

Povrcháři

5. číslo

Září 2017

Pasivace povlaků žárového a galvanického zinku

Uklidněné a neuklidněné oceli

Organické povlaky na bázi nátěrových hmot s obsahem kovového zinku v protikorozní ochraně kovových materiálů

Technologie vícevrstevných antikoročních povlaků na bázi zinku vytvářených metodou žárového nástřiku

**Tři tryskací zařízení pro efektivní úpravu před svařováním a po svařování o výkonu 21.000 tun oceli měsíčně
Automatické tryskání velkých ocelových konstrukcí**

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Čas dovolených, prázdnin i ten vyměřený létu rychle uplynul a nyní již zase téměř všichni společně, malí i velcí, s odvahou a nadějemi hledíme k příštím dnům barevného podzimu se vším co k tomuto krásnému období i závěrečnému finiši roku patří.

Ten letošní podzim je navíc pro každého, kdo skutečně ví, co chce, možností volby.

Pozor ale na různé papírové draky, kauzy a zvýšený výskyt hesel. Naštěstí snad i letos o příštím předsedovi vlády rozhodnou voliči a ne policie!

Jistota správné volby, přes všechny rady, spočívá ve vlastním úsudku a zkušenostech většiny. Ta je totiž bezpartijní, pracovitá a skromná. Z lásky k česku i ochotná jíst čokoládu, párky i kečup v dietním provedení. Silná odolat slibům vzácně sešikovaných různobarevných kandidátů s cílem svézt se k dalším volbám třeba i pomalejší rychlostí v té nové dvourychlostní EU. Povrcháři, strojaři i nestrojaři vědí dobře, že smícháním různých barev vzniká jen a jen ta šedá.

Pokud se konečně začalo trochu víc dařit, nenechme si to prohospodařit!

A kdo se chce přesvědčit na vlastní oči, že se daří strojařům i povrchářům, přijďte do Brna na letošní 59. Mezinárodní strojírenský veletrh ve dnech 9. až 13. října. Kromě vystavovatelů ze všech koutů světa tam bude i „Povrchář“ a jeho hosté na svém tradičním stánku v pavilonu E. Mimo informací o letošních povrchářských akcích můžeme probrat i Vaše technologické dotazy, aby se umělo, vědělo a dařilo i u Vás.

Jedna z nejbližších vzdělávacích technologických akcí proběhne přímo na výstavišti ve čtvrtek 12. října pod názvem „Předúpravy povrchu ve strojírenství a energetice“. Přípravuje se již také tradiční „Myslivna“ (29. – 30. listopadu). Podrobnosti na **www.povrchari.cz**.

Pěkné podzimní pozdravy Vám všem!

Na setkání v Brně se těší Vaši:



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

P.S.

Přesto, že se mnohé za posledních 2000 let změnilo, je zajímavé si přečíst, co se tehdy psalo a z té doby zachovalo.

1. *Chudý – pracuje*
2. *Bohatý – jej využívá*
3. *Voják – chrání oba dva*
4. *Plátce daně – platí všem třem*
5. *Tulák – odpočívá za čtyři*
6. *Ochmelka – pije za všech pět*
7. *Bankéř – okrádá všech šest*
8. *Právník – se pře se všemi sedmi*
9. *Lékař – zabíjí všech osm*
10. *Hrobník – pohřbívá všech devět*
11. *Politik – žije ze všech deseti*

(Cicero – Přerozdělení moci. 48 roků př.n.l.)

Pasivace povlaků žárového a galvanického zinku

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

Zinkový povlak, ať už vyloučený elektrolyticky nebo žárově, zajišťuje podkladové vrstvě železného dílce katodickou protikorozní ochranu. Nicméně již po krátké expozici koroznímu prostředí začne zinkový povlak korodovat, což sice svědčí o tom, že katodická ochrana funguje, ale mění se vzhled výrobku. Vznikající tzv. bílá koroze nebo různé černé tečky tak esteticky a mnohdy i funkčně znehodnocují výrobek. Aplikací dodatečně pasivace

se nejen oddálí vznik bílé koroze a prodlouží se celková životnost výrobku, ale pasivací lze upravovat další funkční vlastnosti, jakými je barva anebo přilnavost povlaku pro následné lakování.

Konverzní povlaky, chromátování, pasivace a fosfátování

Pod všemi uvedenými termíny se rozumí vytvoření konverzní vrstvy na povlaku zinku, tj. chemické rozpuštění povrchové vrstvičky zinku a vytvoření „ušlechtilějšího“ povlaku obsahujícího jiné kovy než zinek. Tradiční úpravou bylo tzv. chromátování. Konverzní vrstva (chromát) se vytvářela v kyselých roztocích obsahujících chrom v oxidačním stavu 6+. Mechanismus vzniku si objasníme dále v textu. Výhodou je robustnost lázní, příznivé provozní podmínky, dobrá korozní odolnost, široké barevné spektrum povlaků a nízká cena chemikálií. Nevýhodou je hlavně toxicita lázní daná obsahem šestimocného chromu. Evropskou směrnicí 2000/53/EC (tzv. End-of-Life- Vehicles) byl upraven obsah toxických kovů (Cr^{6+} , Cd, Pb, Hg) v automobilu tak, aby se zabránilo uniknutí těchto elementů do životního prostředí. Pro přechodnou dobu bylo omezeno jejich používání na určité aplikace, nyní je prakticky zakázáno. Tolerována je „zbytková“ koncentrace např. Cr^{6+} do 0,01% hm. Jedinou cestou, jak toho dosáhnout, bylo používání přípravků na bázi chromu v oxidačním stupni 3+.

Světově prvním komerčně uvedeným produktem na bázi pouze trojmocného chromu byl SurTec 680. Firma SurTec nazvala svůj proces chromitováním a na tento název dodnes vlastní ochrannou známku. Nicméně tento termín nezobecněl, a tak tato a jí podobné konkurenční technologie se dnes označují jako pasivace. Občas, zejména u dříve narozených galvanizérů, se lze setkat i s termínem trojmocný chromát, což je ale protimluv, i když všichni vnitřně chápáme, co se pod takovým termínem skrývá.

Mechanismus tvorby pasivační vrstvy je podobný vzniku chromátového povlaku, stejně tak provedení technologie v lince. I přes počáteční skepsi, že lázně se šestimocným chromem jsou nepřekonatelné, jsou protikorozní parametry dnešních pasivačních povlaků mnohem lepší než v případě chromátů. Jediným oříškem zůstávají některá barevná provedení, například černé na kyselém zinku nebo obecně žlutý povlak na všech typech Zn povlaků.

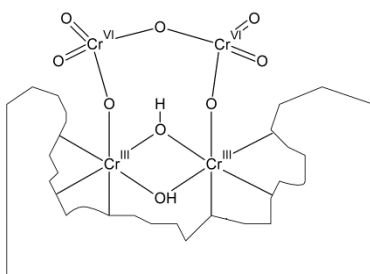
Korozní odolnost povlaku lze zvýšit i nanesením vrstvy fosfátu. Nicméně samotný fosfátový povlak neslouží většinou jako trvalá protikorozní vrstva, ale jako kotvící povlak pro nanesení KTL barvy, práškového laku nebo konzervačního oleje. To samé platí i pro různé zirkonové nebo titanové pasivace. Pro zvýšení korozní odolnosti povlaku žárového zinku lze použít přímo i organické utěsnění (lak), které vytvoří neprodyšnou bariéru oddělující povlak zinku od korozního prostředí.

Chemismus vzniku konverzního povlaku

V předchozím odstavci byly popsány jednotlivé způsoby pasivace zinkového povlaku. Nyní si osvětlíme, jak konverzní vrstva vzniká.

Mechanismus vzniku chromátové vrstvy na galvanickém zinku

Chromátové konverzní povlaky obecně vznikají na zinkových povlácích v kyselých roztocích s šestimocným chromem redukcí chromanu na chromitou sůl. Během chemické reakce se spotřebovává oxoniový kation H_3O^+ :

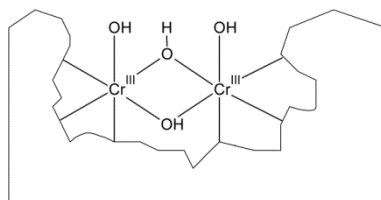


Obr. 1.: Struktura chromátovaného povlaku zinku

Kvůli spotřebě oxoniových kationů dochází k nárůstu pH blízko povrchu zinku. V lokálně alkalickém prostředí pak dochází k hydrolyze vzniklých sloučenin trojmocného chromu a následnému vzniku polynukleárním chromitým komplexům. Na povrchu těchto polynukleárních chromitých komplexů jsou poté zachycovány šestimocné sloučeniny chromu, které takto vytváří chromátový konverzní povlak. Při chromátování dojde k rozpuštění cca 0,5 mikronu zinku. Přítomnost šestimocného chromu v povlaku a jeho částečná rozpustnost je také příčinou tzv. „samohojícího“ efektu. V případě drobného mechanického porušení povlaku se může v místě poškození zredukovat na chrom trojmocný a „opravit“ tak místo porušení povlaku.

Mechanismus vzniku pasivačního povlaku na galvanickém zinku

V trojmocných pasivačních lázních je oxidačním činidlem většinou dusičnan, který se redukuje na dusitan a následně na oxid dusnatý případně amoniak. Soli trojmocného chromu jsou již v lázni přítomné.



Obr. 2.: Struktura pasivačního povlaku zinku

Při redukci dusičnanu se spotřebou kation oxonia H_3O^+ a dochází tak ke vzniku podobného gradientu pH jako v případě šestimocného chromátu. Při tom rozpustná chromitá sůl v pasivační vrstvě hydrolyzuje a vytváří sice podobný, ale většinou tenčí, konverzní povlak na zinku. Úběr zinku při pasivaci je oproti chromátování cca dvojnásobný, rozpustí se asi 1 mikron povlaku zinku. Nespornou výhodou pasivací oproti chromátům je také zachování korozní odolnosti povlaku při tepelném namáhání, například při tzv. odvodňování.

Pasivace povlaku žárového zinku

Při žárovém zinkování se využívá přirozené vlastnosti zinkového povlaku oxidovat se na vzduchu a tím pádem se pasivovat. Vznikající patina tvořená nerozpustným uhlíkatým zinečnatým tvoří žádanou funkčně-estetickou součást povrchové úpravy. Tento proces je přirozený a potřebuje pouze okolní atmosféru. Mechanismus by samozřejmě fungoval i na galvanickém zinku, nicméně tam je změna vzhledu povlaku na závadu.

Někdy je ale i pro žárový zinek vyžadována dodatečná pasivace, která zabrání vzniku skvrn obvyklých pro uložení ve vlhkém prostředí. Pasivační povlaky obvykle vydrží asi šest týdnů, během níž začíná žárově pozinkovaná ocel přirozeně tvořit patinu. V technologickém uspořádání linky žárového zinkování je obvykle velmi omezený počet van, tudíž analogický postup z galvanického zinkování nelze použít. V tomto případě se využívá buď přidavku pasivačního přípravku do chladicí lázně nebo dodatečného ponoru zchlazeného dílce do pasivace.

Příkladem pasivace ve zchlazovací lázni je například SurTec 540, která je postavena výhradně na anorganických přísadách. Kromě analogické reakce solí trojmocného chromu jako v případě pasivace galvanického povlaku reaguje se zinkem hexafluorzirkoničtan. Výsledkem je tvorba nerozpustného hydroxyfluoridu zinečnatého a oxidu zirkoničitého na povrchu dílce.

Porovnání vlastností různých typů konverzních povlaků zinku

Porovnávat jednotlivé druhy pasivačních povlaků lze podle nejrůznějších hledisek. Z hlediska laické veřejnosti je nejčastějším hlediskem barva a u poučenější části laiků ještě korozní odolnost. Vzhled pasivačního povlaku je dán zejména vlastní barvou vrstvy, tj. barevností legujících prvků přítomných v povlaku. Jsou jimi například oxidy niklu, železa a stříbra (černá barva), komplexy kobaltu (modrá barva), selenu nebo chromu⁶⁺ (žlutá barva). Vybarvení povlaku lze provést i adsorpcí organického barviva (například žlutého) na pasivační povlak. Dalším důležitým parametrem ovlivňující vzhled pasivačního povlaku je tloušťka. Ta má vliv na interferenci světla odraženého z povlaku a vznik iridizujícího povlaku. Vhodnou úpravou procesních parametrů tak lze relativně velmi snadno ovlivnit tloušťku a tím i vzhled probarvení povlaku v rozsahu transparentní, modrý, fialový, nazelenalý a zlatě iridizující.

Tabulka 1: Porovnání různých typů chromátového a pasivačního povlaku galvanického zinku. Uvedené obvyklé korozní odolnosti platí pro závěsové aplikace

Pasivační vrstva	Tloušťka povlaku (μm)	Korozní odolnost hod do 5% bílé koroze NSS ISO 9227	Příklad produktu fy. SurTec
Modrá tenkovrstvá (Cr ³⁺)	0,025 – 0,1	24	SurTec 662
Modrá pasivace (Cr ³⁺)	max 0,1	48 – 72	SurTec 661, 668
Žlutý chromát (Cr ⁶⁺)	0,2 – 0,5	72 – 120	Již se nedodává
Iridiscentní pasivace (Cr ³⁺)	0,3	120 – 240	SurTec 680, 684
Černá (Cr ³⁺) na Zn	0,5	48 - 72*	SurTec 691
Černá (Cr ⁶⁺) na Zn	0,25 – 1,0	24 - 72	Již se nedodává

* musí se použít s následným utěsněním

Tabulka 2: Pro doplnění tabulky č. 1 ještě srovnání s pasivacemi žárového zinku

Pasivační vrstva	Tloušťka povlaku (μm)	Korozní odolnost hod do 5% bílé koroze NSS ISO 9227	Příklad produktu fy. SurTec
Pasivování v chladicí lázni	0,02 – 0,04	Max 24	SurTec 540
Tlustovrstvá pasivace	0,3	48 – 72	SurTec 669

Korozní odolnost pasivační vrstvy

Jednou z prvních otázek při navrhování korozní ochrany dílce je, kolik má dílec vydržet. Nejčastějším údajem bývá odolnost v testu neutrální solnou mlhou, ačkoliv vztahením „hodin v solné mlze“ na životnost dílce je značně problematické. I norma ČSN ISO 9227 praví hned v úvodu: „Málokdy existuje přímý vztah mezi odolností proti působení solné mlhy a odolností proti korozi v jiných prostředích, protože různé činitele ovlivňující průběh koroze, např. vytváření ochranných vrstev, se v závislosti na konkrétních podmínkách značně liší. Proto se nedoporučuje považovat výsledky zkoušek za přímou informaci o korozní odolnosti zkoušených materiálů ve všech prostředích, ve kterých tyto materiály mohou být používány.“

Nicméně i přes to všechno, je dobré mít alespoň nějakou představu, jakou životnost bude mít povrchová úprava. Velice zjednodušeně řečeno se v korozním testu neutrální solnou mlhou vyhodnocují dvě hodnoty: hodiny do bílé koroze (koroze zinku) a do červené koroze (koroze základního materiálu). Hodiny do bílé koroze tak prakticky označují, jak chrání pasivace (včetně případného utěsnění), hodiny do červené koroze pak určují, jak dobře chrání zinková vrstva základní materiál.

Pro odhad životnosti povlaku v letech pak můžeme využít normu ČSN EN ISO 9223, která udává korozivitu prostředí a roční korozní úbytek zinku.

Tabulka 3: Korozivita prostředí dle ČSN ISO 9223

Kategorie	Korozní agresivita	Příklady vnitřního prostředí	Příklady venkovního prostředí	Roční korozní úbytky zinku ($\mu\text{m}\cdot\text{r}^{-1}$) ČSN ISO 9223
C1	velmi nízká	Kanceláře, muzea	Suché nebo studené klimatické oblasti s nízkým znečištěním.	$r_{\text{corr}} \leq 0,1$
C2	nízká	Sklady, sportovní haly	Mírné klima s nízkým znečištěním, venkov, malá města	$0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,7$
C3	střední	Prádelny, výroby potravin	Městské oblasti v mírném pásmu. Tropické oblasti s mírným znečištěním.	$0,7 < r_{\text{corr}} \leq 2,1$
C4	vysoká	Průmyslové provozy, plavecké bazény	Mírné klima s vysokým znečištěním, tropické oblasti se středním znečištěním	$2,1 < r_{\text{corr}} \leq 4,2$
C5	velmi vysoká	Důlní prostory	Tropické klima s vysokým znečištěním	$4,2 < r_{\text{corr}} \leq 8,4$
CX	extrémní	Výrobní provozy v tropických oblastech	Přímořské oblasti se silným vlivem chloridů	$8,4 < r_{\text{corr}} \leq 25$

V České republice se většinou vyskytuje korozní prostředí C3, zinek tedy ubývá korozně rychlostí cca 1,5 – 2 $\mu\text{m}/\text{rok}$. Lokální podmínky si lze vyhledat v tzv. korozních mapách, které jsou za úplatu dostupné na internetu.

Pro hrubý přepočítání výsledku z korozního testu solnou mlhou dle ISO 9227, můžeme dále počítat, že rychlost koroze galvanického Zn povlaku je zhruba 0,05 $\mu\text{m}/\text{hod}$ NSS testu, tj. 1 mikron zinku zajistí odolnost zhruba 20 hodin v neutrálním solném testu.

Tabulka 4: Hrubý odhad životnosti pasivovaného povlaku zinku

Zn povlak	Typ konverzní vrstvy	Korozní odolnost [hod NSS]	Tloušťka zinku [μm]	Přínos konv. vrstvy [μm Zn-povlaku]	Odhadovaná životnost povlaku [roky]
Galv. Zn	Modrá tenkovrstvá (Cr^{3+})	24	10	1,2	7
Galv. Zn	Modrá pasivace (Cr^{3+})	48	10	2,4	8
Galv. Zn	Žlutý chromát (Cr^{6+})	120	10	6	11
Galv. Zn	Iridiscentní pasivace (Cr^{+3})	240	10	12	15
Galv. Zn	Černá pasivace (Cr^{3+}) na Zn	72*	10	3,6	9
Galv. Zn	Černá pasivace (Cr^{6+}) na Zn	72	10	3,6	9
Žár. Zn	Pasivace v chladicí lázni	24	70	1,2	47

* musí se použít s následným utěsněním

Jak vyplývá z výše uvedené tabulky, pasivace galvanického zinku je naprosto zásadní pro dosažení požadované životnosti povrchové úpravy. Pro ještě vyšší korozní požadavky se pasivace kombinuje ještě s utěsněním, které dále navyšuje korozní odolnost do tzv. bílé koroze.

U žárového zinku toto úplně neplatí, i vzhledem k násobně silnější vrstvě zinku a mírně odlišnému složení povlaku. Úkolem pasivace na žárovém zinku je tedy buď dočasná korozní ochrana před další úpravou dílce anebo poskytnutí dostatečného času na přirozenou oxidaci (patinování) povlaku zinku a zrovnoměnění vzhledu výrobku.

Závěr

Aplikací pasivace na povlaky galvanického zinku se podstatně zlepšují protikorozní vlastnosti, a proto je pasivování povlaku galvanického zinku standardní součástí technologického postupu. V dnešní době se již prakticky upustilo od používání lázní na bázi šestimocného chromu nejen kvůli ekologické legislativě, ale i díky nesporným přednostem, které mají lázně na bázi trojmocného chromu. Mezi ně patří zejména lepší korozní odolnost a zachování protikorozních vlastností i po tepelném namáhání. Jedinou drobnou nevýhodou je horší technologická dostupnost některých barevných provedení, zejména černého na kyselém zinku a žlutého na všech typech povlaků.

Při žárovém zinkování není aplikace dodatečné pasivace nezbytnou součástí technologického postupu. Nicméně i zde má své opodstatnění. Pasivace zajišťuje stálý vzhled povrchové úpravy po dobu skladování a transportu zboží ke konečnému odběrateli dílů. Ten ocení perfektní vzhled povrchové úpravy, což je jistě vizitkou každé zinkovny.

Literární zdroje a další informace:

- [1.] Dingwerth B.: *Trivalent passivates need trivalent post-dip*, Metal Finishing 2013
- [2.] Kuklík V., Kudláček J.: *Žárové zinkování*, AČSZ 2014
- [3.] ČSN ISO 9227: 2012, *Zkoušky solnou mlhou v umělé atmosféře*
- [4.] ČSN ISO 9223, *Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosfér. Klasifikace*
- [5.] *SurTec Technische Briefe a další materiály firmy SurTec dostupné z www.surtec.com*

Firma **SurTec ČR, s.r.o.** je tradičním, vysoce fundovaným dodavatelem chemických přípravků pro průmyslové čištění, předúpravy před lakováním, galvaniku a žárové zinkování. V roce 2016 oslavila firma již 20 let působnosti pobočky v České republice.

Uklidněné a neuklidněné oceli

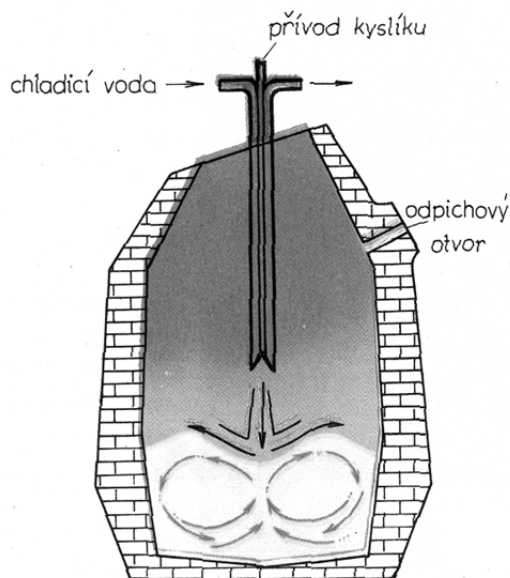
doc. Ing. Václav Machek, CSc. – MUBEA Transmission Žebrák

Oceli z pohledu stability mechanických vlastností po jejich výrobě v hutích se dělí na oceli uklidněné a neuklidněné. Mezistupněm mezi nimi jsou oceli polouklidněné. Pro žárové zinkování se mohou používat všechny. Toto dělení platí pro oceli třídy 11 (podle ČSN). Ocele třídy 12 jsou vždy uklidněné.

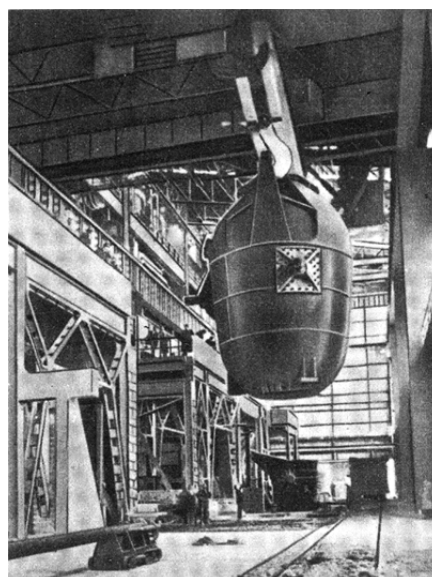
Rozdíl mezi uklidněnými a neuklidněnými ocelmi vzniká již při jejich výrobě v ocelárnách.

Výroba oceli

Výroba uhlíkových ocelí se v současnosti provádí v kyslíkových konvertorech (označované jako LD konvertory), které zcela nahradily neproduktivní siemens-martinské pece. Kvalita dnešních konvertorových ocelí se kvalitativně zcela vyrovná plávkové oceli z martinských pecí. Současná technologie výroby konvertorových ocelí je založena na dmýchání čistého kyslíku do konvertoru vrchem, což umožňuje používat ve vsázce větší podíl pevného šrotu, než při dmýchání vzduchem spodem – obr. 1 a 2.



Obr. 1 Schéma kyslíkového konvertoru



Obr. 2 Konvertor v reálu

Pro výrobu středně a nízkouhlíkových ocelí základní kovovou vsázku tvoří přibližně ze 3/4 tekuté surové železo a z 1/4 ocelový šrot, do níž jsou přidávány nekovové struskotvorné přísady. Proces výroby ocelí se skládá ze dvou period.

První periodou výroby ocelí je oxidace čistým kyslíkem, během níž se spaluje z netvárného surového železa přebytečný uhlík a vzniká kujná ocel. Současně se oxidují i další nežádoucí prvky, zejména fosfor a síra, které jako plynné produkty unikají do okolní atmosféry, kdežto jako pevné oxidy přecházejí do strusky, s níž odchází při jejím stahování. Malé zbytky pak vytvářejí vměstky (inkluzy), které vytvářejí při tváření vláknitou strukturu. Ke konci oxidační periody dochází i k oxidaci uhlíku na oxid uhelnatý, který ve formě bublin uniká z taveniny, což pozorovatel vnímá jako „var“ oceli.

o odstranění největší části doprovodných prvků následuje druhá perioda výroby oceli, kterou je redukce. Při ní se odstraňuje největší část kyslíku a síry přidáváním manganu a křemíku ve formě feroslitin, případně se ocel leguje.

Poslední část kyslíku rozpuštěného v tavenině se odstraňuje desoxidací, která se provádí při odpichu buď hliníkem nebo křemíkem, přidávanými do proudu vytékající oceli. Úkolem dezoxidace je maximální snížení obsahu kyslíku v tekuté oceli, kdy s klesající teplotou se snižuje jeho rozpustnost, což vede ke vzniku oxidů SiO_2 , MnO , FeO a CO způsobujících vznik dutin, pórů a vměstků, které ovlivňují plasticitu oceli.

V závěru tavby zůstává v kovové lázni ještě v oceli určité množství rozpuštěného kyslíku jako pozůstatek předchozí oxidační periody. Tento kyslík je nutné snížit až na desetitisíciny procenta, protože jeho rozpustnost při chladnutí a krystalizaci podstatně snižuje, což vede ke vzniku oxidů síry, manganu, železa, uhlíku a dalších prvků, při čemž vznikají póry a inkluzy (vměstky) snižující plasticitu oceli. Podle stupně dezoxidace se pak oceli dělí na uklidněné, kdy množství kyslíku se snížilo na úroveň, kdy při odlévání a tuhnutí již neprobíhá uhlíková reakce, a na neuklidněné, kdy při odlévání dochází ještě k oxidaci uhlíku za vzniku bublin oxidu uhelnatého. Mezičlánkem mezi uklidněnou a neuklidněnou ocelí jsou oceli polouklidněné, kdy se uhlíkový var zastaví před ukončením reakce uhlíku s kyslíkem.

Zamezení vzniku bublin oxidu uhelnatého u uklidněných ocelí se provádí desoxidovadly (Mn, Si, Al) přidávanými do taveniny před jejím odléváním. Dezoxidační prvky vykazují s kyslíkem vyšší slučivost než uhlík. Tím se zamezí reakci rozpuštěného kyslíku s uhlíkem, při níž vznikají plynné bubliny CO .

Dle způsobu se desoxidace dělí na srážecí, difúzní, na desoxidaci syntetickými struskami nebo na vakuovou uhlíkovou dezoxidaci.

Nejvíce se používá srážecí dezoxidace. Její hlavní výhodou je snadnost provedení, rychlost a účinek průběhu chemické reakce, nevýhodou je znečišťování oceli nekovovými vměstky. Princip srážecí dezoxidace spočívá v přidávání, tj. látek s vyšší afinitou ke kyslíku než má železo, tzv. dezoxidovadel, kdy vznikají nerozpustné oxidy.

K dezoxidaci a k případnému legování se používají feroslitiny (feromangan, ferosilicium, kovový hliník). Další prvky, hliník, titan, vanad, bór, zirkon, niob ve formě feroslitin, které mají rovněž vysokou afinitu ke kyslíku, se přidávají až do dezoxidované oceli z důvodu snížení jejich propalu. Souběžně s desoxidací probíhá případně legování dalšími feroslitinami chromu, wolframu, molybdenu a dalšími.

Protože křemík snižuje plasticitu ocelí používaných pro nejnáročnější tvářecí operace, používá se k jejich uklidňování místo něho hliník. Společné množství křemíku a hliníku v oceli bývá pod 0,04 %.

Vlastnosti neuklidněných a uklidněných ocelí

Neuklidněné oceli mají dobrou jakost povrchu i dobrou svařitelnost. Hlavní jejich nevýhodou je sklon k precipitaci, která se u těchto ocelí označuje jako stárnutí, a poměrně výrazná segregace uhlíku i síry. Takovéto oceli nejsou vhodné pro namáhané konstrukce.

Pro plošné tváření se používají tenké pásy a z nich vyráběné plechy vyráběné z ocelí jak neuklidněných (stárnoucích), tak z ocelí uklidněných (nestárnoucích). Z pohledu garance záručních mají uklidněné oceli mechanické hodnoty garantovány po dobu minimálně 6 měsíců, neuklidněné oceli jen jeden týden. Pro tváření zastudena se dnes používají téměř výhradně pásy a plechy z uklidněných ocelí, kterých je několik typů lišících se vlastnostmi. Všechny ocele ale mají jeden společný požadavek a to je co nejlepší svařitelnost, která je kromě plasticity jednou z nejdůležitějších technologických parametrů. Protože svařitelnost nejvíce ovlivňuje obsah C, musí ho ocele obsahovat co nejméně. V neposlední řadě jsou na tyto ocele kladeny i nároky na povrchové vlastnosti.

Protože na stárnutí ocelí má za teplot okolní největší vliv dusík, který vytváří precipitáty FeN zvyšující zejména mez kluzu a snižující plastické vlastnosti, je k zamezení tohoto stárnutí nutné, aby ocel obsahovala prvky, které mají k dusíku vyšší afinitu, než železo. Pro tento účel jsou nejvíce používanými prvky hliník, titan, popř. niob. Ale i další prvky, jako je bór, jsou schopny vázat atom dusíku dříve, než železo, a tím vytvářet velmi dobré hlubokotažné vlastnosti. Tyto ocele jsou pak pro svou vysokou plasticitu určeny pro tvarově složitě výlisky. Dodávají se ve stavu válcovaném zastudena i zatepla. Jejich struktura je čistě feritická s vyloučenými nitridy na hranicích jednotlivých zrn – obr. 3.



Obr. 3 Struktura hlubokotažné oceli uklidněné hliníkem

Z fyzikálně-metalurgického hlediska jsou pro náročné tváření zastudena ocele přísně limitovány obsahy C, Mn, Si, S, P, Al a dalšími doprovodnými prvky. Ocele musí mít současně i vysokou čistotu, rovnoměrnou strukturu s prodlouženým tvarem zrna, jemně a homogenně vyloučený cementit.

U ocelí třídy 11 podle ČSN je obsah hliníku, který je pro tyto ocele nejvíce používán, optimalizovaný s ohledem na obsah *N* a zajišťuje stabilitu (uklidnění) ocelí. Celý technologický proces výroby ocele je veden velice pečlivě, a to od ocelárny až po poslední operaci ve válcovně zatepla, kdy jsou sledovány dovalcovací teplota, rychlost ochlazování a teplota svinovaných pásů do svitku. Cílem je dosažení rovnoměrné struktury bez vyloučených *AIN* ještě před válcováním zastudena. Ty vzniknou až při rekrytalizačním žhání. Při konečném zpracování válcováním zastudena je pak nutno dodržet přesně stanovený optimalizovaný postupu válcování a rekrytalizačního žhání za účelem získání vysokých hodnot koeficientů plastické (normálové) anizotropie (r_s až 1,7), exponentů deformačního zpevnění (n_s až 0,25) a tažnosti ($A_{80\text{ mm}}$ až 45%). K dosažení vysokého koeficientu plastické anizotropie musí odvalcovaná ocel vykazovat krystalografickou texturu typu $\langle 111 \rangle$. To vše pro meze kluzů v rozsahu 150 až 280 MPa a meze pevností 250 až 410 MPa.

Značky hlubokotažných pásových ocelí válcovaných zastudena vyžháných rekrytalizačně

ČSN EN		ČSN	C max. hm. %	$R_{p0,2}$ max. MPa	R_m MPa	$A_{80\text{ mm}}$ min. %	r_{90} min.	n_{90} min.
DC01	1.0330	11 321	0,12	280	270 až 410	26	---	---
DC03	1.0347	11 301	0,10	240	270 až 370	34	1,3	---
DC04	1.0338	11 305	0,08	210	270 až 350	38	1,6	0,18
DC05	1.0312	---	0,06	180	270 až 330	40	1,9	0,20
DC06	1.0873	---	0,02	170	270 až 330	41	2,1	0,22
DC07	1.0898	---	0,01	150	250 až 310	44	2,5	0,23

Při válcování za tepla je nutno dosáhnout co největší rovnoměrnosti struktury ve všech třech směrech a současně potlačit vzniku precipitátů. Prakticky to znamená dodržovat nízké dovalcovací teploty těsně nad dvoufázovou oblastí (850 °C). Válcování za studena je prováděno s ohledem na nejvýhodnější texturu vysokým celkovým úběrem, který ale nesmí překročit 70%. Optimální úběr při válcování zastudena je okolo 66 %.

Od rekrytalizačního žhání je vyžadována rovnoměrný ohřev vsázky v celém jejím průřezu, pokus se žhání provádí ve svitcích. V tomto směru je u pásů výhodou možnost použití technologie kontinuálního žhání. Hlavní odlišností oproti žhání v poklopových pecích je rychlost ochlazování při rekrytalizačním žhání pásu plechu.

Přestože kvalita pásů válcovaných zastudena je vysoká, jsou z hlediska ceny stále více žádané pásy válcované zatepla nahrazující pásy válcované zastudena s vlastnostmi, které se blíží vlastnostem pásů odvalcovaných zastudena. Pro nejnáročnější výlisky ale nelze ve všech případech pásy válcované zastudena zcela nahradit pásy válcovanými zatepla, a to z důvodu odlišností své struktury.

Značky hlubokotažných pásových ocelí válcovaných zatepla bez dalšího tepelného zpracování

ČSN EN		C max. hm. %	tl. od 1,5 do 2 mm			tl. od 2 do 8 mm		
			R_{eL} max. MPa	R_m max. MPa	$A_{80\text{ mm}}$ min. %	R_{eL} MPa	R_m max. MPa	$A_{80\text{ mm}}$ min. %
DD11	1.0332	0,12	170 až 360	400	23	170 až 340	400	24
DD12	1.0398	0,10	170 až 340	420	25	170 až 320	420	26
DD13	1.0335	0,08	170 až 330	400	28	170 až 310	400	29
DD14	1.0389	0,08	170 až 310	170 až 290	31	170 až 290	170 až 290	32

Vlastnosti uklidněných a neuklidněných ocelí s ohledem na tvorbu zinkového povlaku

Dříve vyráběné oceli s vyšším obsahem křemíku používané běžně pro žárové zinkování, mají dnes obsah křemíku téměř nulový. Takové oceli mají sníženou schopnost vytvářet normou EN ISO 1461 předepsaný zinkový povlak. Oceli s celkovým obsahem křemíku a fosforu v rozmezí 0,04 až 0,14 %, které se označují jako částečně uklidněné, tzv. Sandelinovy oceli, vytvářejí zinkový povlak sice silnější, ale nerovnoměrný.

V případě požadavku na větší tloušťku zinkového povlaku používají se oceli uklidněné křemíkem s jeho obsahem 0,15 až 0,22 hm.%. Vzniká zde ale určité riziko snížené přilnavosti povlaku.

V praxi je nutno počítat s rozdíly v obsahu křemíku nejen mezi různými ocelmi se stejným obsahem křemíku, ale i z různých šarží. Vlivem tepelného zpracování může být určitý podíl křemíku vázaný na kyslík, zbytek pak je rozpuštěn v oceli, který pak ovlivňuje reakci železo – zinek. Křemík může být kromě toho v povrchové vrstvě oceli nerovnoměrně rozptýlen. To platí i pro další prvky jako jsou síra a fosfor, které rovněž ovlivňují reakční rychlost soustavy železo – zinek.

Vliv křemíku, a při vyšších obsazích síry a fosforu v oceli, má na reakční rychlost soustavy železo – zinek při žárovém zinkování velký význam. K reakci může dojít pouze mezi zinkem a železem, které prodloužuje slitinovou vrstvou. Výsledkem je, že rychlost reakce, a tím rychlost růstu vrstvy s časem klesá a povlak zůstane relativně tenký.

Určité množství volného křemíku je rozpuštěno v oceli, což je to množství, které ovlivňuje reakci. To je dále komplikováno tím, že k reakci mezi železem a zinkem dochází až do hloubky několika mikrometrů od povrchu oceli. Křemík může být kromě toho v povrchové vrstvě oceli nerovnoměrně rozptýlen. Pokud se vyžaduje lesklý povrch zinkového povlaku, je třeba zvolit neuklidněnou nebo hliníkem uklidněnou ocel (bez přidavku křemíku).

Barva povrchu ocelí nemusí být vždy jen jednotvárně šedá. Povrch může být i žíhaný s některými oblastmi matnými, šedými a jinými světlými a lesklými. Důvodem je především různá koncentrace křemíku, ale také fosforu a síry, jakož i dalších prvků v povrchové vrstvě oceli, napětí a struktura povrchové vrstvy i tepelné zpracování. To vše může ovlivnit reakční rychlost tvorby zinkové vrstvy. Pokud se vyžaduje lesklý povrch zinkového povlaku, je třeba zvolit neuklidněnou nebo hliníkem uklidněnou ocel bez přísady křemíku.

Vliv zinkování dalších legujících prvků na reakční rychlost je různý. Uhlík v obsahu pod 0,3 % (hlubokotažné oceli) má na reakci železo – zinek malý vliv, ale vyšší jeho obsah zvyšují reakční rychlost, a tedy i tloušťku povlaku. Velký význam má i forma, ve které je uhlík v oceli přítomen, tzn. zda

se jedná o perlit, sorbit, martenzit atd. Z dalších prvků zvyšují reakční rychlost nepatrně mangan, chrom a nikl v těch koncentracích, které jsou běžné u nízkolegovaných ocelí. Niob, titan a vanad se v ocelích používají ke zjemnění zrna. Jejich obsahy jsou v běžných ocelích nízké, takže vliv těchto prvků se může zanedbat. Síra a fosfor v hlubokotažných a konstrukčních ocelích mají poměrně nízký obsah a na reakci železa a zinku nemají významný vliv. Zato u automatových ocelí, které obsahují až několik desetin procent síry, popř. i fosforu, se reakční rychlost zinkování zvyšuje, čímž vznikají zinkové povlaky značných tloušťek. Tyto oceli nejsou vhodné pro žárové zinkování.

Závěr

Pro splnění požadavku na tloušťku vyžadovanou normou EN ISO 1461, používají se neuklidněné oceli nebo oceli uklidněné hliníkem. Pokud je nutné vytvářet povlaky s větší tloušťkou, než vyžaduje uvedená norma, používají se oceli uklidněné křemíkem o obsahu mezi 0,15 a 0,22 %.

Literatura

- [1.] Bažant, J. - Socha, L.: Základy teorie a technologie výroby oceli. Studijní opora Ostrava 2013
- [2.] Strzyš, P.: Základ teorie a technologie výroby železa a oceli část II. VŠB TU Ostrava, fak. Metalurgie a materiálového inženýrství.
- [3.] Machek, V.: Kovové materiály 3. Skripta ČVUT v Praze 2014

Organické povlaky na bázi nátěrových hmot s obsahem kovového zinku v protikorozní ochraně kovových materiálů

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr., Ing. Miroslav Kohl – Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko technologická

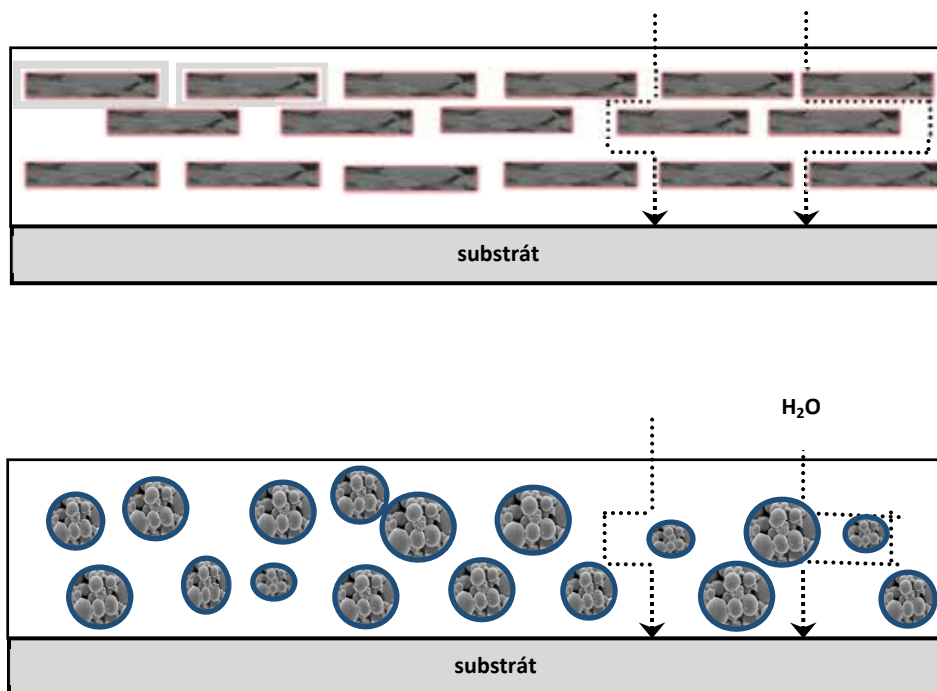
Úvod

Využívání organických povlaků vytvářených pomocí nátěrových hmot je součástí uceleného systému protikorozní ochrany. Toto řešení protikorozní ochrany spočívá ve využití synergického efektu sloučenin omezujících rychlost korozních reakcí - inhibitorů koroze s ostatními složkami ochranných organických nebo anorganických povlaků. Vývoj a použití nových, stále zdokonalovaných systémů povrchové ochrany dnes ovlivňuje řada činitelů, z nichž nejdůležitější jsou vlivy na životní prostředí a ekonomika povrchových úprav. Jedná se zejména o vývoj inhibitorů koroze a ekologických antikoročních pigmentů. Pro ochranné polymerní povlaky jsou používány částice pigmentů určené k dokonalému a účinnému propojení polymerní sítě ochranného filmu. Jsou formulovány organické povlaky s obsahem vodivých polymerů. Jsou vyvíjeny a formulovány termicky a chemicky stabilní povlaky a vrstvy s obsahem kovových částic nebo nanočástic feritických pigmentů. Ovšem mezi nejúčinnější povlaky určené do korozně náročných prostředí patří povlaky s obsahem kovového zinku.

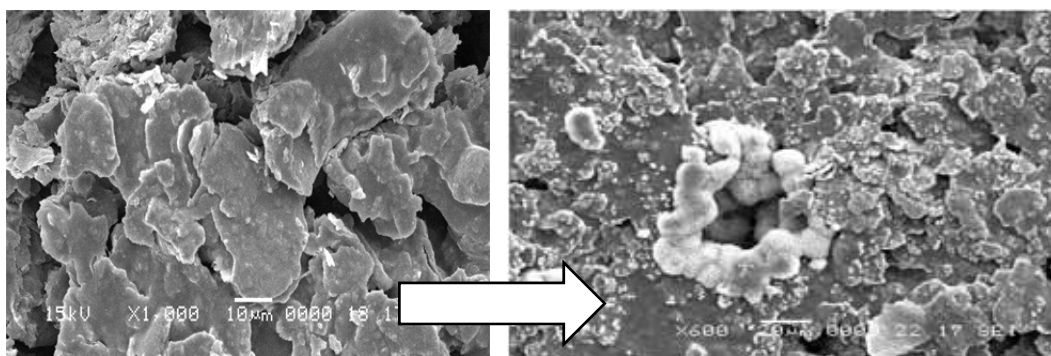
Pro nátěrové hmoty je používán zinkový prach s tzv. izometrickými neboli kulovitými částicemi a zinek s neizometrickými lamelárními částicemi. Uvádí se, že nátěry pigmentované lamelárním zinkovým pigmentem při jeho optimální koncentraci poskytují účinnější fyzikální bariéru pro korozní média a vykazují rovněž lepší mechanické vlastnosti než nátěry pigmentované izometrickými kulovitými částicemi (Obr. 1). Pokud je množství lamelárních zinkových částic v nátěru rovno již tzv. kritické koncentraci (KOKP), potom vykazují tyto částice oproti kulovitým částicím práškového zinku horší antikoroční vlastnosti a to díky rozměrným pórům v povlaku, které se těžko ucpávají oxidačními produkty (Obr. 2).

Aplikace kovového zinku v nátěrových hmotách není žádnou novinkou. Jelikož je kovový zinek látka vykazující elektrochemické reakce ve styku s kovovým materiálem obsahujícím železo, je často používán jako antikoroční pigment pro nátěrové hmoty v oblasti ochrany kovů. Nátěry obsahující částice práškového zinku, kdy se jeho množství pohybuje těsně kolem hodnoty KOKP, zabezpečují ochrannou funkci v první fázi elektrochemickou reakcí. Vysoká koncentrace pigmentu je nutná pro zajištění elektrické vodivosti jak mezi sousedními částicemi, tak mezi částicemi pigmentu a chráněným kovovým podkladem. Kovový zinek a jeho oxidační produkty reagují v nátěrech s kyslíkem, vodou a oxidem uhličitým obsaženými v atmosféře a vznikají korozní produkty, jako jsou oxid zinečnatý, hydroxid zinečnatý a uhličitán zinečnatý. Tyto reakční produkty jsou schopny dokonale utěsnit původní póry v nátěru. Vzniká velmi kompaktní bariérová vrstva s velkou adhezí a s velkou odolností proti běžným atmosférickým vlivům. Jedná se o aktivní ochranu, protože při jakémkoli mechanickém poškození filmu se obnovuje funkce elektrochemické katodické ochrany. Rovněž ZnO i Zn(OH)₂ mají určité antikoroční vlastnosti. Ochrana kovů před korozí tímto mechanismem je v praxi zatím omezena na použití částic kovového práškového zinku, méně pak hořčíku.

Kvůli OH⁻ iontům, jejich přítomnost zvyšuje pH vody difundující nátěrovým filmem je třeba volit taková pojiva pro nátěrovou hmotu, která mají vysokou odolnost v alkalickém prostředí. V minulosti se uplatnily například polystyren, chlorovaný kaučuk, epoxidové a epoxyesterové pryskyřice, vinylové kopolymery a v poslední době i 1-K polyuretany. Vhodným pojivem jsou polymery s obsahem křemíku jak ve formě křemičitanů, které jsou rozpustné ve vodě, tak i v hydratované formě alkylsilikátů rozpustných v organických rozpouštědlech. Zinkem bohaté nátěry jsou jedinečné v tom, že poskytují ocelovému podkladu ochranu v případě vzniku drobných vad v nátěrovém filmu.

Snižená difuze H_2O a vodní páry

Obr. 1. Schéma průniku vodní páry nátěrem obsahující zinkový prach s částicemi různé morfologie



Nátěr před korozní expozicí, $PVC_{Zn} = 50\%$,
zvětšení 1000x

Nátěr po korozní expozici, $PVC_{Zn} = 50\%$, zvětšení 600x

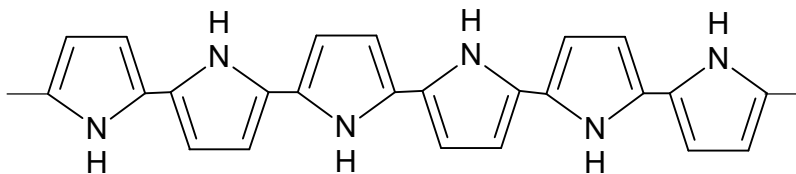
Obr. 2. Chování a vlastnosti Zn pigmentovaných nátěrů při laboratorních korozních podmínkách, utěšování pórů v povlaku pigmentovaném kulovitým zinkem

Elektrochemické působení nátěrů obsahujících zinkové částice nelze plně srovnávat s působením metalických vrstev kovového zinku na ocelových podkladech po nástřiku roztaveným zinkem. V organických povlacích vzniklých po nanesení nátěrové hmoty na podklad, jsou, po proběhnutí síťujících (vytvřzovacích) reakcí vedoucích ke vzniku vysoce zesítěného polymerního filmu, kromě částic samotného zinku přítomny i makromolekuly pojiva, které nutně musí obalit částice zinku. 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. Často se uvádí, že nejvyšší elektrické vodivosti je dosaženo při koncentraci zinkových částic v rozmezí 92-95% hm., a takový nátěrový film pak obsahuje pouze 5-8% pojiva. Takto malé množství pojivové složky ale nestačí k dosažení požadovaných hodnot fyzikálně mechanické vlastnosti nátěru pro nátěry na kovech. Sníží se podstatně přilnavost nátěru, odolnost při úderu a hloubení.

Nedostatkem nátěrů obsahujících zinek, jsou 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 pojivu. Rheologie těchto systémů při vyšších OKP není příznivá pro některé aplikační techniky, pro vlastnosti nátěrů při nanášení a nátěry mají špatný rozliv.

Sortiment nátěrových hmot prochází samozřejmě vývojem, existuje celá řada nových typů nátěrových hmot. Významnou hnací silou tohoto vývoje je konkurenční a soutěžní prostředí na evropském a světovém trhu. Jsou diskutovány takzvané smart coatings, neboli inteligentní nátěrové hmoty, zatím spíše v rovině teoretické. Jedná se o nátěrové hmoty, které reagují předvídatelně na podněty ze svého okolí, nebo nátěrové hmoty, které jsou schopny dynamicky reagovat na podněty svého okolí. Jedním z takových produktů by se mohly v budoucnu stát i nátěrové hmoty s obsahem vodivých polymerů (jako „smart coatings“ – inteligentní nátěrové hmoty pro zvýšení odolnosti proti korozi).

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 z části v nátěrech jinými pigmenty. Vodivé polymery, anorganické pigmenty, bariérová 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. Pro ochranu například hliníkových podkladů se mohou použít zinkem plněné nátěrové hmoty v kombinaci s čistým práškovým hořčíkem. Zajímavou možností antikorozi ochrany kovových materiálů nabízejí vodivé polymery, které jsou v posledních letech intenzivně zkoumány. V oblasti ochrany kovů proti korozi je věnována značná pozornost polyanilinu a polypyrrolu, které patří mezi nejvíce studované vodivé polymery (Obr. 3). Také uhlíkové nanotrubičky jsou dalším zajímavým materiálem a dosud v oboru nátěrových hmot neobjasněným z hlediska ochranných vlastností.



Obr. 3. Strukturální vzorec polypyrrolu

Experimentální část

Účinnost různých typů inhibitorů koroze, jednak částic kovového zinku a jednak nekovových vodivých a kovových částic bylo navrženo zkombinovat v jedné formulaci ochranné nátěrové hmoty při vhodném poměru jejich koncentrací. Cílem práce bylo připravit nátěrovou hmotu se sníženým obsahem zinku. Tyto nátěrové hmoty by měly vykazovat zachovanou vysokou antikorozi účinnost zinkem plněných nátěrů, popřípadě i vyšší. Zvýšení korozní a chemické odolnosti organických povlaků vzniklých aplikací nátěrových hmot na chráněný kovový podklad bylo uvažováno pomocí kombinací kovového zinku a nekovových vodivých polymerních částic polyanilinu a polypyrrolu, dále vybraných sulfidů a selenidů. Dalším navrženými typy pigmentů, které mohou nahradit část obsahu Zn v nátěru, byly částice grafitu a uhlíkových nanotrubic a rovněž kovového hořčíku. Výsledkem mělo být snížení množství Zn prachu v nátěrovém filmu při nezměněné antikorozi účinnosti Zn plněných nátěrů. U všech pigmentů byly stanoveny fyzikálně-mechanické vlastnosti. Nátěrové hmoty byly hodnoceny z hlediska fyzikálně-mechanických vlastností a z hlediska zrychlených korozních zkoušek (v atmosféře kondenzované vlhkosti, v atmosféře SO_2 a v atmosféře kondenzované vlhkosti s obsahem NaCl).

Formulace organických povlaků s obsahem testovaných pigmentů

Pro zjištění antikorozi účinnosti zinkem plněných nátěrů byly pigmenty aplikovány do roztoku epoxyesterové pryskyřice rozpouštědlového typu. Tato pojiva jsou často používaná pro výrobu nátěrových hmot, které jsou určené pro ochranu kovových materiálů. Zkoumané nátěry byly vytvořeny kombinací testovaných pigmentů nahrazujících zinek při $\text{OKP}_{\text{pigment}} = 0,3\%, 0,5\%, 1\%, 5\%$ a 10% . Tyto nátěrové hmoty byly doplněny zinkovým prachem na konstantní hodnotu $Q = 75$. Pro srovnání byla připravena nátěrová hmota se zinkových prachem při $\text{OKP} = \text{KOKP} = 75\%$ a nátěrová hmota na bázi epoxyesteru.

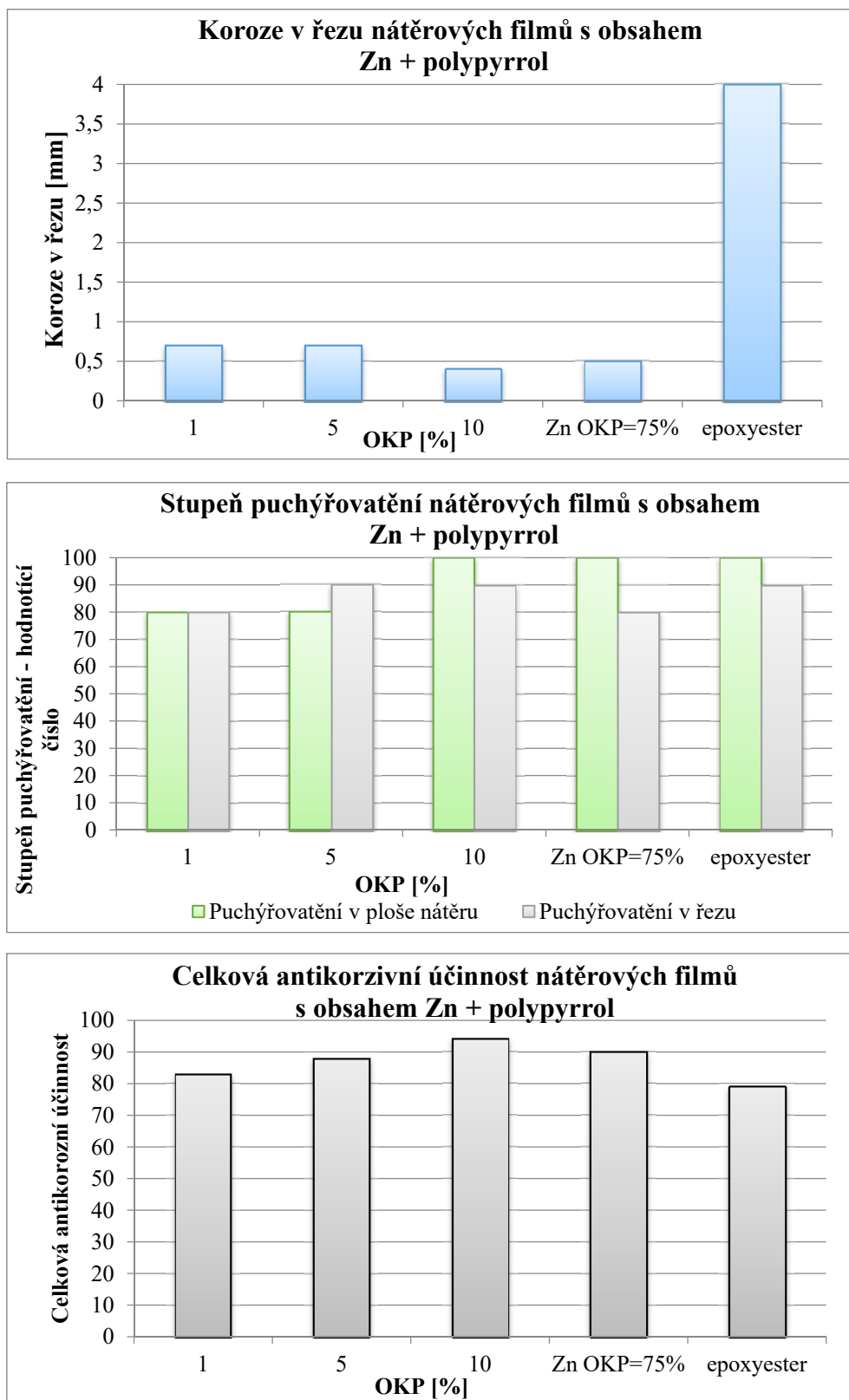
Vybrané závěry ze zkoušek mechanické a korozní odolnosti nátěrů

Náhrada kovového zinku v nátěrovém filmu pigmenty ZnS/PANI při $\text{OKP}_{\text{ZnS/PANI}} = 3,5,7$ s 10 , ZnSe při zvolených hodnotách OKP_{ZnSe} , $\text{Ge}_{19,3}\text{Se}_{81,7}$ při $\text{OKP}_{\text{Ge}_{18,3}\text{Se}_{81,7}} = 5,7$ a 10% , $\text{Ge}_{29,5}\text{Se}_{70,5}$ při $\text{OKP}_{\text{Ge}_{29,5}\text{Se}_{70,5}} = 5,7$ a 10% , $\text{Ge}_{40,4}\text{Se}_{59,6}$ při $\text{OKP}_{\text{Ge}_{40,4}\text{Se}_{59,6}} = 5,7$ a 10% znamenala zvýšení korozní odolnosti zinkem plněných nátěrových filmů v prostředí SO_2 .

V prostředí mlhy NaCl vynikající nátěrové filmy s obsahem Zn v kombinaci s Mg při $\text{OKP}_{\text{Mg}} = 5,7$ a 10% a Zn v kombinaci se ZnS při $\text{OKP}_{\text{ZnS}} = 10\%$, které dosáhly antikorozi účinnosti 100% , tedy náhrada kovového zinku v nátěrových filmech těmito pigmenty při daných OKP zvyšuje korozní odolnost v prostředí NaCl. Obrázky 4 a 5 přibližují další získané výsledky.



Obr. 4. Nátěrový film a ocelový panel po sejmutí nátěrového filmu s obsahem Zn + ZnSe $\text{OKP}_{\text{ZnSe}}=5\%$ po 1100 hodinové expozici



Obr. 5. Vyhodnocení korozních projevů nátěrových filmů s obsahem Zn + polypyrrol a vyhodnocení celkové antikorozivní účinnosti

Při stanovení fyzikálně-mechanické odolnosti všech zvolených nátěrových filmů, kromě nátěrových filmů Zn v kombinaci s ZnS, se celková fyzikálně-mechanická odolnost nijak výrazně neodlišuje od celkové fyzikálně-mechanické odolnosti srovnávacího nátěru (Zn OKP=75%).

Po vyhodnocení zrychlených korozních zkoušek byly vybrány nejodolnější nátěrové filmy, které byly podle ČSN EN ISO 12944-6 doporučeny do prostředí o stupni agresivity dle ISO 12944-2. Nátěrové filmy Zn v kombinaci s Mg při $OKP_{Mg} = 5, 7$ a 10% byly doporučeny do prostředí C5-I (velmi vysoký stupeň korozní agresivity) a životnost těchto nátěrových filmů je vysoká, stejně tomu bylo u nátěrového filmu Zn v kombinaci s ZnS při $OKP_{ZnS} = 10\%$. Vyplývá tedy, že je možné formulovat nátěrové hmoty s obsahem zinku a dalších pigmentů, které jeho účinnost ještě zvyšují.

Technologie vícevrstvých antikoročních povlaků na bázi zinku vytvářených metodou žárového nástřiku

Ing. Alexander Sedláček, Ph.D. – S.A.F.Praha, spol. s r.o.



Vícevrstvé povlaky, které kombinují anorganické vrstvy s organickými z hlediska životnosti na vnější atmosféře, patří k nejlépe odolávajícím systémům protikoroční ochrany ocelových konstrukcí. Historie jejich používání spadá do období od 60. let dvacátého století. Zprvu byly používány žárově stříkané povlaky hliníku či zinku a hliníku, jako anorganické vrstvy a alkydové či asfaltové nátěrové hmoty, jako organické krycí vrstvy. Vývojem organických nátěrových hmot se měnil druh krycí vrstvy na kombinace epoxydových a polyuretanových nátěrových hmot. Původně byly tyto povlaky pojmenovány jako kombinované, nyní je známe pod pojmem duplexní povlaky. Sem je třeba doplnit ještě povlaky zhotovené ponořením do taveniny zinku. Z hlediska dlouhodobé ochrany ocelových konstrukcí jsou evidentní praktické výsledky na konstrukcích opatřených povlakem žárového nástřiku hliníku resp. zinku s hliníkem v předepsaných tloušťkách 200 μm , resp. 40/160 μm . Příkladem mohou být ocelové konstrukce na vodních dílech Slapy a Orlický náhon (1960) či Žďákovský most (1967), severojižní magistrála v Praze (1982). U stavebních děl tohoto typu byla předepisována životnost povrchové úpravy 50 let bez nároku na opravu. Tato doba již někde uplynula a při pravidelných kontrolách nebyla ve většině případů zjištěna jiná degradace povlaku než povrchové krycí vrstvy nátěrové hmoty. Místní degradace celého systému zjištěna na některých částech konstrukcí bývá zapříčiněna jinými vlivy, než vnější atmosférou například mechanickým poškozením, zatékáním korozně aktivních látek (vody se solí a abrazivními částicemi) apod.

Aby byla zajištěna kvalita povrchových úprav - povlakových systémů, je důležité tyto vnímat jako komplexní systém různých aspektů působících uvnitř či na rozhraní povlaku nebo vně povlaku. Návrh povrchové úpravy je třeba koncipovat především z hlediska použití výrobku, vlivu vnějšího prostředí jak z hlediska korozního, tak z hlediska mechanického namáhání a v neposlední řadě z hlediska výrobních, konstrukčních a technologických hledisek. Dost podstatná je i požadovaná doba užívání výrobku a tedy i doba potřebné ochrany. Samozřejmostí by mělo být posouzení i ekonomické, které může v některých případech hrát rozhodující roli.

Realizace povlakového systému prochází několika fázemi. První je vlastní návrh povrchové úpravy, druhou je vlastní realizace a třetí je kontrolní činnost a prokázání kvality provedení povrchové úpravy při předání díla investorovi.

Návrh povrchové úpravy

Za návrhem stojí především funkce povrchové úpravy, vnější vlivy působící na součást či konstrukci tj. korozní prostředí, mechanické vlivy a životnost povrchové úpravy povlakového systému. Návrh musí mít na zřeteli účelnost a technologické možnosti a v neposlední řadě i ekonomické aspekty. Dalším kritériem, na které se nesmí zapomenout je fenomén estetické a vzhledové přijatelnosti, který v řadě případů ztěžuje návrh. V některých případech budou návrh zatěžovat některá omezení mezi, které patří například limity ceny od investora, striktní nařízení na dodavatele nátěrové hmoty nebo různá legislativní či ekologická nařízení. Specifickými omezeními jsou nevhodné konstrukční uzly, které pokud je návrh realizován v době, kdy je konstrukce již ve výrobě, bude komplikovat bezchybnost řešení.

Návrh musí též řešit i proveditelnost povrchové úpravy a poskytnout dostatek informací pro stanovení technologických postupů pro vlastní realizaci. V návrhu by se měl zpracovatel též vyjádřit ke způsobu kontroly a k požadovaným měřením, které budou prováděny během a po

provedení povrchové úpravy. Samozřejmostí je uvedení příslušných norem a předpisů, podle kterých budou ty, které technologické operace prováděny či kontrolovány. Řada norem je dnes velmi obecně pojata a bez přesně stanovených parametrů je velmi těžké se obejít.

Návrh PÚ by měl zahrnovat nejen specifikaci povlaku, modifikaci povrchu spolu s tloušťkou resp. Tloušťkami jednotlivých vrstev včetně předúprav a konečných fází úpravy povlakového systému. Na tento návrh bezprostředně navazuje technologický postup provedení PÚ. Jeho správné stanovení a hlavně dodržení technologické kázně je základem pro kvalitní povrchovou úpravu. V těchto předpisech je třeba vždy uvést způsob předúprav povrchu.

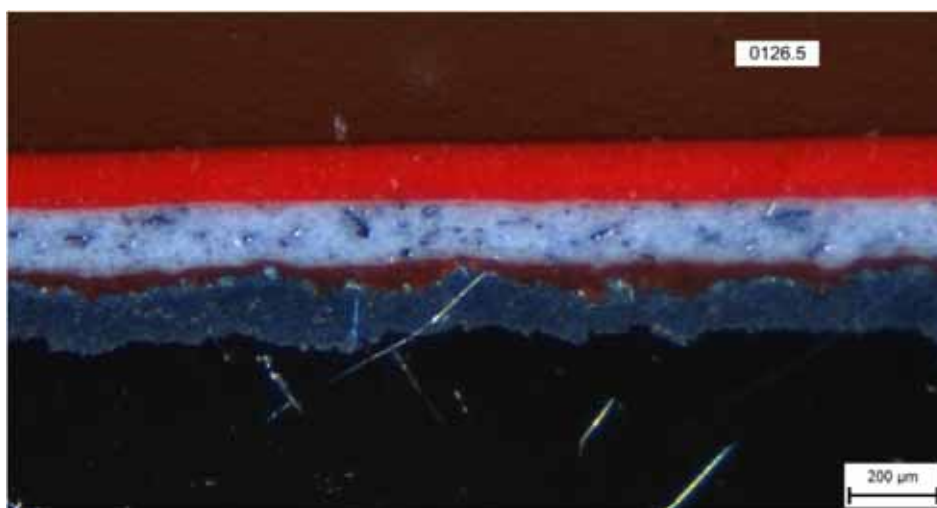
Skladba povlakového systému

Složení takového typického kombinovaného povlaku je vidět na řezech metalografických výbrusů na obrázcích 1 a 2. Na otryskaný povlak je některou z metod žárového nástřiku (v současnosti většinou elektroobloukově) nanášena příslušná vrstva anorganického povlaku zinku, hliníku či jejich slitiny nebo kombinace. Volba materiálu a požadovaná tloušťka je závislá na účelu použití a v neposlední řadě také na požadované ceně.

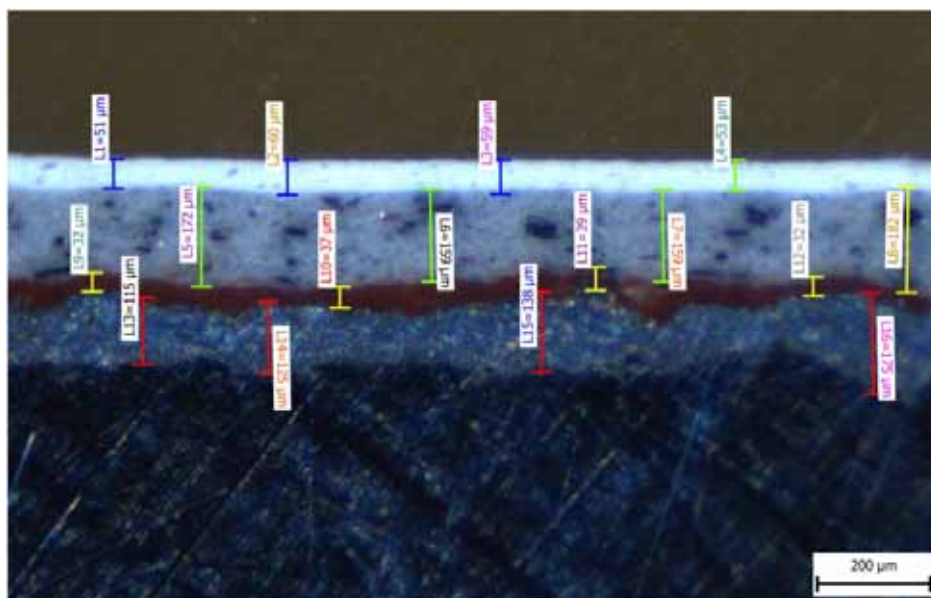
Tloušťky se obvykle pohybují okolo 100 μm u zinkových povlaků a 200 μm u povlaků hliníkových.

Další vrstvy kombinovaného povlaku (duplexního) jsou již organické. První organická vrstva, v některých případech označovaná jako nulová slouží k utěsnění pórovitého žárového nástřiku. Jedná se o vysoce naředěnou nátěrovou hmotu, která proniká povrchovou vrstvou anorganického povlaku. Její tloušťka je obtížně měřitelná a provádí se výrazně odlišným odstínem, aby byla zjištělná. Tato penetrační vrstva zajišťuje dobrou přilnavost dalšího nátěrového systému. Další vrstva, která je barierová bývá na epoxydovém základu s tloušťkou mezi 100 až 150 μm a poslední krycí vrstva slouží k ochraně před UV zářením a také plní funkci estetickou. Tloušťka této vrstvy bývá 60 až 100 μm . Typicky se používají polyuretanové nátěrové hmoty. Celková tloušťka ochranného povlaku se může pohybovat mezi 260 a 500 μm .

Proto základem pro správné provedení je kvalitní předúprava povrchu s čistotou Sa 3 (ČSN EN ISO 8501-1:2007) a vysoká drsnost R_{max} mezi 50 až 80 μm .



Obr.1: Metalografický výbrus vzorkem 0126.5



Obr. 2: Metalografický výbrus s přesnými rozměry jednotlivých vrstev 0127.4

Přilnavost

Přilnavost těchto povlaků se pohybuje mezi 8 až 14 MPa v závislosti na drsnosti otryskaného povrchu základního materiálu a metodě nanášení anorganického povlaku. U měřených vzorků povlaků ZnAl 85/15 vytvořených plynovou metodou bylo dosaženo odtrhové pevnosti 7,6 až 10,6 MPa (podle ČSN EN ISO 4624:2016). Stav lomových ploch po zkoušce je vidět na obrázku 3 – plynový nástřik a obrázku 4 – elektroobloukový nástřik. U vzorků vytvořených elektroobloukovou metodou byla naměřena odtrhová pevnost 8,8 až 13 MPa, tedy v některých případech až dvojnásobná oproti plynové metodě. Obecně lze konstatovat, že povlaky vytvořené plynovým způsobem mají nižší přilnavost a vyšší porozitu než povlaky vytvořené elektroobloukovou metodou.



Obr. 3: Vzorek vytvořený plynovou metodou po odtrhové zkoušce



Obr. 4: Vzorek vytvořený elektroobloukovou metodou po odtrhové zkoušce

Závěr

Je nesporné, že zhotovování těchto typů povlaků je technicky náročné. Jsou kladeny vysoké požadavky na znalosti a vzdělání personálu a to jak pro vlastní provádění povrchové úpravy, tak i pro její kontrolu. To s sebou nese i vysoké provozní a investiční náklady. Povrchová úprava kombinovaným (duplexním) systémem by proto měla být volena jen u takových ocelových konstrukcí, kde je žádána vysoká životnost a dlouhodobá protikorozní ochrana jako jsou energetická díla, mostní konstrukce silničního nebo drážního typu apod.

Investoři takových strategicky důležitých stavebních děl by se tím měli řídit a neupřednostňovat levná řešení před kvalitním a dlouhodobým řešením povrchové ochrany.

Tři tryskací zařízení pro efektivní úpravu před svařováním a po svařování o výkonu 21.000 tun oceli měsíčně



Automatické tryskání velkých ocelových konstrukcí

V jenom novém závodě investoval turecký podnik pro výrobu ocelových konstrukcí Gülermak do dvou tryskacích zařízení s válečkovou tratí od firmy Rösler pro opracování ocelových plechů, profilů a nosníků před svařováním. Nakonec jsou konstrukce o výšce až do 1.600 mm širokých 4.000 mm a dlouhých 16.000 mm tryskány v tryskacím zařízení pro konstrukce RRBK 42/16 L automaticky dále na konečnou úpravu.

Gülermak vyrábí na jedné straně rozličných druhů mechanických komponentů, jako rotorů, kryty na spirály, krytování nýtů, drtiče a další pro hydro-obory. Na druhé straně obsahuje podnik portfolio produktů na výrobu ocelových konstrukcí, který patří v Turecku k větším výrobcům ocelových konstrukcí pro výškové budovy a parkovací domy, mosty a tunely, stavební firmy a elektrárny zrovna tak jako stavbu lodí a kolejových dopravních prostředků, jejichž vysoké nároky musí uspokojit. Procesy tryskání přitom před svářením respektive před lakováním konstrukcí činí značný přínos. Tyto úkoly byly také rozhodující, když podnik vypsal výběrového řízení pro tři tryskací zařízení pro svůj nový závod v Izmiru. V místě Ägäis se tímto rozšířila kapacita a přímé spojení pro spojení přes oceán.

Závod se rozhodl pro řešení s tryskacími zařízeními od Rösler, ačkoliv v sídle v Ankaře jsou používána výhradně zařízení jiných výrobců. Rozhodující byla koncepce, provedení a výkonnost, zrovna tak jako snadná údržba a z toho vyplývající efektivitu zařízení z Untermerzbachu.

Paralelní čišťení tryskáním s dvěma tryskacími zařízeními s válečkovými tratěmi

Pro zpracování kolem 21.000 tun oceli měsíčně. Aby se při tomto vysokém objemu dosáhlo bezproblémového Workflow (tok materiálu) s následným svářením, se následně dočišťují plechy tryskáním (zbavení rzi a okují) plechů, profilů a nosníků paralelně na dvou stavebně stejných tryskacích zařízeních s válečkovou tratí RRB 27/6 L. Tato zařízení jsou konstruována pro tryskání dílů o rozměrech 16.000 x 2.500 x 600 mm (D x Š x V) a jsou vybavena šesti metacímí koly Typ Gamma 400 G.

Zvýšení spolehlivosti výroby automatizovaným tryskáním velkých ocelových konstrukcí.

Pro tryskání svárů po sváření v hlavním závodě v Ankaře je v provozu tryskací zařízení pro maximálně 3.000 mm široké konstrukce. Při širších rozměrech dílů musí být tryskány ručně, aby se u velkých tryskaných konstrukcí dosáhlo flexibility, investoval podnik proto do nového závodu do tryskání konstrukcí tryskacími zařízeními RRBK 42/16 L. Zařízení umožňuje opracování až do 1.600 mm vysokých, 4.000 mm širokých 16.000 mm dlouhých ocelových konstrukcí a je největším tryskacím zařízením, které Rösler dosud realizoval. Tímto zařízením mohou být automaticky tryskány prakticky veškeré konstrukce, což zvyšuje nejen značně průchodnost, nýbrž také zajišťuje spolehlivost procesu.

Pro celkovou délku se pohybuje maximální váha dílů kolem dvou tun na běžný metr. Pro krátké a těžké konstrukce, které musí být zvláště opracovány, byl transportní systém v rozsahu tři metrů před a tři metry za tryskací komorou konstruován na zatížení tří tun.

Polohování metacích kol zajišťuje optimální výsledek

Aby bylo dosaženo u všech konstrukcí optimálního výsledku, je vybaveno zařízení 14 ti Gama 400 G- metacímí koly každé o výkonu 15 kW. Vysoký tryskací výkon při nízké energetické náročnosti, s výhozu tryskacího média 200 kg na metací kolo/min a jejichž polohování bylo simulováno na počítači a bylo potvrzeno v praxi je zaručeno, že i díly s náročnou geometrií např. zadním nástřihem, veškerý vzdálený povrch je tryskán bez stínů na povrchu s jedním průchodem tryskacími zařízeními. Přizpůsobení na jednotlivé geometrie dílů je manuálně přes rychlost průchodu zařízením. Zvláště Y-Design, který byl vyvinut u Röslera, umožňuje, aby se kované a tvrzené vysoce výkonné metací lopatky mohly použít z obou stran. Ve srovnání s normálními metacímí koly mají tyto lopatky minimálně dvakrát tak delší životnost.

Vysoká využitelnost zařízení a jednoduchá údržba

Vedle metacích kol je seriově vyráběná tryskací komora z manganové oceli odolná proti otěru s dodatečně vybavená vyměnitelnými ochrannými deskami z odolného materiálu pro lepší dostupnost zařízení. Efektivní příprava tryskacího média je také přizpůsobena a konstruována na vysoký výhoz tryskacího média. Filtrační systém byl z důvodu úspory místa umístěn na zařízení. Veškeré komponenty zařízení, které je nutno servisovat, jsou pohodlně a rychle přístupné zvenku přes inspekční lávku, což zjednodušuje údržbu zařízení.



Rösler Oberflächentechnik GmbH nabízí kompletní zařízení a je mezinárodním vedoucím výrobcem omílačích a tryskacích zařízení, lakovacích a konzervačních systémů a médií a technologií pro racionální opracování povrchů (odhrotování, odstranění okují, odpískování, leštění, omílání...) kovů a ostatních materiálů. Do skupiny Rösler – patří vedle německých závodů v Untermerzbach/Memmelsdorf a Bad Staffelstein/Hausen pobočky Anglii, Francii, Itálii, Holandsku, Belgii, Rakousku, Srbsku, Švýcarsku, Španělsku, Rumunsku, Rusku, Brazílii, Indii, Číně a USA

Obr. 1: Velké tryskače pro tryskání konstrukcí jsou vybaveny 14 vysoce výkonnými metacímí koly, jejichž polohování v tryskací komoře také u geometricky náročných konstrukcí zaručuje optimální výsledek tryskání

Připravované kurzy

Kvalifikační a rekvalifikační kurz pro pracovníky práškových lakoven

Povlaky z práškových materiálů, jsou všude kolem nás a jsou jednou ze základních technologií povrchových úprav, zasahují do všech oblastí a oborů. Jsou levné, ekologické, technologicky nenáročné, kvalitní, nenáročné. Ale je tomu tak ve všech těchto tvzřeních? Využíváme všech jejich vlastností, umíme s nimi optimálně pracovat a správně je aplikovat?

V 70. letech jsme je začali používat jako náhradu za klasické rozpouštědlové nátěrové hmoty z důvodu neúnosného množství rozpouštědel v souladu s celosvětovým ekologickým uvědomováním, z důvodu udržitelného rozvoje. Umíme je vyrábět i nanášet díky vysoké vyspělosti a úrovni našeho průmyslu a výzkumu. Svůj význam dnes dokazují svými aplikacemi, kvalitou i rozšířením do zcela nových aplikací.

Nejde již jen o ochranu povrchu proti korozi. Požadována je celá řada dalších vlastností. Otěruvzdornost, odolnost vyšším teplotám, barevná stálost, antibakteriálnost, nesmáčivost povrchu, definovaný elektrický odpor či vodivost, fasádní kvalita, neměnnost vlastností i v extrémních podmínkách atmosféry a řadu dalších požadavků strojírenství, elektrotechniky a stavebnictví.

Chceme-li však dále rozvíjet tuto technologii, je potřebné znát a vědět všechny souvislosti potřebné pro úspěšné aplikace práškových plastů. Potřebné znalosti a kvalifikaci pro práci v práškových lakovnách a užívání této technologie získáte absolvováním kurzu:

„Povlaky z práškových plastů“

Obsah kurzu:

- Předúprava a čištění povrchů, odmašťování, konverzní vrstvy.
- Práškové plasty, rozdělení, technologie nanášení, aplikace.
- Zařízení pro nanášení práškových plastů.
- Práškové lakovny, zařízení, příslušenství, provoz.
- Bezpečnost provozu a práce v práškových lakovnách.
- Kontrola kvality povlaků z práškových plastů.
- Příčiny chyb v technologiích a povlacích z práškových plastů.

Rozsah hodin: 42 hodin - 6 dnů (3 x 2 dny)

Zahájení: 31.10.2017

Garant kurzu: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Posluchač obdrží po ukončení osvědčení o absolvování



V rámci celoživotního vzdělávání na FS ČVUT v Praze je možné se přihlásit do specializovaných kurzů, které zajišťuje CTIV – Centrum technologických informací a vzdělávání při Ústavu strojírenské technologie.



CENTRUM PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

KOROZNÍ INŽENÝR

Fakulta strojní ČVUT v Praze ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy, nabízí technické veřejnosti, pro školní rok **2018 - 2019**, v rámci programu Celoživotního vzdělávání studijní program

POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ KOROZNÍ INŽENÝR

Od února 2018 se předpokládá zahájení dalšího běhu studia, do kterého je možné se již přihlásit.

V rámci programu Celoživotního vzdělávání na Fakultě strojní ČVUT v Praze se připravuje pro velký zájem dvousemestrové studium „Povrchové úpravy ve strojírenství“. Cílem tohoto studia je přehlednou formou doplnit potřebné poznatky o tomto oboru pro všechny zájemce, kteří chtějí pracovat efektivně na základě nejnovějších poznatků a potřebují, na základě tohoto studia, získat potřebnou certifikaci v oblasti protikorozních ochrany a povrchových úprav.

Studium je koncipováno tak, aby získané vědomosti umožnily pracovníkům v oblasti povrchových úprav (se vzděláním SŠ nebo VŠ) řešit nejen běžné aktuální odborné problémy, ale řešit i koncepční a perspektivní otázky z povrchových úprav a z oblasti protikorozních ochrany.

Způsobilost v tomto oboru je možno prokázat akreditovanou kvalifikací a certifikací podle standardu APC Std-401

„Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozní ochrany“.

Důraz je kladen na vytvoření uceleného přehledu teoretických a praktických poznatků v souladu s nejnovějšími znalostmi v oboru povrchových úprav a protikorozních ochrany.



Studium je uspořádáno tak, aby nejdříve byly doplněny znalosti základních teoretických disciplín a v návaznosti na tento teoretický základ získány znalosti z odborných předmětů a specializovaných technologií, týkajících se protikorozních ochrany a povrchových úprav ve strojírenství.

Posluchačům budou po ukončení studia předány doklady o absolvování, resp. mohou po složení potřebných zkoušek (dle požadavků a potřeb posluchačů) ukončit studium kvalifikačním a certifikačním stupněm.

Podrobné informace včetně učebních plánů a přihlášku je možno získat na: info@povrchari.cz

 info@povrchari.cz

doc. Ing. Viktor KREIBICH, CSc.
+420 602 341 597



Ing. Jan KUDLÁČEK, Ph.D.
+420 605 868 932

 www.povrchari.cz

Odborné akce



Asociace českých a slovenských zinkoven
si Vás dovoluje pozvat na
23. konferenci žárového zinkování,
která se bude konat v termínu **3. – 5. 10. 2017**
v **hotelu Vista na Dolní Moravě**



Generální partner konference je **TEPLOTECHNA PRŮMYSLOVÉ PECE, s. r. o.**

ASOCIACE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH ZINKOVEN, z. s.
Českosobotská 1663/6, 702 00 Ostrava – Moravská Ostrava
Tel.: +420 596 110 783, Fax: +420 960 596 110 783, mobil: +420 602 690 089
e-mail: info@acsz.cz • www.acsz.cz



X. Konference PIGMENTY A POJIVA

Pigmenty – Pojiva – Speciální materiály

6.–7. listopad 2017

Kongres hotel JEZERKA*, Seč u Chrudimi**

Konference zaměřená na aplikovaný výzkum z oblasti pigmentů, pojiv a specialit pro povrchové úpravy materiálů pomocí organických povlaků a nátěrových hmot. Je platformou k setkání zástupců výrobních firem, výzkumu a vývoje, univerzitní sféry a obchodních společností.

Uzávěrka zařazení přednášek do programu konference: 30.8.2017.

TÉMATY KONFERENCE

PIGMENTY – VÝROBA, VLASTNOSTI A APLIKACE

- Pigmenty – bílé a barevné (organické / anorganické)
- Antikoroziní pigmenty
- Aplikace pigmentů – stavebnictví, nátěrové hmoty, plasty a kaučuky

POJIVA – VLASTNOSTI A APLIKACE

- Anorganická pojiva – křemičitá, hlinito-křemičitá a fosforečná pojiva pro keramiku, stavebnictví, vysokoteplotní nátěry, slévárenské směsi, speciální pojiva pro stavebnictví
- Organická pojiva – pro nátěrové hmoty a stavebnictví
- Aditiva – přísady a příměsi pro stavební chemii, nátěrové hmoty a plasty
- Aplikace pojiv – stavebnictví, nátěrové hmoty, slévárenství, výroba plastů

SPECIÁLNÍ MATERIÁLY / LEGISLATIVA

- Kovové nanomateriály (NM) – Fe, Ag, Au atd.
- Uhlíkové NM – nanotrubičky, fullerény, saze, nanodiamanty
- Organické NM – nanovlákná, dendrimery, polystyren
- Oxidy kovů – TiO₂, SiO₂, Al₂O₃, ZnO, ZrO₂
- Anorganické NM – anorganická vlákna, jílly, zeolity, silikáty
- Aplikace nanomateriálů
- Smart coatings
- Legislativa a ochrana životního prostředí

Organizuje **CHEMAGAZÍN** ve spolupráci s **Ústavem chemie a technologie makromolekulárních látek, Fakulty chemicko-technologické, Univerzity Pardubice**

Kontakt – vědecký výbor:

Dr. Ing. Petr ANTOŠ, Ph.D., CHEMAGAZÍN s.r.o., petr.antos@chemagazin.cz, T: 725 500 826

Prof. Ing. Andrea KALEDOVÁ, Ph.D., Univerzita Pardubice, FCHT, ÚCHTML, T: 728 994 274, andrea.kalendova@upce.cz

Kontakt – organizátor:

Tomáš Rotrekl, CHEMAGAZÍN s.r.o., T: 603 211 803, info@pigmentyapojiva.cz



Hlavní sponzor



Organizátoři

CHEMAGAZÍN





ODBORNÝ SEMINÁŘ

ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ VE STROJÍRENSTVÍ A ENERGETICE

Záměrem této akce je seznámit technickou veřejnost s novými technologiemi a prostředky pro čištění a úpravu povrchů.

Tento odborný seminář se uskuteční **12. 10. 2017 od 10 do 14 hodin** na brněnském výstavišti v **přednáškovém sálu 102 ve výškové budově BVV** (vstup vlevo od brány 1).

Akce je připravena Centrem pro povrchové úpravy – CPÚ, Institutem pro povrchové úpravy – InPÚ a správou brněnských veletrhů a výstav – BVV.

Akci hradí BVV a organizátoři akce, přesto z důvodu kapacity sálu si Vás dovoluujeme požádat o včas zaslouanou přihlášku na email: jiri.kuchar@fs.cvut.cz

Program:

- Progresivní technologie čištění povrchů
- Čištění vnitřních povrchů chladičů a energetických zařízení
- Nové poznatky v čištění povrchů ve strojírenství a energetice
- Kontrola kvality a čistoty povrchu

Bližší informace o programu na www.povrchari.cz

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

ODBORNÝ GARANT

Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

+420 602 341 597

Ing. Jiří Kuchař

ORGANIZAČNÍ GARANT

Jiri.Kuchar@fs.cvut.cz

+420 720 108 375

Mediální podpora:

Technický týdeník



PRŮMYSLOVÉ
SPEKTRUM

Povrcháři.cz



Předběžný program odborného semináře

ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ VE STROJÍRENSTVÍ A ENERGETICE

(12.10.2017 – 59. Mezinárodní strojírenský veletrh v Brně 2017)

- 9:00 – 10:00** **Registrace účastníků**
- 10:00** **Slovo úvodem**
doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. – FS ČVUT v Praze
- 10:10 Chemické čištění v energetice
Ing. Vlastimil Otáhal – První brněnská strojírna, a.s., Brno
- 10:30 Úspory čištěním výměníků tepla
Ing. Jiří Kuchař – FS ČVUT v Praze
- 10:50 Problematika vnitřních povrchů v teplárenství
Bc. Dominik Adášek – Pražská teplárenská, a.s., Praha
- 11:10 Defektoskopická kontrola vnitřních povrchů
Ing. Milan Petřík – Olympus Czech Group, s.r.o., Praha
- 11:30** **Přestávka + občerstvení**
- 12:15 Příčiny a důsledky chyb v předúpravách povrchů
Ing. Alexander Sedláček, Ph.D. – S.A.F. Praha, s.r.o., Přešimasy
- 12:35 Novinky v oblasti tryskání
Ing. Jan Váňa – Abranova, s.r.o., Postoloprty
- 12:55 Laserové čištění
Ing. Jan Řeřucha – LASCAM system, s.r.o., Praha
- 13:15 Nové prostředky v odmašťování
Ing. Lubomír Svoboda – Azelis Czech Republic, s.r.o., Praha
- 14:00** **Závěr odborného semináře + diskuze**



Přihláška k účasti na odborný seminář

„ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ VE STROJÍRENSTVÍ A ENERGETICE“

Příjmení, jméno, titul:

1.

2.

Fakturační adresa:

Název firmy:

Ulice:

Město:

PSČ:

IČO:

DIČ:

Telefon:

E-mail:

Vyplněnou přihlášku zašlete na email: jiri.kuchar@fs.cvut.cz

Reklamy



14. MEZINÁRODNÍ
ODBORNÝ
SEMINÁŘ

**PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ
TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV**

29. - 30. 11. 2017
HOTEL MYSLIVNA
BRNO

Za mediální podpory:

BVV



Veletrhy
Brno



Technický týdeník



PRŮMYSLOVÉ
SPEKTRUM



KONSTRUKCE

**STROJÁRSTVO
STROJIRENSTVÍ**

WWW.POVRCHARI.CZ



Institut
povrchových
úprav



INSTITUT POVRCHOVÝCH ÚPRAV ZAJIŠŤUJE

- inspekční a kontrolní činnost v oboru povrchových úprav
 - aplikovaný výzkum v oblasti povrchových úprav
 - poradenské služby z oboru povrchových úprav
- pořádání odborných kurzů a seminářů pro povrchové úpravy
 - odborné posudky povrchových úprav
 - znalecké posudky povrchových úprav
- zajišťování přijímacích zkoušek povrchových úprav
 - projektování povrchových úprav
 - zajištění povrchové úpravy materiálů



www.inpu.cz

ČIŠTĚNÍ VNITŘNÍCH POVRCHŮ



Nabízíme

- ☒ *Analýzu stavu systému*
- ☒ *Návrh optimálních způsobů čištění a výpočet nákladů*
- ☒ *Výběr vhodných technologií a čisticích prostředků*
- ☒ *Spolupráci při čištění*
- ☒ *Kontrolu stavu systému po vyčištění*
- ☒ *Návrh úsporných opatření při vytápění a optimalizace provozu*
- ☒ *Servis proškolení obsluhy*
- ☒ *Bezpečné a rychlé čištění otopných, chladících, průmyslových i energetických zařízení*

CTIV - Centrum technických informací a vzdělávání

Ústav strojírenské technologie

Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Kontakt: viktor.kreibich@fs.cvut.cz, tel: 602 341 597

LABIMEX CZ

www.labimexczech.cz

info@labimex.cz


BINDER
Best conditions for your success


TESTOVACÍ KOMORY

PRO ENVIRONMENTÁLNÍ ZKOUŠKY V LABORATOŘÍCH



← **korozní solné a kondenzační komory**
truhlové a skříňové komory
objemy 300,400, 1000, 2000 litrů
jednoúčelové i kombinované
testy lakovaných povrchů



**komory pro sluneční →
simulace xenonovým
světlem**

s pevnou zkušební plochou
nebo otočným karuselem,
regulace osvětlení, teploty a
relativní vlhkosti
INDOOR a OUTDOOR zkoušky



← **UV testery
ultrafialovým zářením**
testy nátěrových hmot, plastů, textilu

BINDER



← **klimatické a teplotní komory, sušárny**
rozsahy -40 resp. -70°C až +180°C, 10-98% Rh,
komory bez chlazení až 300°C,
objemy 53 - 720 litrů



ZKUŠEBNÍ PANELE

Ocelové, válcované, broušené
Hliníkové (slitinové)
Fosfátované/chromátované
Pro testy na otěr Taber
Pro zkoušky korozivity

LABIMEX CZ s.r.o.

Poradenství, dodávky, instalace,
zaškolení, servis záruční a pozáruční,
kalibrace.....zajišťuje:

ČR: Ing. Milan Pražák
Na Zámecké 11
140 00 Praha 4
prazak@labimex.cz
00420 241 740 120
00420 602 366 407

SR: Ing. Jozef Maco
Rakolíuby 697
916 31 Kočovce
j.maco@t-zones.sk
00421 327 798 346
00421 910 970 699




59. mezinárodní
strojírenský
veletrh

MSV 2017

AUTOMATIZACE

Měřicí, řídicí, automatizační
a regulační technika



8. mezinárodní
veletrh dopravy
a logistiky



Mezinárodní veletrh
technologií
pro ochranu
životního prostředí



Poslední volná místa!

9.–13. 10. 2017

Brno – Výstaviště

www.bvv.cz/msv



Central
European
Exhibition
Centre



BVV
Veletřhy
Brno

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. Jaroslav Červený, Ph.D.

Ing. Michal Pakosta, Ph.D.

Ing. Petr Drašnar, Ph.D.

Ing. Dana Benešová, Ph.D.

Ing. Michal Zoubek

Ing. Jakub Svoboda

Ing. Jiří Kuchař

Ing. Hana Hrdinová

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605 868 932

Redakční rada

Ing. Roman Dvořák, MM publishing, s.r.o.

Ing. Jiří Rousek, marketingový ředitel, Veletrhy Brno, a.s.

Ing. Vlastimil Kuklík, Ph.D., InPÚ z.ú.

Ing. Miloslav Skalický, ZVVZ MACHINARY, a.s.

Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

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

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

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

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