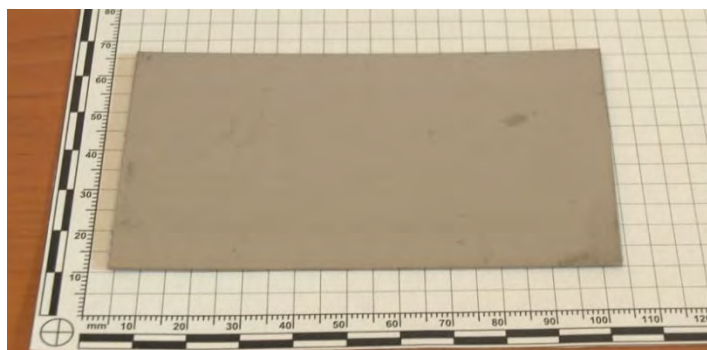
V oblasti materiálů pro utěsnění byly vybrány dva přístupy – prvním jsou disperze speciálních polymerů v nosiči, jež se po aplikaci odstraní. Druhým jsou materiály, jež v nosiči obsahují i termosetickou složku, která po vytvrzení povrchové úpravy vytvoří nosnou matici pro rozptýlený polymer.

Při vývoji povrchových úprav se předpokládá mikroskopické hodnocení struktury, zaplněnosti pórů po aplikaci utěsnění (řezy) a topologie povrchu. Dále bude hodnocena porozita, tvrdost, adheze povlaků k podkladovému kovu, korozní odolnost a odolnost proti zatěžování. U materiálů pro utěsnění je vzhledem ke kapilárnímu efektu důležitá především viskozita a smáčivost (měření kontaktního úhlu).

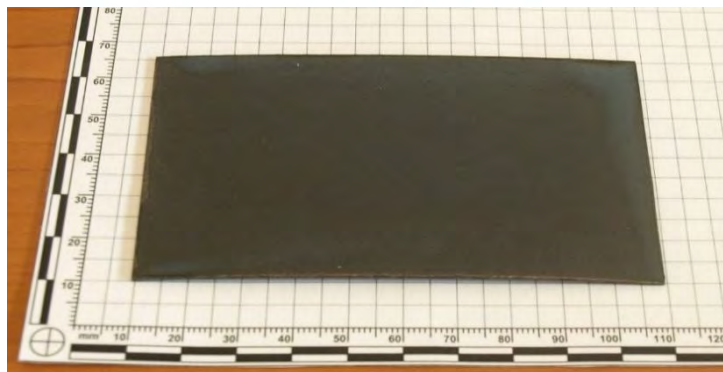
Příprava vzorků – smaltování [1]:

V oblasti technologie smaltování byly mokřím mletím skleněných frit připraveny smaltéřské břechky pro výrobu základního a krycího smaltu, byly vyzkoušeny technologické postupy výroby smaltů na smaltéřské oceli – vybranými metodami nánosování jsou máčení a polévání. V první fázi byly připraveny vzorky bez pórů, probíhá VaV činnost možností výroby porézní vrstvy – uvažovanými metodami jsou přimíchání materiálu do krycího smaltu (jeho rozkladem při vypálení by vznikly kavity), leptání či laserové strukturování povrchu.

Ručním poléváním kuponů smaltéřských plechů (obsah železa 99,5 %, Obr. 1) břechkou základního smaltu a následným vysušením v horkovzdušné cirkulační sušárně (100 – 105 °C / 20 min) došlo k přípravě biskvitu. Vzorky byly následně vloženy do elektrické laboratorní pece CLASSIC 3013L a vypalovány 7 min za teploty 840 °C (Obr. 2). Po volném zchladnutí byla na základní smalt nanesena břechka krycího smaltu, vzorky byly vysušeny (100 – 105 °C / 20 min) a vypáleny (750 °C / 6 min) (Obr. 3).



Obr. 1: Zkušební vzorek (kupon) plechu ze smaltéřské oceli



Obr. 2: Zkušební vzorek (kupon) plechu ze smaltéřské oceli po nanesení a vypálení základního smaltu



Obr. 3: Zkušební vzorek (kupon) plechu ze smaltéřské oceli po nanesení a vypálení krycího smaltu

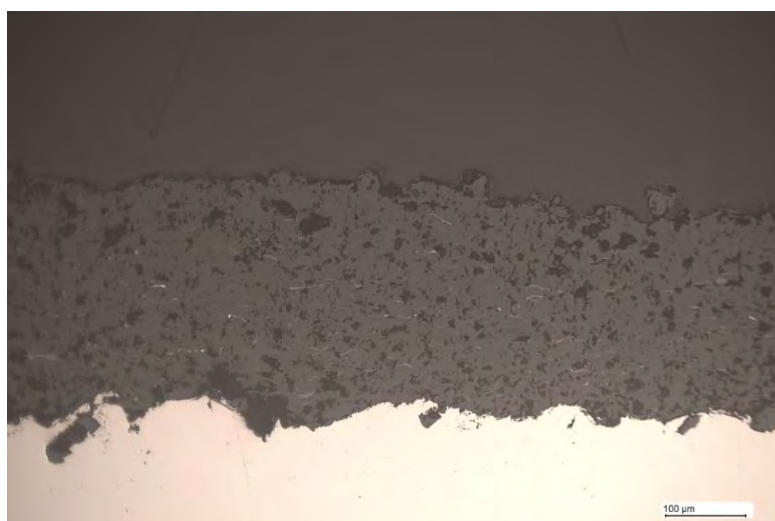
Příprava vzorků – žárové nástřiky:

Na základě VaV činnosti a konzultací s odborníky lze říci, že tvorbu kompozitních keramických povlaků s fluoroplasty pomocí žárových nástřiků lze uskutečnit dvěma cestami.

První možností je kombinace polymeru a keramiky již při vlastním nástřiku [2] – částice polymeru obalené keramikou vstupují do tepelného proudu a po natavení dochází k jejich nanesení na povrch substrátu. Jelikož je při nástřiku potřeba docílit natavení keramických částic bez degradace polymerní složky, je tento postup velmi náročný na optimalizaci a docílení uspokojivé mikrostruktury povlaku (porosita, distribuce polymeru).

Z tohoto důvodu byl pro výzkumnou činnost vybrán přístup spočívající v žárových nástřicích s cíleným zavedením pórů/defektů a jejich následným utěsněním. Technologiemi budou nástřik plazmatem a plamenem – pomocí parametrů nástřiku (teplota a rychlost plamene, průtok plynu, tvar a velikost prášku, úhel dopadu, teplota a typ substrátu, aj.) lze ovlivnit mikrostrukturu vrstev. Výhodou je, že některé parametry lze měnit kontinuálně během výroby vzorku, možné je i jednotlivé metody kombinovat. Teoreticky tak lze získat anorganickou vrstvu, jež bude u podkladového základního materiálu kompaktní a na povrchu bude mít otevřené póry pro nános a zachycení polymerní složky.

Výroba prvních vzorků (Obr. 4) byla provedena technologií nástřikem plazmatu za atmosférického tlaku (APS) za použití hořáku SinplexPro. Materiál povlaku, nanášený na vzorky z konstrukční oceli, byl prášek Amperit 742.001 - Al₂O₃ se 3% TiO₂.



Obr. 4: Zkušební vzorek z konstrukční oceli s žárovým nástřikem materiálu Amperit 742.001 – řez

Materiály pro tvorbu utěsnění [3,4]:

Otevřená porozita, uzavřená porozita a mikrotrhliny v žárových nástřících mohou být způsobeny řadou faktorů, např. neúplně roztavenými částicemi prášku, nedostatečným průtokem nebo fragmentací roztavených částic při nárazu, neoptimálním úhlem nástřiku či zachycenými plyny. Ačkoliv se těmto jevům snaží obecně předejít, pro vyvíjené aplikace je třeba do svrchní vrstvy substrátu tyto útvary vnést (a to jak u žárových nástřiků, tak i u smaltů).

Jako organické materiály pro utěšňování/impregnaci žárových nástřiků se obvykle používají jedno nebo dvousložkové pryskyřičné systémy. Porézní substrát je poměrně složitou kapilární soustavou, kde je zastoupena plynná (vzduch z okolního prostředí), kapalná (zkondenzovaná kapilární vlhkost) i pevná fáze. Při aplikaci utěsnění do toho systému vstupuje další fázová složka, jejíž permeační hloubka a rychlost jsou výrazně závislé na mezifázovém povrchovém napětí a aplikační viskozitě. Dalším důležitým hlediskem aplikovatelnosti je smrštivost při vytvrzování – nevhodná smrštivost způsobí nedokonalé utěsnění pórů a zhoršení korozní odolnosti. Aby kapalná soustava pro utěsnění fungovala jako efektivní korozní ochrana, musí vykazovat následující vlastnosti:

- musí proniknout dostatečně hluboko do substrátu,
- způsob vytvrzení musí být vhodně zvolen pro daný díl (velmi rozměrné díly např. nelze vytvrzovat v peci),
- utěšňovací systém musí být při penetraci do substrátu stabilní vůči fázové separaci kapilárními silami,
- musí vykazovat co nejnižší smrštivost,
- rozpouštědla musí být před vytvrzením řádně odstraněna – zamezení měknutí vytvrzeného systému,
- je vhodné, aby na povrchu vytvořil pouze slabou vrstvu, aby nebylo nutno díly dobrušovat kvůli tolerancím.

Metody impregnace lze obecně rozdělit do čtyř kategorií: impregnace za atmosférického tlaku, impregnace za sníženého tlaku, přetlaková impregnace a kombinace předchozích. Výběr metody obecně závisí na velikosti upravovaného dílu, požadované hloubce penetrace a vlastnostech impregnačního média. Nízkotlaková a přetlaková impregnace je vhodná pro menší díly, pro větší je ekonomicky relevantní pouze postup za atmosférického tlaku.

Postup přípravy vzorků

V prvním kroku byly použity tři komerční disperze speciálních polymerů, impregnace proběhla za atmosférického tlaku. Na vyžehnaný substrát byly disperze naneseny pneumatickým stříkáním s následným vysušením a teplotním vytvrzením (Tab. 1).

Tab. 1: Disperze speciálních polymerů – zpracovatelské parametry a viskozita (datové listy výrobců)

polymer	nosič	teplota vysušení a vytvrzení	aplikační viskozita
polyamid imid (PAI)	rozpuštědlo + termoset	5 - 10 min / 100 °C 10 min / 200 °C	100 ± 10 s / 4 mm / 23 °C (DIN 53 211)
polytetrafluorethylen (PTFE)	rozpuštědlo + termoset (polysulfon)	10 min / 150 °C 15 min / 375 °C	75 ± 5 s / 4 mm / 23 °C (DIN 53 211)
fluorovaný ethylen -propylen (FEP)	rozpuštědlo	15 min / 150 °C 15 min / 345 °C	80 – 120 cP (Brookfield RVT, vřetenno 2, 20 ot/min, 25 °C)

Závěr:

Na základě VaV činnosti byly vybrány dvě technologie přípravy anorganického substrátu pro uchycení polymerního nástřiku. Pomocí smaltování a nástřiku plamenem byly vytvořeny první zkušební vzorky pro optimalizační cyklus. Byly vytvořeny první kompozitní vzorky porézního povlaku utěsněného speciálními polymery. Byly vybrány parametry a nalezeny postupy a metodiky pro testování.

Další postup:

V dalším postupu bude vyzkoušena indukce pórů do smaltových povlaků, vzorkování žárových nástřiků s rozdílnými parametry a studium vlivu mikrostruktury anorganických substrátů na interakci s impregnačními nástřiky (penetrace, vyplnění pórů, aj.).

Poděkování:

Autoři děkují Ministerstvu průmyslu a obchodu za poskytnutí finanční podpory v rámci výzvy

OP PIK – APLIKACE Výzva VIII 01_20_321, projekt CZ.01.1.02/0.0/0.0/20_321/0024502 - VaV speciálních otěruodolných porézních povlaků.

Autoři děkují společnostem Glazura s.r.o. (p. Michal Mec a kol.) a Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o. (Ing. Marek Vostřák, PhD. a kol.) za spolupráci v oblasti smaltů a žárových nástřiků.

Literatura:

- [1] BOUŠE, Václav, Antonín KRAJINA a Alfonz MORAVČÍK. *Smalty a jejich použití v protikorozní ochraně*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986.
- [2] MATEUS, C., S. COSTIL, R. BOLOT a C. CODDET. Ceramic/fluoropolymer composite coatings by thermal spraying - a modification of surface properties. *Surface and Coatings Technology*. 2005, 191(1), 108-118. ISSN 02578972.
- [3] LUGSCHEIDER, E., P. JAKIEL, V. MESSERSCHMIDT a G. BECKSCHULTE. Subsequent sealing of thermally sprayed coatings to increase corrosion resistance. *Surface Engineering*. 1994, 10(1), 46-51. ISSN 0267-0844.
- [4] KNUUTTILA, J., P. SORSA a T. MÄNTYLÄ. Sealing of thermal spray coatings by impregnation. *Journal of Thermal Spray Technology* [online]. 1999, 8(2), 249-257. ISSN 1059-9630.

Průběžné tryskací zařízení pro přípravu před lakováním

Propojené, automatizované tryskací zařízení zlepšuje kvalitu a snižuje náklady

Rösler Oberflächentechnik GmbH



Kvalita, kapacita, provozuschopnost a integrace do výrobního toku byly rozhodujícími kritérii při výběru nového řešení tryskání, do kterého investoval polský výrobce složitých ocelových konstrukcí. Jako nezbytnou součást předúpravy povrchu pro kataforickou lakovací linku musel nový tryskací systém zajistit optimální výsledky přípravy povrchu v propojeném pracovním toku ve 3směnném provozu. Společnost si tak vybrala závěsné průběžné tryskací zařízení Rösler RHBD 17/32-K kvůli jeho konstrukci odolné proti opotřebení a příznivým provozním nákladům.

Specialitou společnosti Stelweld Sp.o.o. je výroba komplexních ocelových svařenců včetně obrábění, řezání laserem a CNC, ohýbání i mokré a práškové lakování. S touto tržní filozofií se společnost založená v roce 1997 etablovala jako klíčový dodavatel pro tak různorodá průmyslová odvětví, jako je automobilový průmysl, zemědělská a stavební technika, jeřáby včetně všech druhů zvedacích zařízení, obnovitelné zdroje energie a železniční doprava. Mezi zákazníky společnosti patří například Scania, Volvo, Bombardier a Cargotec.

Výstavbou nové výrobní haly v roce 2019 vznikl prostor pro integraci nové, plně automatizované kataforické lakovací linky (KTL) s 16 stanicemi a dopravníkovým systémem Power & Free. „V průběhu tohoto rozšiřování výroby jsme chtěli také zautomatizovat proces tryskání, který se dříve prováděl převážně ručně jako předúprava před lakováním, a integrovat jej do lakovací linky,“ říká Danuta Dobrzynska, projektová manažerka společnosti Stelweld.

Robustní konstrukce a přesvědčivé výsledky testů

Dalšími klíčovými kritérii výběru byly vysoká kapacita, vynikající výsledky tryskání, vynikající doba provozuschopnosti zařízení a vysoká nákladová efektivita. Mezi pěti výrobci tryskacích zařízení, kteří byli zvažováni jako potenciální dodavatelé, si zákazník vybral firmu Rösler s průběžným závěsným tryskačem RHBD 17/32-K. „Firmu Rösler jsem znala již z projektu, který jsem řešila, když jsem pracovala pro předchozího zaměstnavatele. Společnost není nejlevnějším poskytovatelem, ale rozhodující rozdíly jsou v konstrukci a výbavě systému. Ve srovnání s konkurenčními produkty se všechny základní součásti tryskacího stroje Rösler skládají z materiálů odolných proti opotřebení, jako jsou vrhací lopatky turbín, které jsou vyrobeny z kované nástrojové oceli,“ vysvětluje rozhodnutí pro Rösler Danuta Dobrzynska a doplňuje: „Dalším klíčovým faktorem pro naše rozhodnutí byly výsledky zkoušek tryskáním, které byly provedeny s některými našimi originálními součástmi. V zákaznickém centru Rösler jsme dosáhli vynikajících výsledků tryskání, což poskytlo cenné ukazatele pro naše skutečné tryskání“.

Technické vlastnosti zajišťující vynikající výsledky, mimořádnou účinnost a vysokou provozuschopnost

Závěsný průběžný tryskač RHBD 17/32-K umožňuje tryskání velmi širokého spektra trojrozměrných svařenců o rozměrech až 2 500 x 1 200 x 3 000 mm (D x Š x V) a hmotnostech max. 1 250 kg. V dobách cyklu 6 až 8 minut poskytuje proces automatického tryskání kvalitu konečné úpravy SA 2,5 na celém povrchu ocelových svařenců a hodnoty drsnosti povrchu, které jsou plně v souladu s normami definovanými společností Stelweld a jejími zákazníky. To zajišťuje vynikající přilnavost barvy na obrobky. Pro dosažení takto náročných výsledků je tryskací stroj vybaven 16 metacímí koly Gamma 400G, každá o výkonu 15 kW. Tyto vysoce výkonné turbíny vyvinuté firmou Rösler jsou vybaveny vrhacími lopatkami v provedení „Y“. Speciální geometrie lopatek s přesně vypočítaným zakřivením vytváří ve srovnání s konvenčními turbínami velmi vysokou rychlost vrhání při současně nižší spotřebě energie. To má za následek až o 20 % vyšší účinnost tryskání. Navíc díky jejich symetrické konstrukci lze použít obě strany metacímí lopatek, což má za následek jejich dvojnásobnou životnost. Díky speciálnímu systému rychlé výměny lze výměnu lopatek provádět bez nutnosti demontáže turbíny. Umístění turbíny (poloha a úhel) bylo určeno speciální simulací procesu tryskání. Vysoká přesnost zacílení tryskacího paprsku také přispívá k vysoké účinnosti procesu tryskání. Aby Stelweld přizpůsobil výhoz tryskacího média až 200 kg/min geometrii svých ocelových součástí, využívá tři různé tryskací programy. Rychlost otáčení turbín je regulována frekvenčními měniči. To umožňuje přesné řízení energie dopadu tryskacího média na povrch obrobku.

Pro optimální ochranu proti opotřebení a tím i dlouhou životnost zařízení jsou kritické části vstupní a výstupní komory vyrobeny z manganové oceli o tloušťce 6 mm. Stejný materiál, tentokrát o tloušťce 8 mm, je použit pro tryskací komoru. Kromě toho je tryskací komora chráněna překrývajícími se snadno vyměnitelnými otěruvzdornými deskami vyrobenými z vysoce pevných materiálů. Pevné pryžové clony ve vstupní a výstupní komoře, stejně jako ochrana mezer pomocí několika k pryžových těsnění a kartáčů, zabraňují jakémukoli úniku tryskacího média do bezprostředního okolí. „Turbíny, celá konstrukce zařízení a použité materiály zaručují vysokou dobu provozuschopnosti. To zajišťuje bezpečný, bezproblémový a energeticky úsporný provoz,“ uzavírá projektová manažerka.

Reprodukovatelná kvalita díky plně automatizovanému propojenému provozu

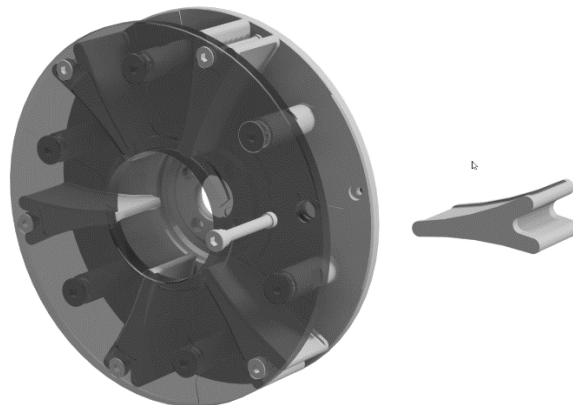
Svařované součásti se do tryskacího systému dostávají na závěsech dopravníkového systému Power & Free, které jsou opatřeny QR kódem pro automatickou volbu tryskacího programu. Jakmile závěs s jedním obrobkem vstoupí do vstupní komory, dvoukřídlé dveře se zavřou a automaticky se spustí turbíny, systém zpětného vedení tryskacího média a sběrač prachu. Během procesu tryskání obrobek prochází tryskací komorou předem definovanou rychlostí. 16 tryskacích turbín zajišťuje intenzivní čištění všech oblastí obrobku s vysoce homogenními a konzistentními výsledky tryskání. Dva nárazové separátory umístěné v potrubním spojení mezi tryskačem a sběračem prachu zajišťují, že vzniklý prach je odsáván z tryskací komory, zatímco ještě použitelné tryskací médium se vrací zpět do tryskacího zařízení.

K výstupní komoře je napojená přístupná oblast, ve které lze ručně odstranit zbytkové tryskací médium ze svařenců, zejména svařenců s miskovitými sekci. Šnek na dně stroje vrací odstraněné tryskací médium do systému recyklace a čištění média, který se skládá ze dvou vzduchových kaskádových separátorů. Následně jsou otryskané obrobky transportovány na lakovací linku KTL.

„S novým tryskacím systémem dosahujeme výrazně lepších a reprodukovatelných výsledků v kratším čase než ručním tryskáním a můžeme využít náš kvalifikovaný personál pro činnosti s větší přidanou hodnotou. Díky úspoře spotřeby energie a dalších provozních nákladů se také proces tryskání stal výrazně ekonomičtějším,“ říká Danuta Dobrzynska.



Obr. 1: Tryskací systém, který je určen pro plně automatické tryskání velmi široké škály trojrozměrných svařovaných konstrukcí, zaujme svými reprodukovatelnými výsledky a konstrukcí se sníženým opotřebením, vysokou dostupností a nízkými provozními náklady.



Obr. 2: Speciální konstrukce 16 vysoce výkonných turbín Gamma 400G umožňuje díky své speciální konstrukci zakřivených metacích lopatek výrazně vyšší výkon tryskacího média a nižší spotřebu energie. Turbíny Gamma 400G přitom oproti běžným turbínám zaručují dvojnásobné zvýšení životnosti vrhacích lopatek.

KDO JE ROZSOUDÍ VI.

Ing. Josef Ježek – JEVAN, Ledec nad Sázavou

Hmotný svět je obtížně popsatelný jako celek. Síly v něm působící jsou prostorově rozloženy, a proto vytváříme substituci (náhradu) prostorovosti geometrických objektů body, do kterých vkládáme (soustřeďujeme) celkové silové (tíhové) působení. Těmto bodům říkáme „tížiště“ či těžiště. V takovém bodě nacházíme rovnovážný silový stav objektu vůči okolí. Podepření nebo zavěšení v něm zajišťuje to, že objekt zůstává v poloze, do které jej ustavíme. A proto **prozkoumejme tento jev. Hmotnost nahrazujeme geometrickými jevy.**

Geometrický bod je **sám sobě těžištěm**. **Soustava bodů** zobrazená **přímostí** a **omezená dvěma** hraničními geometrickými **body** (objekt zvaný úsečka) má **těžišťový bod uprostřed** této **soustavy bodů**. **Rovinná plocha**, ohraničená třemi úsečkami s třemi protilehlými hroty, představuje nespočet lokalit (geometrických míst bodů), z nichž jedna bude těžištěm celé soustavy bodů. Přímoú **spojnici středu strany trojúhelníku** (těžiště úsečky) **s jeho hrotem** (těžištěm) nazýváme **rovinnou** (trojúhelníkovou) **těžnicí**. V průtnutí dvou libovolných těžnic téhož trojúhelníku leží bod zvaný „**těžiště trojúhelníku**“ a nachází se v jedné třetině délky těžnice od těžiště strany a ve dvou třetinách od hrotu (těžiště).

Nezakřivený trojrozměrný prostor, ohraničený čtyřmi trojúhelníkovými stěnami, má čtyři vrcholy (singularity), ležící proti čtyřem stěnám, z nichž každá má svoje plošné (rovinné, trojúhelníkové) těžiště. **Přímoú spojnicí vrcholu s těžištěm protilehlé stěny** nazvěme **prostorovou** (tělesovou) **těžnicí**. Ta představuje bodové lokality, v nichž se může nacházet **těžiště čtyřstěnu**. **V bodě**, ve kterém **se protnou** kterékoliv **dvě prostorové těžnice**, se nachází **prostorové těžiště**. Tento bod leží v jedné čtvrtině délky těžnice od stěnového těžiště, ve třech čtvrtinách délky těžnice od vrcholu.

Druhým polyedrem (mnohostěnem) v pořadí (plynutí času) je **pětistěn** (řekněme Kain, nemající žádnou alternativu), tvořený jednou čtyřúhelníkovou stěnou a čtyřmi stěnami trojúhelníkovými. Těžiště trojúhelníkové stěny jsme již výše definovali. Definování těžiště částí roviny zvaných čtyřúhelníky není už tak jednoduché a jednoznačné. Pouze u **čtyřúhelníků rovnoběžníkových** (dvojice protilehlých stran jsou spolu rovnoběžné) můžeme potvrdit, že jejich **těžiště se nachází na průsečící jejich úhlopříček**. Je to dáno tím, že úhlopříčky tyto obrazce (mnohoúhelníky – polygony) dělí vždy na tvarově a rozměrově shodné poloviny (trojúhelníky), jejichž těžiště jsou shodně vzdálená od jejich průsečící. Tak dochází k „**momentové rovnováze**“. Jde o substituci, kdy **mohutnost** plochy představuje **sílu** (tíhu) a **rameno** jejího **působíště** odlehlost těžiště od průsečící sil. Fyzikálně pojato nastává rovnováha na dvouramenné páce. Mezi vyvolené rovnoběžníky zařadíme čtverec, obdélník, kosočtverec a kosodélník. Nadále se zbývejme **kolmými pětistěny** (čtyři boční stěny představují rovnoramenné trojúhelníky shodné délkou ramen) s pátou stěnou **tvaru čtverce** nebo **obdélníku**.

Na modelu pětistěny (pyramidionu) můžeme pojmenovat některé jevy. Máme zde pět singularit (vrcholů). Čtyři jsou trojmočné (leží proti trojúhelníkovým stěnám) a jedna je čtyřmočná a leží proti čtyřúhelníkové stěně. Zpravidla jí dáváme přízvisko **základna**. **Odlehlost** čtyřmočné singularity od této stěny je celková, **jednotková**. Jde o „**nultou těžišťovou hladinu**“ ($H_0 = 1$). Na ramenech (hranách) bočních trojúhelníkových stěn leží **uprostřed** jejich délek „**čárová těžiště**“. Všechna se nacházejí na rovině, kterou nazveme „**hladinou hranových těžišť**“ ($H_1 = \frac{1}{2}$). Uvnitř trojúhelníkových stěn leží těžiště těchto ploch. Všechna leží v jedné ploše, kterou nazveme „**hladinou stěnových těžišť**“ ($H_2 = \frac{1}{3}$). Ta se nachází v jedné třetině délek stěnových těžnic od čtyřúhelníkové základny, ve dvou třetinách délek těžnic od čtyřmočné singularity ($H_2 = \frac{1}{3}$).

Těžiště takto ohraničeného prostoru (ve tvaru čtyřboké pyramidy) musí zákonitě ležet na „**hlavní prostorové těžnici**“, spojující těžiště čtyřúhelníkové základny se čtyřmočným vrcholem. Další prostorové těžnice spojují stěnová těžiště s těžišti základnových hran. Průsečík dvou prostorových (tělesových) těžnic představuje „**tělesové těžiště**“. To se nachází v jedné pětíně délky hlavní prostorové těžnice od čtyřúhelníkové základny a čtyřech pětínách její délky od čtyřmočného vrcholu. Můžeme prohlásit, že tělesové těžiště těchto objektů leží na „**hladině tělesových těžišť**“ ($H_3 = \frac{1}{5}$).

Takto jsme se dopracovali k těžištím pravidelných čtyřbokých jehlanů – pyramidionů, obecně „kuželů“. Plášť rotačního kužele si můžeme představit jako nespočetné množství „štíhlých trojúhelníků“, které mají obě hladiny těžišť (H_2 a H_3) shodně s pyramidionem. Zřejmě i jejich prostorová těžiště se nachází na hladině H_3 . Takto čistě geometricky jsme hledali **těžiště hladkých** (někdy také pravých) **pyramid** (například z Gízy). **Stupňovité** pyramidy vyžadují jiný přístup pro výpočet. Jejich mohutnost (masu, objemnost či hmotnost) tvoří jednotlivé stavební bloky. Jako nevhodnější pro stavbu se jeví bloky čtvercového průřezu, od tvaru dlaždice, přes krychli až ke čtvercovému hranolu. Pro jednoduchost stavme stupňovité pyramidy z krychlových kvádrů, tedy o rozměrech **1x1x1**.

Nyní přijde ke slovu algebra a mechanika (statika). Těžiště bloků se nachází v jedné polovině od každé stěny. Těžišťový bod bloku nám tím pádem nahradí celý blok. **Tvar krychle** (polyedrického **Caesara**) si **oblíbili i tvůrci** nebo **udržovatelé víry v jednoho Boha** (monoteisté). **Šalamoun** prý navrhoval první Jeruzalémský chrám právě do podoby krychle. Prý i **Mohamed** posvátnou Kábu v Mekce. Často obětní oltáře směřovaly k tomuto tvaru. Starověký nevyřešený geometrický problém hovoří o zdvojení nebo půlení krychle, možná také z náboženských pohnutek.

Prostor E_3 si dovedeme představit zcela vyplněný tímto tvarem, a protože víme, že jej **lze rozdělit na tři zcela tvarově a objemově shodné části** ve tvaru speciálního **pravouhlého a kosého pětistěny**, pak lze bezzbytku vyplnit tímto tvarem i celý prostor E_3 . Tato skutečnost se příliš nepublikuje. Příroda nám nabízí krystalickou stavbu, kdy na mateřské krychli vyrostou malé (dceřiné) krychličky do tvaru stupňovitých pyramid na všech šesti čtvercových stěnách. Vnější tvar pak lze nazvat „**téměř pravidelným dvanáctistěnem**“ z dvanácti kosočtverecných tvarově i velikostně shodných stěn. Až takové zázraky příroda dokáže. Konstatuji, že minimálně polovina krystalických materiálů (prvků či sloučenin) vytváří krychlový tvar krystalů (či krystalových mřížek).

Jak postupně zjišťujeme, minimálně stejně úžasný je tvar čtyřstěnu nebo pyramidionu. Pokud je čtyřstěn pravidelný, může se rozpadat na nekonečný počet dceřiných pravidelných čtyřstěnnů. Děje se tak jeho „**čtvrcením**“, kdy z jedné velikosti (mohutnosti) **půlením délek hran (čtvrcením stěn)** dostáváme **osm** naprosto shodných **dceřiných objektů** tvaru matky. „**Třetěním hran**“ dostáváme **dvacet sedm dceřiných objektů** mateřského tvaru, atd. Většina z nich se potom může „spářit“ (stěnou k sobě přilepit), čímž potomci mají **tvar šestistěny** se šesti stěnami z rovnostranných trojúhelníků. Tento polyedr není považován za „pravidelný“, protože všech pět vrcholů neleží na kulové ploše. Nejsou totiž stejné mocnosti. Dva vrcholy jsou trojmočné, tři čtyřmočné. **Stěnová $f(n)$** a **vrcholová funkce $f(m)$** každého polyedru musí být za každých okolností v rovnováze, čili **$f(n) = f(m)$** . ($6x3=2x3+3x4$). Tento mnohostěn představuje „**šťastný model**“ spojení Adama s Evou, a proto jsem mu dal jméno **Abel**, jako vyvolenému (druhorozenému) synovi prvních polyedrů.

Podobně se může rozpadat pyramidion (**Kain**) na své následovníky, kterými jsou malí Adámkové nebo Evičky, dále pak polyedry jeho vzezření, ale také při jejich „spáření“ rodící se **Cleopatry**. Jak vidět, život polyedrů je velmi pestrý a bohatý. Narození Adámkové nebo Evičky mají poloviční mohutnost proti Kainům, a čtvrtinovou mohutnost vůči Cleopatrá. Jejich **počty při rozpadu pyramidionu na N vrstev vyjadřuje funkce**, v níž podíl malých **pyramidionů** je dán hodnotou N^2 , počet zrozených **Cleopater $(N-1)^2$** a počet výplňových a vazebných čtyřstěnnů (**Adámků a Eviček**) dán hodnotou **$2N \cdot (N-1)$** .

Celkový počet vyjmenovaných a vzniknuvších **polyedrů** značme symbolem Σ .

$$\Sigma \text{ Polyedrů} = N^2 + (N-1)^2 + 2N \cdot (N-1) = 4N^2 - 4N + 1 = (2N - 1)^2$$

To byl **dovětek** k hladkým čtyřbokým pyramidám a **počtu** jejich případných **rozpadových elementů**. Standardní obelisky mívají komolý čtyřboký jehlanovitý podstavec, na němž na vrcholu sedí **pyramidion**. Je to **pomník** (socha) a pocta obdivuhodnému tvaru. Pojďme se už konečně věnovat **stupňovitým** pyramidám. Jejich **předobrazem je krychle** ležící uprostřed **na čtyřech krychlích** shodné velikosti, sesazených do těsného **čtvercového piedestalu**. Pět takto uspořádaných krychlí má tělesová těžiště, jejichž spojnice nám ukazují obraz hladké pyramidy. Těžiště samostatné krychle leží v „**nulové těžišťové hladině**“ ($H_0 = 1$) obrazu pyramidy. Čtyři těžiště podstavných krychlí leží na „**hladině tělesových těžišť**“ ($H_3 = 0$). Znamená to tedy, že mezi jednotlivými stupni (hladinami) stupňovité pyramidy (stavby sestavené na sucho, bez malty) jest jednotková výška, která je zároveň stranou stavebního krychlového bloku.

Těžiště celé stavby z pěti bloků musí respektovat prostorovou rozprostraněnost objektu a bude se nacházet někde mezi hladinami H_0 a H_3 . Nyní použijme statickou metodu vážení, čili hledíme rovnovážný stav vzhledem k vnějším rozměrům objektu. Při hledání jakýchkoliv těžišť považujeme mohutnosti typu délek (čar), plošností (ploch) a prostorovostí (objemností, hmotností) za kvality s vlastnostmi síly, působící na momentovém rameni k podpoře (nebo k závesu). Pokud přirozené číslo **N vyjadřuje pořadové číslo vrstvy**, pak mohutnost (hmotnost) vrstvy definované stupňovité pyramidy je kvadrátem tohoto čísla (N^2), a těžiště celého objektu je na rameni „**y**“ od těžišťové hladiny základny (H_{N3}), na níž stojí. K této hladině však musíme přidat výšku poloviny bloku, abychom poznali reálnou výšku vzhledem k vnějším rozměrům stupňovité pyramidy. Druhá polovina výšky bloku přibývá nad nulovou těžišťovou hladinou (H_0). Celková výška stupňovité pyramidy však má hodnotu **N**.

„**Silovým moment**“ od poslední (základnové) vrstvy **N** musí být roven součtu momentů od všech „vyšších vrstev“ s menším číslem mohutnosti **N**. Napišme si tuto momentovou rovnováhu.

$$N^2 \cdot y = (N-1)^2(1-y) + (N-2)^2(2-y) + \dots + 2^2(N-2-y) + 1^2(N-1-y)$$

Vztah nás upozorňuje na skutečnost, že se na pravé straně odehrává **integrace** (neboli součet) **momentů** (Integrál), kdy při nekonečném počtu vrstev (stupňů pyramidy) se zcela vytratí důležitost rozměru krychlí (bloků), z nichž stavíme.

U dvoustupňové pyramidy je výška těžiště od podložky **h=0,35**, protože její výška je **H=2**. U třístupňové **h = 0,31**, pro **N=4** je **h = 0,29**, pro **N=5** je **h = 0,28**, atd. A právě pro pětistupňovou pyramidu je těžiště rovno **2/7 z celkové výšky**, jak předpokládali pyramidologové. Umístění těžiště v limitě vrstev (**N→∞**), kdy se stupňovitá pyramida jeví jako „hladká“, se těžiště nachází v jedné pětině výšky, čili **h = 0,2 H**.

Jestliže už na počátku úvah o „silových momentech kvádrů“ dosadíme do vztahu pro dvoustupňovou pyramidu (**N=2**), potom dostaneme: **2²·y = 1²·(1 - y)** a po úpravě **5·y = 1** a **y = 0,2**, což odpovídá geometrickému výpočtu pro hladkou pyramidu. Tedy pyramidě sestavené z těžišťových bodů bez prostorovosti bloků. Nevím, proč stavitelé pyramid v Gíze začali stavby jako stupňovité, a následně tvarovými bloky z bílého nebo růžového mramoru je „vylepšili“ na hladké (pravé, geometricky čisté)? Co říkáte? Že to muselo stát námahy a těch peněz! Nevadí, vždyť stejně obyvatelstvo v následujících dobách obložení rozebralo a odneslo na stavbu svých přístřešků. Asi nemělo jiné řešení nebo úctu k práci svých předků.

Milí čtenáři. Jsme-li postaveni před problém, který máme řešit, a přitom nevíme jak na něj, je dobré se mrknout do kuchyně paní přírody a tam najít recept. Například řešení otázky klidu a stability. Veškerá hmota vesmíru začala (asi) stvořením prvního prvku zvaného **vodík (H)**. Žádný jiný není jednodušší, elementárnější. **Působením gravitace** (Boží lásky – vzájemnou přitažlivostí) se jednotlivé prvotní atomy k sobě tlačily a když jejich počet překročil únosnou míru, zažehl se v jejich vřavě „oheň“. Za vysokých tlaků a teplot se vesmírný „**alchymický kytlík**“ stal komorou, ve které se z vodíku uvařil druhý prvek zvaný „**helium**“ (**He**) při uvolňování obrovské energie. Pícky, v nichž se „vaří hmota“, **nazýváme hvězdami či slunci**. První uvařený prvek se jeví jako velmi stabilní.

Řekněme, že se volná gravitační energie změní ve stabilní potenciální energii částicovou. **Jádro hélia** vytvoří **rovnovážný systém čtyř jednotek** v podobě dvou párových kvalit. Jedna kvalita je základem jader všech prvků a druhá je jakýmsi katalyzátorem, který však samostatně stojící není stabilní. Zde se nabízí model uspořádání jádra do tvaru čtyřstěnu. Každé energetické centrum (vrchol čtyřstěnu) realizují vždy tři vzájemné vazby mezi zúčastněnými. **O neutronu** říkáme, že **nemá elektro-potenciál** (je elektricky neutrální), což může být způsobeno jeho vnitřní elektrickou rovnováhou skladebných elementů. Podobně pak vzniká elektrická rovnováha i u už samostatně stojících částic, jimiž jsou **proton** v Jádře a **elektron** v Obalu. Za nositele jednotkového elektrického náboje považujeme elektron, malou subtilní částici. Mírná hmotnostní nerovnováha mezi protonem a neutronem v jádře může způsobovat jeho relativní pohyb, rotaci jádra. Tato rotace jádra zase může mít vliv na pohyb elektronů v atomovém obalu i na jiné vlastnosti konkrétních prvků.

Ve hvězdném kotlíku se postupně zahušťuje hmota za vzniku složitějších (těžších) jader. Slučování jader lehčích prvků na těžší je prováděno uvolňováním jejich kinetických energií v podobě elektromagnetického záření různých délek. Zkušenosti z makrosvěta nám říkají, že „**tuhost**“ (odolnost) **objektů** (například tenoučkových vrtáků) roste s momentem setrvačnosti. Ten roste se čtvrtou mocninou prostorové (geometrické) rozměrnosti. Hybnost objektu s prvou mocninou úhlové rychlosti (počtem otáček za časovou jednotku) a energie s druhou mocninou úhlové rychlosti. Tady je zajímavý jeden postřeh, že energie není odvozena od hmotnosti objektu, ale od jeho geometrické prostorovosti a udělené otáčivé (úhlové) rychlosti. **Hmotu vlastně k ničemu nepotřebujeme**, protože ji neumíme „jako absolutní veličinu“ ani definovat. Vystačíme s „**elementem časoprostoru**“.

Jak narůstá rozměrovost (hmotnost) jader vznikajících nových prvků, tím méně se uvolňuje přebývající „kinetické energie“. Při jádru železa (**Fe**) se uvolňování přebytku energie ze syntézy uvnitř hvězd zcela zastaví. **Na grafu úbytku uvolňované elektromagnetické energie**, připomínající **řez hornatou krajinou**, jaderní fyzici označují okolí prvku železa za „**údolí jaderné smrti**“. Tak smutný je konec života hvězd! Spojitost této exkurze do jaderné fyziky ve mně vyvolala asociaci s výrazem „**Údolí (mrtvých) králů**“ v Egyptě. Jejich těla neskončila v pyramidách, ale ve skalních dutinách, v jeskyních. Důvod jsem dříve popsal. (Zločinnost). **Železo tuhne** (krystalizuje) do útvarů s atomovými lokalitami ve vrcholech krychlové mřížky (Bruselské **Atomium**). Ani toto nevidím jako čirou náhodu. V předchozím povídání jsme si uvědomili, že tvar krychlové mřížky vznikne minimálně třemi cestami. Popišme si je.

- 1) Sestavením šesti kolmých pravidelných pyramid o délce základové hrany „a“ s výškou „v = a / 2“. Objekty tohoto tvaru vyplňují bezezbýtku celý prostor E_3 .
- 2) Sestavením tří kosých pyramid se čtvercovou základnou o délce hrany „a“ s výškou „v = a“. Objekty tohoto tvaru potom vyplňují bezezbýtku celý prostor E_3 .
- 3) Sestavením ze dvou typů čtyřstěňů, z nichž jeden kus představuje pravidelný čtyřstěň o délce hrany „a“, a čtyři čtyřstěny s trojúhelníkovou základnou o délce strany „a“, nad níž se klene vrchol s úhlem $\pi/2$ sr.

Kde jsou ta šťastná léta, kdy jsme si mysleli, že je svět dále nedělitelný? Že jej tvoří výhradně „**atomy**“ (výraz pro cosi nedělitelného). Později jsme pronikli do jejich struktury. Odhalili jejich vlastnosti podle počtu protonů a neutronů v jejich jádře, jejich chemické aktivity podle počtu elektronů v obalech. Různý počet elementárních částic v obalu (elektronů) a v jádře (protonů) jsme nazvali „**ionty**“. Nerovnovážné stavy v počtech jaderných částic, kdy počty protonů jsou jiné než počty neutronů, jsme nazvali „**izotopy**“. Ale tím to neskončilo. Teoretičtí fyzici došli k názoru, že „těžké“ částice, třeba proton, jsou složeny „z něčeho“ ještě menšího, subtilnějšího. Nazvali „to“ něčím nerozumným, „**kvarkem**“. Vidět „to“ není, (nemáme takový mikroskop), ale tušíme jejich existenci.

Celé **naše bádání** stále k tomu „menšímu“ i k tomu „většímu“ se dostalo spíše „**do fáze teorií než evidence z experimentů**“. V průběhu posledních několika tisíciletí cítí lidé určitá **tajemství skrytá v číslech** (poměrech veličin) a **geometrických objektech** (polygonech a polyedrech). Zejména pravidelných. I velký astronom **Kepler** podlehl jejich kouzlu a snažil se oběžné dráhy planet naší **Sluneční soustavy** vtěsnat do jejich vzájemných poměrů. Jak jdeme stále hlouběji „**k malému**“, přestáváme prostě chápat mechanismy jejich existence. „**Kvantová fyzika**“ se „**selskému rozumu**“ stává nepochopitelnou.

Díky pyramidám jsme nasbírali dostatek studijního materiálu k tomu, abychom mohli uspořádat systémy jednotlivých atomových jader i obalů všech chemických prvků, včetně „**anorganických**“ molekul.

Odborné vzdělávání

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

GALVANICKÉ POKOVENÍ

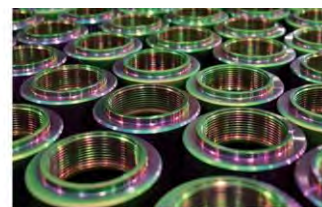
ZAHÁJENÍ KURZU – únor 2022

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 probírána 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 protikorozní 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, stříkácí 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)

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

Odborné akce

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

1. a 2. února 2021

Ústřední téma přednášek i diskusí dvoudenního jednání 55. ročníku:

Dopady nedostatků energií, surovin a pracovních kapacit v povrchových úpravách

email: cspu@seznam.cz

Reklamy

KOMPLEXNÍ SLUŽBY PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY



mega

PPG

POSKYTOVANÉ SLUŽBY

- návrhy nátěrových systémů
- celková logistika dodávek
- pravidelný technologický servis
- outsourcing provozu lakoven
- environmentální servis
- testy kvality nátěrů
- zajištění návrhu a dodávek zařízení

MATERIÁLY PPG

- katarforézní, 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

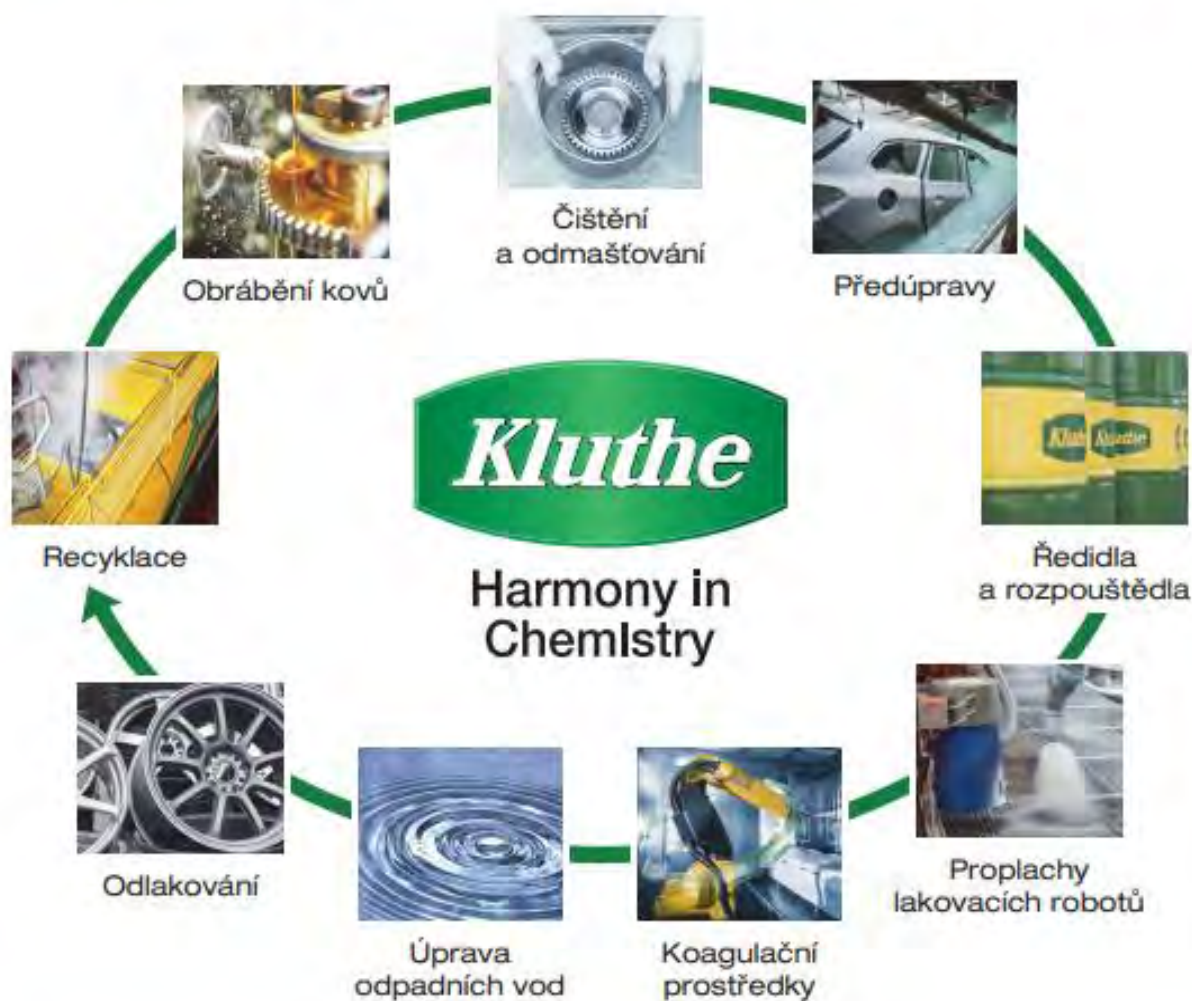
100% RECYCLED

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 navrheme řešení na míru.**



www.sqi.cz
www.itsbrno.cz

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



glebusalloys

Společnost Glebus Alloys se pod značkou G-Metal® specializuje na výrobu samomazných kluzných mono- a bimetalických ložisek, desek a pouzder na bázi slituté kovové matrice impregnované částicemi grafitu - pevného lubrikantu. Výroba probíhá v dceřině 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 - 90	270 - 700
Pevnost v tlaku [MPa]	250 - 640	300 - 320
Tvrdost [H0]	40 - 50	40
Hustota [g/cm ³]	6 - 6.7	6.5
Typ pevného lubrikantu	Grafit (+MoS ₂)	Grafit
PROVOZNÍ PARAMETRY		
Max. statické zatížení [MPa]	70 - 250	260 - 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 x 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		
Mín. a max. délka [mm]	15 - 60	10 - 100
Mín. a max. průměr [mm]	14 - 440	12 - 950
DESKY		
Mín. a max. tloušťka [mm]	5 - 60	2.5 - 15
Délka [mm]	až 245	až 695
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

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

MEGA-TEC s.r.o., Průmyslová 1415, 593 01 Bystřice nad Pernštejnem

info@megatec.cz, tel., fax: 566 551 926, www.megatec.cz

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