

## Povrchové úpravy Koroze

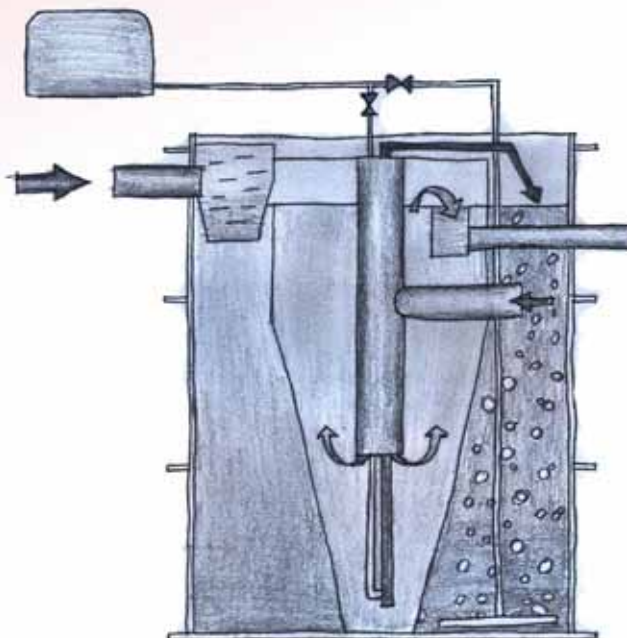
### Kvalita

### Legislativa

### Ekologie

### Kultura

### Inzerce



## Slovo úvodem

### Vážení povrcháři,

Letos, když nepočítáme nultý ročník v roce 2007, vychází a přichází za Vámi občasník „Povrcháři“ již pátým rokem. Aby Vás informoval, občas poučil či šokoval a hlavně tak trochu spolkově neformálně podpořil ve Vašich aktivitách, firmách, domovech na téměř dvou tisících adresách.

A někteří to zřejmě i čtou?! Volal před nedávnem kdosi: „Tak co letos, že jste ještě nic, nespíte tam v té Praze?“ Tak úplně nespíme, ale to víte, děláme teď spíš do melounů, abyste si všimli aspoň večer v telce, že musíte víc do budoucna šetřit, aby ti mladí mohli vyštudovat. Vždyť by se s tím dluhem ani po škole neoženili a nevdaly. Co do takové partie? Bez věna a ještě s dluhem. A co teprve, kdyby byli oba študovaní. Snad ta jejich děcka, že by to doplatila. Teď už nebudou kamarádky závidět, že si našla inženýra. Spíš politují jaký, že to měla osud, že se ten její příznal teprve po svatbě, že studoval a nadělal dluhy. Ale co, jsou i horší věci, co si mohl při studiích uhnat. A nakonec, každá snaha má být po zásluze potrestána.

Ještě k tomu zpoždění letošního „Povrcháře“. Je tady též zima jak v ruském filmu a do té naší z nejmenších redakcí nic moc od Vás nepřišlo. Tak z čeho pak dělat noviny?! Až teď se s příspěvky roztrhl pytel (poštovní). Asi i ten internet zamrzá a šlo to po...ma...lu.

Tak teď rychle co se chystá: Ještě v únoru, jak jsme Vám již posílali e-mailovou zprávou, chceme zahájit další běh studia „Povrchové úpravy ve strojírenství“ s možností získat po absolvování kvalifikaci „Korozní inženýr“. Kdo to chce zkusit, ať si zavolá pro informace na tel: 605868932. V březnu začínáme kurzy Galvanizéru a Práškového lakování, kdo se chce příště přihlásit, zavolejte.

Na duben připravujeme tradiční setkání v Čejkovicích (24. a 25. 4.) na konferenci „Kvalita ve výrobě.“ Je to akce nejen povrchářů, ale pro všechny z celého strojírenství. Určitě už bude pěkné počasí a exkurze tradičně napoví i jaký byl ten předchozí rok či spíše ročník v Čejkovicích.

To je ale ještě daleko, zatím pracujeme na programu. Kdo by měl a chtěl něco ke kvalitě říct (pokud možno před exkurzí), ať se brzo ozve.

Že prý ten letošní rok bude na draka, ale tak to není. To vzniklo na opak z toho, že je to rok Draka. Vietnamsko-Čeští spoluobčané se radují – prý to bude dobrý rok. Ani se nebudou už muset v nouzi živit trávou, ale docela jako my ostatní – prací.

Tak že po...ma...lu, postupně, půjde nahoru produktivita, kvalita i zadluženost. Ta možná i rychle. To ale nevádí, to v Čechách dorovnáme daněmi, hlavní, že nebudeme nikomu doma nic dlužní. Pomáhat nám se splácením budou všichni svatí a 10 miliardů věřících i těch ostatních.

Opatrujte se a dávejte na sebe i na své věci pozor. Strašně se prý místy krade. Stačí chvilková nepozornost a jsou i velké věci fuč. V jisté zemi se ztratily prý i doly. Ale ani je nechtěli dohledávat. Aby se někdo necítil trapně, když by se to o něm vědělo. Teď ještě aby to s tím Budvarem taky dopadlo a někdo se obětoval a vzal si to na starost. A že takový pivovar je starost. To za těch 200 milionů zisku ročně ani nestojí.

Budme rádi, že máme jen ty svoje malé každodenní starosti.

Ať se Vám daří a brzo na přečtenou.

Vaši

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Ing. Jan Kudláček, PhD.

## Ochrana povrchů v průmyslových vodních systémech

Radek Pořádek - IceCO, s.r.o.

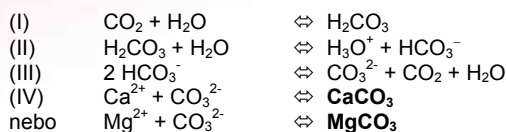
Technologická voda se nachází téměř v každém výrobním závodě či budově. Zejména jde o tzv. otevřené a uzavřené chladicí systémy, parovodní kotle a jiné vyvíječe páry, horkovodní a vytápěcí okruhy, sprinklerové protipožární systémy apod.

Materiálové provedení těchto okruhů bývá různorodé: černá ocel, barevné kovy, plasty. Rovněž konstrukčních prvků, které přicházejí do styku s vodou, je nepočítaně: potrubí, ventily, výměníky tepla, vrtané formy, dvouplášťové nádoby, trysky, atd.

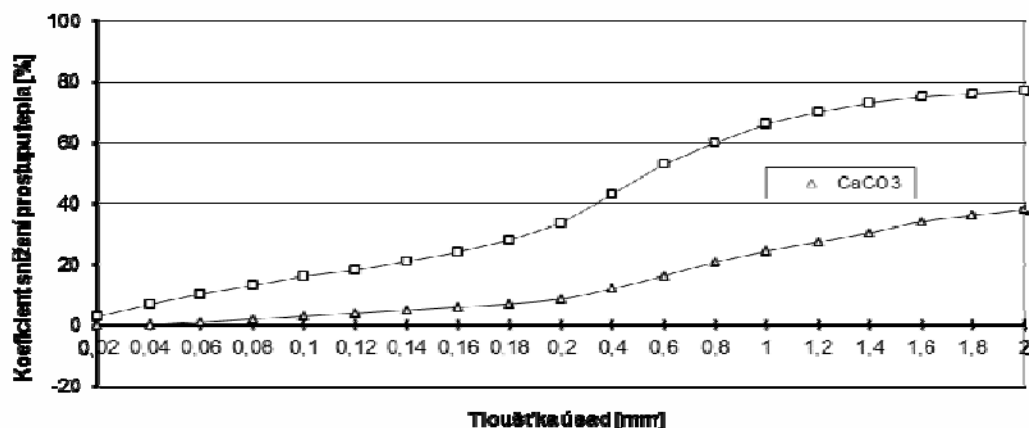
Vůči všem těmto materiálům je neošetřena voda značně agresivní a výsledek její činnosti snižuje účinnost daných zařízení a zkracuje jejich životnost. Nejčastěji se setkáváme s těmito jevy:

### Tvorba pevných úsad

Pokud vodu před doplněním do okruhu nezbavíme přirozené tvrdosti (např. na změkčovací jednotce), pak postupně dochází k tvorbě vápenatých a hořečnatých úsad. Tvrdost vody je její přirozená vlastnost, která odráží množství rozpuštěných nerostů. Překročí-li míra rozpustnosti určitou mez, dochází k vysrážení hydrogenuhličitnanů a tvorbě uhličitnanu vápenatého,  $\text{CaCO}_3$  (vodní kámen). Ve vodě pak probíhají tyto reakce:



Prostup tepla přes vzniklou vrstvu pevných vápenatých a hořečnatých úsad pak popisuje následující graf:



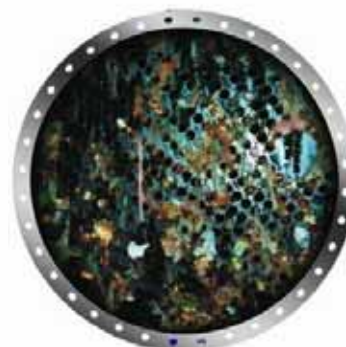
Tvorbě úsad lze úspěšně zabránit nasazením vhodných chemických prostředků, tzv. **stabilizátorů tvrdosti**. Tyto produkty se nejčastěji přidávají do přídavné vody, tedy té vody, která kompenzuje ztráty vody v okruhu vzniklé přirozeným odparem a případnými netěsnostmi v rozvodech.

V principu jde o to, že např. okruh provozovaný s chladicí věží, má tendenci při chybějící nebo špatné kontrole provozu velmi brzo zarůstat vodním kamenem. V okruhu dochází k tzv. zahuštění. Na věži probíhá odpařování čisté vody, čímž sice odvedeme teplo z okruhu a ochladíme vodu, ale současně zvyšujeme koncentraci solí v okruhu a ty se pak podle dříve uvedené rovnice vysrážejí v podobě pevných úsad / vodního kamene. Vodní kámen se přednostně tvoří na teplosměnných plochách, čímž ovšem pronikavě snižuje účinnost prostupu tepla. Výměník potom musí být zatížen víc, než by bylo třeba. Cirkulační oběhová čerpadla chladicí vody, jakož i ventilátory chladicích věží pracují více a způsobují přirozeně vyšší náklady. Rovněž občasná mechanická údržba těchto strojních zařízení (ruční či chemické čištění) znamená nežádoucí odstávky a zvýšené náklady.

Kombinace vhodných stabilizátorů tvrdosti a správného provozování okruhu jsou nezbytným předpokladem k optimalizaci provozu a snížení všech souvisejících nákladů.

### Biologické zatížení

Přítomnost řas a bakterií je další přirozenou vlastností vody. Tyto mikroorganismy se vyskytují v celé řadě různých forem (aerobní, anaerobní):



Již 1 mm silná vrstva slizu snižuje chladicí výkon zařízení o 20 – 25%. Navíc jsou tyto mikroorganismy příčinou velmi nežádoucí důlkové koroze. Anaerobní bakterie, které se mohou vyskytovat v uzavřených okruzích, tak často způsobí neočekávané škody, protože jejich činnost není možné za běžného provozu bez odborné pomoci zaregistrovat. Ve chvíli, kdy dochází k prosakování vody přes zkorodované zařízení, již bývá pozdě na rychlé a levné opatření.

Chemické látky účinně likvidující všechny mikroby se nazývají **biocidy**. Volbu vhodného biocidu, frekvenci a velikost jeho preventivní dávky, jakož i vyhodnocení biologického zatížení daného okruhu je vhodné konzultovat s odbornou firmou.

## Koroze

Koroze ve vodách je přirozeným jevem, který nelze nikdy zcela vyloučit. Je způsobena jednak přítomností kyslíku volně rozpuštěného ve vodě přítomností látek podporujících korozi a rovněž přítomností nejrůznějších mikroorganismů (viz předchozí odstavec). V případě nedostatečné prevence znamenající náklady na výměnu či renovaci jednotlivých částí.

Výsledkem jsou znehodnocená zařízení:



Korozní částečky zanášejí jednotlivé součásti výrobních okruhů a způsobují jejich nežádoucí výpadky. K prevenci tvorby koroze slouží chemické produkty – **inhibitory koroze**. Volbu správného inhibitoru ovlivňuje celá řada faktorů – zejména materiálové složení okruhu a kvalita cirkulační vody (u vodních okruhů platí nepsané pravidlo, že korozní úbytek stěny nižší než 0,1 mm/rok je pokládán za akceptovatelný).

Cílem tohoto abstraktu je podání velmi základního přehledu problémů, se kterými se setkává provozovatel průmyslového vodního okruhu. Péče o tyto systémy byla v minulosti často zanedbávána a i dnes bývá na okraji zájmu. Nezáleží na tom, zda se jedná o velký výrobní závod provozující několik chladicích věží a pracujících se stovkami kubických metrů vody, nebo malý hotel, který ochlazuje klimatizační jednotku a má nainstalovaný preventivní požární sprinklerový systém. Provozovatel by měl vždy dbát na tzv. vodní hygienu, která souvisí nejenom se zdravotní bezpečností, ale rovněž s významnými ekonomickými úsporami.

Problematika související s vhodným ošetřováním povrchů vodních okruhů je velmi obsáhlá a prochází neustálým vývojem.

IceCO, s.r.o., je odbornou firmou specializující se na čištění povrchů a preventivní ošetřování vodních systémů. Společnost funguje na trhu desátým rokem a kromě vlastních praktických zkušeností se opírá o vědecký potenciál německého výrobce chemických prostředků Aqua Concept GmbH. Předmětem činnosti není pouze dodávka vhodného chemického přípravku, ale zejména servisní a konzultační činnost. Nabízíme zhodnocení současného stavu, doporučení na technické zlepšení, ekonomickou optimalizaci a pravidelné servisní návštěvy. info @ iceco.cz

## Označování ocelí část 2.

Václav Machek – Fakulta strojní ČVUT v Praze

### Označování ocelí podle jejich použití a mechanických nebo fyzikálních vlastností

Oceli jsou rozděleny do 11 skupin, které jsou označeny písmeny stojícími na prvním místě.

Symbol	Použití oceli pro:
S	Konstrukční oceli
P	Oceli pro tlakové nádoby a zařízení
L	Oceli na potrubí
E	Oceli na strojní součásti
B	Oceli pro výztuž do betonu (nepředepnutá)
Y	Oceli pro předpínací výztuž do betonu
R	Oceli na kolejnice
D	Ploché výrobky k tváření zastudena kromě skupiny označené H
H	Ploché výrobky válcované zastudena z oceli s vyšší mezí kluzu určené k dalšímu tváření zastudena
T	Pocínované výrobky (obalové plechy a pásy)
M	Plechy a pásy pro elektrotechniku

### Skupina S - Konstrukční oceli

Základními symboly jsou písmeno S a trojčíslí označující minimální mez kluzu v MPa. Následuje jedno písmeno nebo dva alfanumerické symboly z 1. skupiny přidavných symbolů.

V případě jednoho písmene se jedná o druh tepelného zpracování:

- A precipitačně vytvrzeno
- M termomechanicky válcováno
- N normalizačně žíháno nebo válcováno
- Q zušlechtěno
- G jiné charakteristiky

V případě dvou písmen se jedná o zaručení minimální velikosti nárazové práce 27 J, 40 J nebo 60 J při teplotách 0 až minus 60 °C.

V případě dalšího upřesňování vlastností oceli se využívají maximálně 2 písmena z 2. skupiny:

- C ocel se zvláštní svařitelností zastudena
  - D ocel pro žárové pokovování ponorem
  - E ocel pro smaltování
  - F ocel pro kování
  - H ocel pro duté profily
  - L ocel pro nízké teploty
  - M ocel termomechanicky zpracovaná
  - N ocel normalizačně žíhaná nebo normalizačně válcovaná
  - P štětovnice
  - Q ocel zušlechtěna
  - S ocel pro stavbu plavidel
  - T ocel pro trubky
  - W ocel odolná proti atmosférické korozi
- X chemické značky dalších stanovených prvků, např. Cu jako desetinásobek střední hodnoty

*Příklady:*

S235JR označuje konstrukční ocel o minimální mezi kluzu 235 MPa, která má při zkoušené teplotě 20 °C nárazovou práci minimálně 27 J

S355N označuje konstrukční ocel normalizačně zpracovanou

S355ML označuje konstrukční ocel termomechanicky válcovanou určenou pro nízké teploty

## Skupina P – Oceli pro tlakové nádoby a zařízení

Základními symboly jsou písmeno *P* a trojčíslí označující minimální mez kluzu v MPa.

Následují 2 písmena z 1. a z 2. skupiny přídavných symbolů.

První přídavný symbol:

- B lahve na plyny
- M termodynamicky válcovaná ocel
- N normalizačně žíhaná nebo válcovaná ocel
- Q zušlechtěná ocel
- S ocel pro jednoduché tlakové nádoby
- T ocel pro trubky
- G jiné charakteristiky

Druhý přídavný symbol charakterizuje teplotu pro použití oceli:

- H ocel pro vysoké teploty
- L ocel pro nízké teploty
- R ocel pro normální teploty
- X ocel pro vysoké i nízké teploty

*Příklady:*

P265M označuje ocel pro tlakové nádoby termomechanicky válcovanou

P355QH označuje ocel pro tlakové nádoby zušlechtěnou určenou pro vysoké teploty

## Skupina L – Oceli na potrubí

Základními symboly jsou písmeno *L*, za nímž následuje trojčíslí označující minimální mez kluzu v MPa. Následuje jeden až dva přídatné symboly.

První přídatný symbol tvoří písmeno:

- M ocel je termomechanicky válcována
- N ocel je normalizačně žíhána nebo válcována
- Q ocel je zušlechtěna
- G ocel má jiné charakteristiky

Druhý přídatný symbol označuje třídu požadavků.

*Příklad:*

L360NB označuje ocel na potrubí s minimální mezí kluzu 360 MPa normalizačně žíhanou.

## Skupina E – Oceli na strojní součásti

Základními symboly jsou písmeno *E* a trojčíslí označující minimální mez kluzu v MPa.

Následuje přídatný symbol z 1. skupiny, který tvoří buď písmeno *G*, které označuje jiné charakteristiky nebo označuje požadavky na nárazovou práci podle systému uvedeného u konstrukčních ocelí.

Dalším symbolem je přídatný symbol z 2. skupiny, který tvoří písmeno *C* označující vhodnost oceli k tažení zastudena.

*Příklady:*

E360 označuje ocel na strojní součásti o minimální mezi kluzu 360 MPa

E355K2 označuje ocel na strojní součásti o minimální mezi kluzu 355 mm a nárazové práci 40 J při teplotě minus 20 °C

## Skupina B – Oceli pro výztuž do betonu

Základními symboly jsou písmeno *B* a trojčíslí označující charakteristickou mez kluzu v MPa. Ta je stanovena u každého výrobku samostatně.

Následuje symbol charakterizující třídu tvažitelnosti, který může být doplněn jednou nebo dvěma číslicemi.

*Příklad:*

B500A označuje ocel pro výztuž do betonu s třídou tvažitelnosti *A*

## Skupina Y – Oceli pro předpínací výztuž do betonu

Základními symboly jsou písmeno *R* a čtyřčíslí označující jmenovitou mez pevnosti v tahu

**Přídatný symbol ve tvaru písmene se používá jen jeden a označuje:**

- C drát tažený zastudena**
- H tyč válcovaná zatepla**
- Q drát je zušlechtěný**
- S ocel je tvořena pramenci**
- G ocel má jiné charakteristiky**

*Příklady:*

Y1770C označuje ocel pro předpínací výztuž do betonu o jmenovité pevnosti v tahu 1770 MPa. Drát je tažený zastudena.

Y1770S7 označuje ocel pro předpínací výztuž do betonu o jmenovité pevnosti v tahu 1770 MPa. Ocel je v pramencích s jinými charakteristikami ozn.7

## Skupina R – Oceli pro kolejnice

Základními symboly jsou písmeno *R* a trojčíslí označující tvrdost podle Brinella HBW.

První skupina přídatných symbolů je tvořena chemickými značkami legujících prvků *Cr* nebo *Mn*, případně dalšími chemickými značkami a jejich desetinasobky skutečné střední hodnoty obsahu prvku v oceli. Symbol *G* označuje jiné charakteristiky oceli.

Druhá skupina přídatných symbolů je tvořena písmeny:

- HT oceli tepelně zpracované
- LHT oceli nízkolegované, tepelně zpracované
- Q oceli zušlechtěné

*Příklad:*

R320Cr označuje ocel na kolejnice s minimální tvrdostí 320 HBW legovanou chromem

## Skupina D – ploché výrobky k tváření zastudena kromě skupiny H

Základními symboly jsou písmeno *D* a trojčíslí označující tvrdost podle Brinella HBW.

Za písmenem *D* uvedené písmeno značí způsob válcování, za nímž následují 2 číslice rozlišující jednotlivé druhy ocelí jedné normy.

- C označuje plochou ocel válcovanou zastudena
- D označuje plochou ocel válcovanou zatepla určenou k dalšímu tváření zastudena
- X označuje plochou ocel s nepředepsaným způsobem válcování

Přídavné symboly značí:

- D oceli pro žárové pokovování ponorem
- ED oceli pro přímé smaltování
- EK oceli pro obvyklé smaltování
- H oceli pro duté profily
- T oceli pro trubky
- G jiné charakteristiky oceli

*Příklady:*

- DC04 označuje plochou ocel válcovanou zastudena (tvařitelnost 01 až nejkvalitnější 06)
- DC04EK označuje plochou ocel válcovanou zastudena určenou pro obvyklé smaltování

## Skupina H – Ploché výrobky válcované zastudena z ocelí s vyšší mezí kluzu určené k dalšímu tváření zastudena

Základními symboly jsou písmeno *H* a 4 alfanumerické symboly. Ty se skládají z písmene označujícího způsob zpracování a trojčíslí vyjadřující minimální mez kluzu nebo pevnost. takto:

- C označuje plochou ocel válcovanou zastudena se stanovenou mezí kluzu v MPa
- D označuje plochou ocel válcovanou zatepla určenou pro přímé tváření zastudena se stanovenou mezí kluzu v MPa
- X označuje plochou ocel s nepředepsaným způsobem válcování se stanovenou mezí kluzu v MPa
- CT označuje plochou ocel válcovanou zastudena se stanovenou minimální mezí pevnosti v MPa
- DT označuje plochou ocel válcovanou zatepla určenou pro přímé tváření zastudena se stanovenou minimální mezí pevnosti v MPa
- XT označuje plochou ocel s nepředepsaným válcováním se stanovenou minimální mezí pevnosti v MPa

První skupinu přídavných symbolů tvoří písmena, která značí:

- B označuje plochou *BH* ocel (vytvrditelnou při vypalování laku)
- C označuje plochou ocel s komplexními fázemi
- I označuje plochou ocel izotropní
- LA označuje nízkolegovanou plochou ocel
- M označuje ocel termomechanicky zpracovanou
- P označuje ocel legovanou fosforem
- T označuje TRIP ocel (s přeměnou indukovanou tvářením)
- X označuje dvoufázové oceli
- Y označuje IF oceli (bez intersticiálních prvků)
- G označuje ocel s jinou charakteristikou (následují číslice)

Druhou skupinu přídavných symbolů tvoří pouze písmeno *D* označující ocel určenou pro žárové pokovování ponorem

*Příklady:*

- HC400LA označuje nízkolegovanou pásovou ocel válcovanou zastudena s mezí kluzu min. 400 MPa určenou pro další zpracování tvářením zastudena
- HXT450X označuje dvoufázovou ocel s min. mezí pevnosti 450 MPa, u níž není předepsané válcování.

## Skupina T – Pocínované obalové plechy a pásy

Základními symboly jsou písmeno *T* a 4 alfanumerické symboly. Písmena označují způsob žíhání pásů a plechů. Písmeno *H* označuje průběžné žíhání, písmeno *S* označuje stacionární žíhání plechů a pásů pod poklopem. Následující trojčíslí udává jmenovité hodnoty meze kluzu.

Přídavné symboly pro ocele z této skupiny se neudávají.

Příklad:

TH550 označuje pocínovaný plech kontinuálně žíhaný se jmenovitou mezí kluzu 550 MPa.

## Skupina M – Plechy a pásy pro elektrotechniku

Základními symboly jsou písmeno M, za nímž alfanumerické symboly. Ty se skládají z trojčíslí, vodorovné spojovací čárky, dvojčíslí a písmena.

Trojčíslí označuje stonásobek nejvyšších povolených wattových ztrát ve W/kg, dvojčíslí pak stonásobek jmenovité tloušťky v mm.

Písmeno na konci značky oceli charakterizuje plechy a pásy takto:

Pro magnetickou polarizaci 1,5 T při 50 Hz

A	izotropní výrobek
D	výrobek z nelegované oceli bez závěrečného žíhání
E	výrobek z legované oceli bez závěrečného žíhání

Pro magnetickou polarizaci 1,7 T při 50 Hz

P	anizotropní výrobek s vysokou permeabilitou
S	běžné anizotropní materiály

Příklad:

M400-50A označuje pásovou ocel (plechy) pro elektrotechniku při tloušťce pásu nebo plechu s měrnými ztrátami nejvýše  $p_{1,5/50} = 4$  W/kg.

## Duplexní povlaky ocelových konstrukcí

Ing. Petr Strzyž - AČSZ; Ing. René Siostrzonek, Ph.D. - Rembrandtin s.r.o.

### Úvod

Protikorozi ochrana je velmi důležitou součástí výrobního procesu ocelových konstrukcí. Kromě dekorativní funkce je jejím hlavním účelem ochrana ocelového povrchu před působením korozních stimulatorů a následnou degradací povrchu. V praxi existuje celá řada metod, resp. technologií, které poskytují ocelovému povrchu dostatečnou protikorozi ochranu. Obsahem tohoto příspěvku je technologie ochrany ocelového povrchu ocelové konstrukce, duplexními povlaky, neboli kombinovanými povlaky, skládající se z žárově zinkovaného povlaku ponorem a povlaku nátěrových hmot.

### Duplexní nátěrové systémy

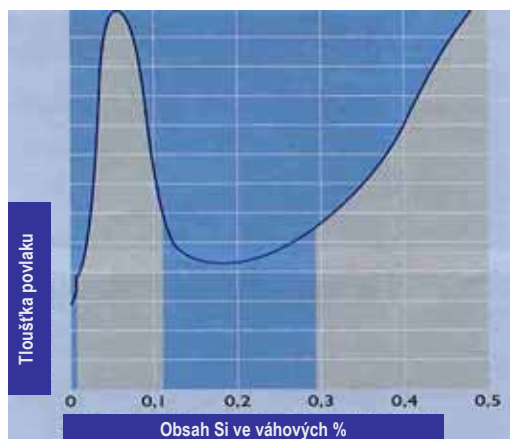
Jedním z důležitých duplexních systémů povrchových úprav jsou systémy z žárově zinkovaného povlaku ponorem a povlaku nátěrových hmot. Tato kombinace poskytuje ocelovému povrchu vysokou protikorozi ochranu i v oblastech s nejvyšším stupněm korozní agresivity prostředí. Abychom docílili vysoké protikorozi ochrany, je nutné dodržovat důsledně technologické postupy a doporučení norem, jak v procesu zhotovení povlaku žárově zinku, tak v následných procesech zhotovení nátěrových systémů.

### Zhotovení povlaku žárově zinkovaného ponorem

#### Volba materiálu a konstrukční řešení výrobku

Žárově zinkování kromě dodržování technologických postupů a norem, potřebuje ještě „technickou“ přípravu, která zajistí celému procesu bezproblémový průběh a výsledek. „Technickou“ přípravou se rozumí volba vhodného materiálu k žárově zinkování (ocel s odpovídajícím chemickým složením) a dodržení určitých konstrukčních zásad pro žárově zinkování.

Chemické složení oceli má podstatný vliv na konečnou tloušťku, vlastnosti a vzhled povlaku žárově zinku. Chemické složení oceli významně ovlivňuje reaktivitu železa se zinkem. Do uklidněných konstrukčních ocelí je jako dezoxidáční činidlo přidáván křemík, který (někdy za spolupůsobení fosforu) významně zvyšuje vzájemnou reaktivitu železa a zinku. Ze Sandelinova diagramu je zřejmé, že kritické obsahy křemíku jsou v intervalech mezi 0,03 až 0,12% Si a dále nad 0,30 % Si. Tyto obsahy křemíku mají za následek zvýšenou reaktivitu železa se zinkem a tloušťky povlaků žárově zinku u takových ocelí nabývají extrémních hodnot. Při volbě oceli pro žárově zinkování je proto nutné sledovat obsah křemíku v oceli a používat oceli s obsahem křemíku do 0,03 % nebo z intervalu 0,12 až 0,30 % Si.



Sandelinův diagram

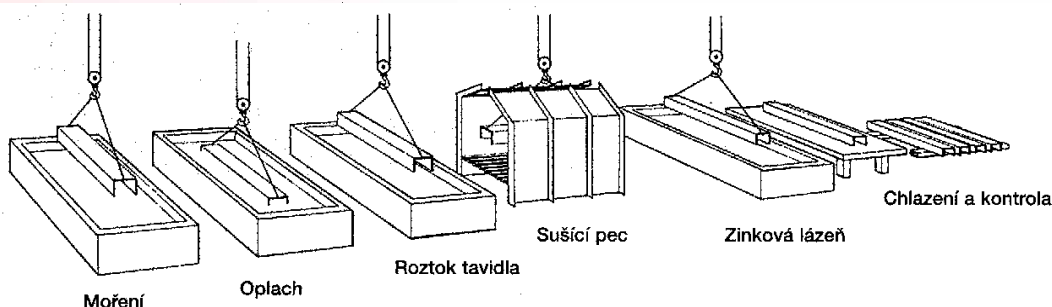
Provedení konstrukce pro žárově zinkování se do značné míry shoduje s tím, co platí pro praxi z hlediska přípravy výroby, svařování a konstruování obecně. Určité detaily při žárově zinkování však vyžadují zvláštní pozornost: velikost zinkovací vany, hmotnost konstrukce a otvory pro přívod a odvod lázní a vzduchu u součástí s vnitřními dutinami. Rozměry zinkovací vany omezují velikost konstrukce. Hmotnost konstrukce je limitována nosností manipulační techniky zinkovny. Žárově zinkování je druh protikorozi ochrany kovů, který chrání výrobky nejenom na jejich povrchu, ale také uvnitř. Aby bylo možné tyto plochy pozinkovat, je nutné zabezpečit přístup všech lázní, včetně zinkovací, a následně jejich vytečení. Ještě důležitější funkcí technologických otvorů je zabezpečení odvodu dutých částí výrobků, aby nedošlo k jejich roztržení a ohrožení bezpečnosti obsluhy zinkovací vany a poškození zařízení.

Směrnice a doporučení týkající se všeobecných zásad navrhování výrobků pro žárově zinkování uvádí norma ČSN EN ISO 14713-2 Zinkové povlaky – Směrnice a doporučení pro ochranu ocelových a litinových konstrukcí proti korozi – Část 2: Žárově zinkování ponorem.

Pro dosažení co nejlepšího výsledku při zinkování je vhodné ve fázi navrhování konstrukce konzultovat konstrukční řešení s žárovou zinkovnou, která bude danou konstrukci zinkovat.

## Technologie žárového zinkování

Povrch ocelových výrobků je nutno před samotným zinkováním upravit. Při znečištění barvou, struskou po svařování, tuky, oleji, okujemi je třeba v první řadě tyto nečistoty odstranit. Nečistoty nemastného charakteru, například tryskáním nebo broušením. Tuky a oleje se obvykle odstraňují v alkalických odmašťovacích roztocích. Rzi a okují je povrch zbavován mořením ve zředěné kyselině chlorovodíkové nebo sírové. Kyselina chlorovodíková je v tomto procesu používanější zejména z ekonomických důvodů, jelikož její účinnost moření je vysoká i při nižší teplotě (25 až 35 °C) a jejím použitím se snižují náklady na ohřev (moření v kyselině sírové probíhá za teplot 45–60°C). Před zanořením výrobků do lázně s roztaveným zinkem, kde teplota se nejčastěji pohybuje na hodnotě 450 °C, je nezbytné použít tavidlo. Účinkem tavidla dochází k rozpuštění oxidů, jak na ocelovém povrchu součástí, tak na povrchu roztaveného zinku. Tím je umožněn přímý kontakt čistých kovových povrchů obou kovů. V zásadě se používají dvě různé metody nanášení tavidla: mokrá a suchá způsob. Obě metody jsou z pohledu kvality a protikorozi ochrany povlaku rovnocenné. Více je využíván suchý způsob, jenž umožňuje vyšší stupeň hygieny práce a mechanizace procesu při žárovém zinkování.



Princip technologie žárového zinkování suchým způsobem

## Kontrola, zkoušky a opravy

Pro kusové zinkování jsou kvalitativní požadavky a zkušební metody uvedeny v normě ČSN EN ISO 1461 Zinkové povlaky nanášené žárově ponorem na ocelové a litinové výrobky – Specifikace a zkušební metody. Norma uvádí, že vzhled zinkového povlaku, jeho tloušťka, struktura a fyzikální i chemické vlastnosti jsou ovlivněny chemickým složením materiálu, tloušťkou stěny a podmínkami při zinkování. Měřítkem pro hodnocení kvality povlaku žárového zinku je obvykle jeho tloušťka a vzhled. Kontrola, měření a zkoušení se provádí přímo v žárových zinkovnách v rozsahu, který tato norma též uvádí.

## Žárové zinkování pro duplexní systém

Žárová zinkovna musí být zákazníkem informována, že na výrobek, který se bude zinkovat, bude následně aplikovaný nátěrový systém.

Kovově lesklý zinkový povrch se často považuje za dostatečně čistý k provedení nátěru. V mnoha případech tomu tak není a výsledkem může být selhání.

Z pohledu nanášení organického povlaku na čerstvě pozinkovaný povrch je vhodné, aby výrobek:

- Nebyl chlazen ve vodě. Chladicí voda je zřídka čistá. Různé soli se mohou usazovat na zinkovém povrchu a později zhoršovat nebo zcela znemožnit přilnavost nanášeného nátěru.
- Nebyl po vytažení ze zinku skladován v prostoru zinkovny. Ovzduší zde obsahuje větší nebo menší množství dýmu z tavidla (částice chloridu zinečnatého a amonného). Tyto částice ulpí na povrchu zinku a tvoří ve vodě snadno rozpustný film. Nátěr nanášený na tento film se vyznačuje výrazně sníženou přilnavostí.
- Nebyl při skladování nebo převážení ve venkovním prostředí vystaven vlhké atmosféře. Riziko kondenzace vlhkosti, která způsobuje vznik bílé rzi, je velké. Množství bílé rzi není v některých případech tak velké, aby bylo pozorovatelné prostým okem.
- Nebyl skladován více než šest hodin mezi zinkováním a aplikací nátěru. Doba je přirozeně závislá na tom, jak čistý a suchý je vzduch ve skladovacím prostoru.

„Čerstvý“ povrch zinku není tak čistý, jak by se podle jeho lesku zdálo. Tenké vrstvy olejů nebo tuků z rukavic, obuvi, nosných lan atd. mohou navíc ještě zvyšovat dojem lesklého a čistého povrchu. Výše uvedené nečistoty jsou v malé tloušťce průhledné a prostým okem nepozorovatelné.

## Zhotovení nátěru duplexního systému

### Příprava povrchu žárově zinkovaného ponorem před zhotovením nátěru

Velmi důležitou operací před zahájením přípravy povrchu je převzetí povrchu žárově zinkovaného ponorem. Účelem je posouzení, resp. kontrola povrchu, zda odpovídá všem parametrům kladených na jeho jakost. Hovoříme zde zejména o tom, zda se na povrchu nevyskytují nepřijatelné vady, zda tloušťka povlaku žárového zinku odpovídá specifikaci apod. Všechny tyto parametry lze nalézt v příslušných normách.

Pokud je povrch žárového zinku v souladu s doporučením normy, popř. s doporučením technicko-kvalitativních podmínek, lze přistoupit k operaci přípravy povrchu před aplikací nátěru duplexního systému. Pro dosažení co nejvyšší životnosti nátěrového systému se jako přípravu povrchu volí lehké otryskání, tzv. sweeping. Účelem je odstranění korozních produktů zinku (bílá rez) a umožnění ukotvení následujících vrstev nátěru do povrchu se zvýšenou drsností. Aby v průběhu tryskání nedošlo k poškození zinkového povlaku, je nutné správně zvolit technologii tryskání, parametry tryskání, použité abrazivo a v neposlední řadě zde velkou roli hraje také zkušenost pracovníka provádějícího tryskání. Povrch po lehkém otryskání by měl vykazovat stejnoměrný matný vzhled. Drsnost povrchu a minimální zbytková tloušťka, resp. maximální úbytek zinku, musí být předem odsouhlaseny zainteresovanými stranami.

### Nátěrové systémy, zhotovení nátěru duplexního systému

Při volbě nátěrů duplexního systému je nutné si uvědomit, že ne každá základní nátěrová hmota je vhodná pro povlak žárového zinku. Z tohoto důvodu vždy doporučujeme kontaktovat zástupce dodavatele nátěrových hmot. Například ze sortimentu společnosti Rembrandtín, s.r.o. jsou určeny pro tento účel některé z těchto materiálů:

- **RemAqua LAC Primer** – jednosložková vodouředitelná akrylová nátěrová hmota, která je schválena jako základní nátěr v systému pro žárově zinkované stožáry v Rakousku,



- **Rem 61Primer** – dvousložková epoxidová nátěrová hmota vhodná i na hliníkové povrchy,
- **Remoplast MSR Primer** – dvousložková epoxidová nátěrová hmota, nátěr schválený jako základní nátěr v systému s polyuretanovou vrchní nátěrovou hmotou Remoplast UVC Glimmer na žárově zinkované povrchy ponorem dle TKP 19 B.

Zhotovení samotného nátěru je proces, jehož základním cílem je dosažení nátěrového systému vysoké kvality, předepsaných parametrů a s dlouhou životností. Abychom toho docílili, je nutné v celém procesu dodržovat určitá základní pravidla, postupy, doporučení norem apod., mezi které patří zejména:

- interval mezi tryskáním (sweeping) a aplikací základního nátěru musí být co nejkratší,
- před aplikací základního nátěru je nutné odstranit zbytky tryskacího média ofoukáním, ometením nebo jinou vhodnou metodou,
- příprava nátěrových hmot a aplikační podmínky musí být v souladu s technickými listy nebo ve speciálních případech s doporučením zástupce dodavatele nátěrových hmot,
- aplikace pásových nátěrů,
- dodržování intervalů přetřítelnosti používaných nátěrových hmot,
- během aplikace nátěru provádět kontrolní měření mokrého filmu hřebenovými měrkami,
- kontrola a dodržování doporučených klimatických podmínek,
- měření finální suché tloušťky nátěru a jejich dalších parametrů.

Všechna uvedená pravidla představují určité zvýšení celkových nákladů na zhotovení nátěrového systému, ale ve srovnání s náklady vynaloženými na případné reklamační řízení a obchodní ztráty, způsobené nedůvěrou klientů, jsou zanedbatelné.

## Oprava duplexního systému

Ve výrobním závodě nebo na stavbě dochází vlivem manipulace, montáže apod. k poškození duplexního systému. Všechny tyto vady, pokud nejsou opraveny, výrazným způsobem snižují celkovou životnost duplexního systému, neboť v těchto místech bude docházet přednostně ke vzniku koroze.

Vady duplexního systému lze rozdělit do tří skupin:

1. vady duplexního systému až na podkladový ocelový povrch,
2. vady duplexního systému až na povlak žárového zinku,
3. povrchové vady nátěru duplexního systému.

### Vady duplexního systému až na podkladový ocelový povrch

Norma ČSN EN ISO 1461 v kapitole 6.3 uvádí doporučený postup opravy povlaku žárového zinku. Opravu lze provést žárovým stříkáním zinku nebo nanesením vhodného nátěru obsahujícího pigment z práškového zinku, popř. vhodným povlakem ze zinkových mikrolamel nebo zinkovou pastou. K opravě lze použít i pájku ze slitiny zinku.

Technologicky nejpříjatelnějším způsobem opravy duplexního systému ocelových konstrukcí je oprava pomocí vhodných nátěrových hmot. Specifikaci opravného nátěrového systému doporučujeme konzultovat se zástupcem dodavatele nátěrových hmot a zinkovny.

Min. požadavkem na přípravu povrchu před aplikací opravného nátěru je ruční nebo mechanizované očištění povrchu na stupeň čistoty povrchu St 3 s hladkým a plynulým přechodem do neporušeného okolního povlaku s následující aplikací opravného nátěrového systému.

### Vady duplexního systému až na povlak žárového zinku

Při poškozeném nebo vadném nátěru až na povlak žárového zinku doporučujeme provést ruční nebo mechanizované očištění povrchu na stupeň čistoty povrchu P St 3 s hladkým a plynulým přechodem do neporušeného okolního nátěru, následně provést ruční nátěr štětcem/válečkem na požadovanou tloušťku vhodnými nátěrovými hmotami dle specifikace daného systému.

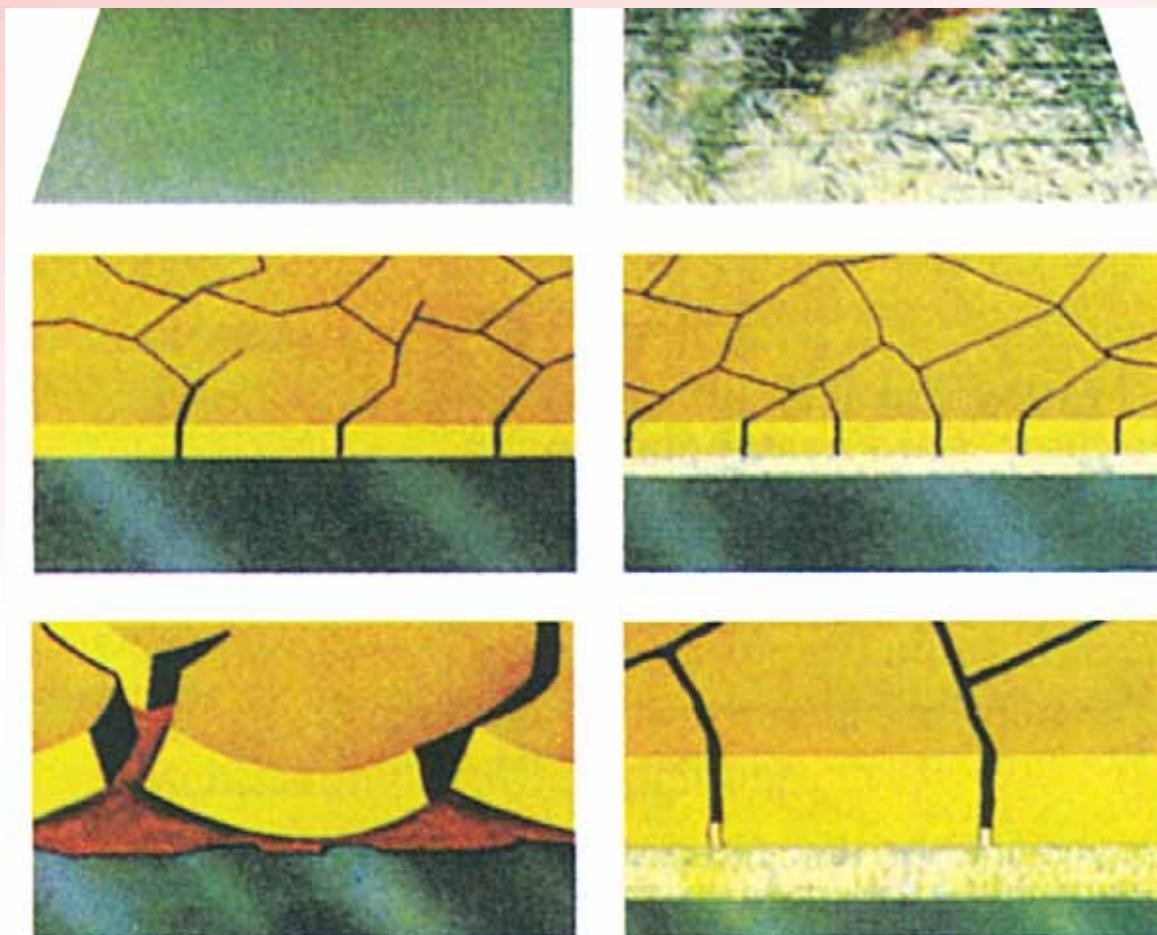
### Povrchové vady nátěru duplexního systému

Povrchové poškození a vady doporučujeme opravit přebroušením smirkovým plátnem s pozvolným a hladkým přechodem do neporušeného okolního nátěru, následně provést ruční nátěr štětcem/válečkem na požadovanou mikronovou tloušťku nátěrovými hmotami dle specifikace daného systému.

### Životnost duplexního systému

Duplexní systém má zpravidla mnohem delší životnost než jeden i druhý povlak samostatně. Hovoříme zde o synergickém efektu, kdy životnost duplexního systému se uvádí jako 1,5 až 2,3 násobek součtu životností obou systémů. Hodnotu násobku určí prostředí, ve kterém výrobek bude plnit svou funkci.

Na schematické obrázku je znázorněno, jak: vlevo – mikrotrhlínky v nátěrovém systému vytvářejí na oceli předpoklady pro podkorodování a odlupování; vpravo – mikrotrhlínky v nátěrovém systému na pozinkovaném materiálu se zaplní korozními produkty zinku, které mají menší objem než rez na oceli, a nezpůsobují proto odlupování.



## Závěr

V poslední době vzrůstají požadavky investorů na zvýšenou protikoroziní ochranu zajišťující delší životnost ocelových konstrukcí v různých odvětvích průmyslu. Kombinace povlaku žárového zinku a povlaku nátěrového systému může být jednou z nevyhodnějších a cenově nejpřístupnějších metod. I když se v počáteční fázi investic může zdát cena za duplexní systém příliš vysoká, praxe a doba životnosti povlaku bez nutnosti dalších investic do údržbových nátěrů, nás přesvědčí o opaku. Také ochrana životního prostředí je zřejmá, kdy podíl použitých rozpouštědel za dobu životnosti výrobku chráněným duplexním systémem je daleko nižší, než při použití běžných nátěrových hmot s pravidelně prováděnými údržbovými nátěry.

## Detekce mastných nečistot v praxi

Lukáš Pacák, Jan Kudláček - Ústav strojírenské technologie FS ČVUT v Praze

Povrchy všech materiálů, musí být před aplikací povrchové úpravy zbaveny všech nečistot, které zhoršují kvalitu její aplikace. Nekvalitní předúprava povrchu se může projevit bezprostředně po dokončení povrchové úpravy, ale i po čase, který potřebují aktivní nečistoty k vytvoření energie, dostačující k porušení celistvosti a přilnavosti povrchové úpravy.

Povaha znečištění povrchu je charakteru bez chemického spojení nebo s chemickým spojením. Bez chemického spojení to jsou především mastnoty, ale i grafit, prach, zbytky brusných a leštících prostředků, zbytky kovů po předchozích mechanických úpravách, slévárenský písek, anorganické soli a jsou na povrchu udržovány pouze fyzikálními silami. Jsou mnohdy těžko rozpoznatelné, avšak je nezbytné jejich odstranění. Další skupinu znehodnocení povrchu tvoří zplodiny chemických přeměn povrchu, tedy s chemickým spojením. Především po tepelném zpracování, např. okuje nebo rez.

Jedna z nejdůležitějších operací ovlivňující kvalitu povrchově upravovaných součástí jsou procesy předúpravy povrchu především operace odmašťování. Problematice technologií předúpravy před aplikacemi technologií povrchových úprav se mnohdy nepřikládá taková důležitost jako technologiím zhotovení povlaků. Nedokonalá technologie předúpravy povrchu a to především odmaštění způsobuje závady a chyby u povrchových úprav. Důvodem je i nedostatečnost ve způsobech měření kvality odmaštění a čistoty povrchu.

Pro stanovení stupně čistoty upravovaných součástí existuje řada metod. Metody pro stanovení stupně čistoty povrchu či čistící schopnosti používaných způsobů a přípravků čištění je možno rozdělit na metody přímé a metody nepřímé. Přímé metody slouží k detekci zamaštění přímo na analyzovaných součástech s okamžitým výsledkem, a jsou proto vhodnější pro praktické využití. Oproti přímým metodám jsou nepřímé metody méně prakticky použitelné, protože využívají k detekci nečistoty proces mimo měřenou součást. Jedná se např. o proces použití kontrolního rozpouštědla, které extrahuje podíl kontaminujících látek z povrchu měřené součásti a podíl znečištění se následně z použitého rozpouštědla analyzuje.

Do přímých metod patří i detekce zamaštění, která využitím přirozené vlastnosti mastnot – fluorescence – velmi přesně dokáže odhalit znečištění, ale i přesně změřit množství mastnoty resp. nečistoty. Tato detekce zamaštění spočívá ve vyvolání a vyhodnocení fyzikálního jevu fluorescence. Tento způsob měření poskytuje výsledky hodnot kvality odmaštění dle potřeby povrchových úprav i dalších oborů.

Za účelem měření znečištění povrchu, byl vyvinut firmou Techtest, s.r.o. ve spolupráci s Ústavem strojírenské technologie FS ČVUT prototyp přístroje pro bezkontaktní detekce zamaštění. Toto zařízení přináší zcela nové možnosti měření mastnoty, které nebylo možné do této doby změřit a hlavně vizuálně dokumentovat. Přístroj nese název Recognoil – viz obr. 1

Nastavení přístroje se provádí na konkrétní druh mastnoty hmotnostní metodou. Tato metoda definuje hmotnost úplně mastnoty na povrchu a ve srovnání s naměřenou hodnotou pomocí detekce zamaštění definuje i velmi přesné kvantitativní výsledky. Příklad výsledku kalibrace je na obr. 2.



Obr. 1 – Recognoil – přístroj pro optoelektronickou detekci znečištění povrchu – zejména mastnoty



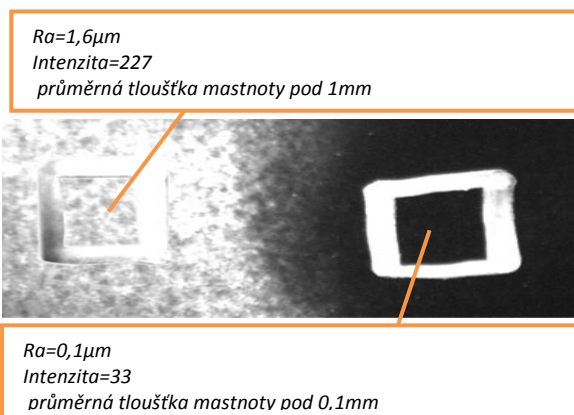
Obr. 2 – Výsledek kalibrace přístroje optoelektronické metody zamaštění

Zjišťování kvality odmaštění závisí nejenom na vlastnostech vlastního znečištění – tedy např. vlastností mastnoty, ale i na vlastnostech povrchu, na kterém je ulpělá mastnota. Jedním z nejvýznamnějších vlastností povrchu ovlivňující zamaštění je jeho drsnost. Vyšší drsnost povrchu způsobuje vyšší obsah na povrchu (větší plocha, kde se může mastnota zachytit). Praktický příklad rozdílné drsnosti, ale stejné koncentrace zamaštění je na obr. č. 3. Dalšími faktory ovlivňující množství ulpělé mastnoty na povrchu jsou tvar drsnosti (aperiodický / periodický), povrchové napětí povrchu (substrátu), povrchové napětí mastnoty, viskozita zamaštění, a další. Tyto vlastnosti ovlivňují velikost zamaštění  $G_a$  povrchu mastnotou. Definuje je komplexní empirický vztah:

$$G_a = f(R_a, S_{apt}, \sigma_{sub}, \sigma_{mt}, v_{mt}, x_i),$$

kde jednotlivé proměnné jsou:

- $G_a$  – velikost (hodnota) zamaštění
- $R_a$  - drsnost (jako reprezentanta drsnosti byla použita střední aritmetická úchylka profilu -  $R_a$ )
- $S_{apt}$  - tvar drsnosti (aperiodický, periodický, popř. se speciálním tvarem – např. princip lotosového listu)
- $\sigma_{sub}$  - povrchové napětí substrátu (povrchu)
- $\sigma_{mt}$  - povrchové napětí látky pro zamaštění
- $v_{mt}$  - viskozita látky pro zamaštění
- $x_i$  - další vlivy, s minoritním vlivem než jsou výše uvedené



Obr. 3 – Různě velké lokální zamaštění o stejné koncentraci nečistoty na vzorku plechu, avšak s dvěma odlišnými velikostmi drsností – měřeno zařízením Recognoil (Techtest, s.r.o.)

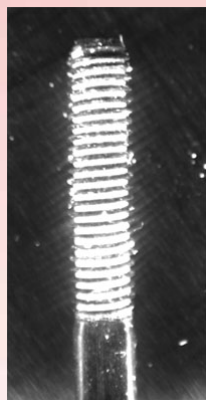
Z výše uvedeného vyplývá, že pro odmašťování součástí, které vykazují vyšší drsnost, je potřeba i vyšší doby omašťování nebo stejné doby, ale vyšší účinnosti odmašťovací lázně.

V rámci testování přístroje byly provedeny experimenty, kdy byly zjišťovány závislosti velikosti zamaštění na drsnosti povrchu. Např. byly měřeny tryskané vzorky s různými drsnostmi v rozmezí od  $R_a = 1,3 \mu m$  do  $5 \mu m$ . Zamaštění o stejné koncentraci vykazovalo značné rozdíly mezi nejvyšší a nejnižší drsností. Konkrétně při drsnosti  $R_a = 1,3 \mu m$ , ulpělo na vzorku 8x méně mastnoty, než na témže vzorku, ale s drsností  $R_a = 5 \mu m$ . Vizuální porovnání obou extrémů je na obr. 4.

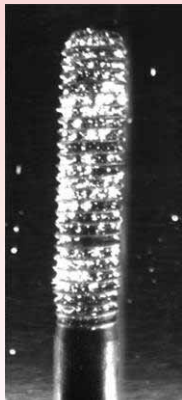


Obr. 4 – Porovnání velikosti zamaštění stejnou koncentrací mastnoty na vzorcích plechu s odlišnou drsností – měřeno zařízením Recognoil (Techtest, s.r.o.)

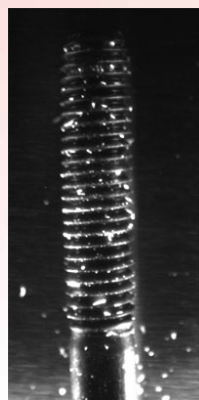
Výše uvedené experimentální měření bylo provedeno zařízením Recognoil, které měří množství zamaštění díky fluorescenční povaze mastnoty. Zařízení lze s výhodou použít i pro měření účinnosti odmašťování viz obr. 5.



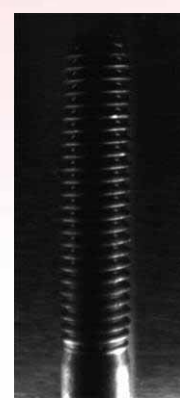
před odmaštěním



po 30 s v ultrazvukové odmašťovací lázni (40°C, odm. lázeň Simple Green)



po 60 s v ultrazvukové odmašťovací lázni (40°C, odm. lázeň Simple Green)



po 90 s v ultrazvukové odmašťovací lázni (40°C, odm. lázeň Simple Green)

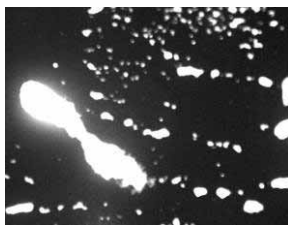
**Obr. 5 – Šroub – snímky ulpělé mastnoty v jednotlivých stádiích odmašťování**

Zařízení Recognoil je unikátní přístroj nejenom pro měření zamaštění resp. odmaštění, ale všude tam, kde je nutné vyhodnotit množství znečišťující látky přítomné na měřené součásti. Ačkoliv přístroj detekuje fluorescenci, není omezeno měření pouze na látky fluorescenční povahy. Pro měření nefluorescenční látky je možné přidat fluorescenční barvivo, které umožní vyhodnocení. Příklad použití fluorescenčního barviva – např. Fluorescent – je na obr. 6.

Bez přídavného barviva



S přídavným barvivem Fluorescent

**Obr. 6 – Fotografie pořízené přístrojem Recognoil bez přídavku barviva Fluorescein a s přídavkem****Obr. 7 - Měřicí pracoviště optoelektronické detekce mastnoty**

Na základě provedených experimentálních měření zbytkových zamaštění na vzorcích s různými drsnostmi byly definovány následující vztahy:

$$Ra = \frac{H_{\max} \cdot G_a}{G_{\max}} [\mu\text{m}], \text{ kde:}$$

Ra	hodnota střední aritmetické drsnosti
G <sub>max</sub>	maximální intenzita zamaštění
G <sub>a</sub>	změřená intenzita zamaštění
H <sub>max</sub>	maximální tloušťka resp. výška ulpělého oleje dosažená při kalibraci

$$G_a = \frac{V_{\text{oleje}} \cdot G_{\max}}{S_{\text{vzorku}} \cdot H_{\max}} [1], \text{ kde:}$$

G <sub>a</sub>	míra zamaštění
V <sub>oleje</sub>	objem ulpělého oleje
S <sub>vzorku</sub>	obsah plochy vzorku, kde je ulpělý olej
H <sub>max</sub>	maximální změřitelná tloušťka ulpělého oleje dosažená při kalibraci přístroje
G <sub>max</sub>	maximální intenzita zamaštění

Přístroj pro detekci zamaštění je modulární, a proto ho lze velmi jednoduše zakomponovat do jakékoliv fáze kontroly předúprav povrchu před aplikací povrchové nebo jiného procesu detekce fluorescenční látky. Přístroj může být jak stacionární – např. ve výrobní lince, tak mobilní – např. pro použití v terénu. Přístroj najde uplatnění nejenom v průmyslu, ale i v ostatních technických oborech díky uživatelsky přátelské obsluze, modulárnímu řešení, jednoduché kalibraci, ale zejména díky velmi přesným kvalitativním a kvantitativním výsledkům.

## Použití literatura:

1. Pacák, L. - Kudláček, J.: The Calibration of a Device Used for the Detection of Surface Cleaness, In: CO-MAT-TECH 2005. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2005, p. 133. ISBN 80-227-2286-3.
2. Kudláček, J. - Pacák, L.: Nové možnosti vyhodnocování procesu odmašťování, In: Sborník příspěvků konference Technologické fórum 2010 [CD-ROM]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010, ISBN 978-80-01-04586-2.
3. Kudláček, J. - Bureš, J. - Válová, M. - Kreibich, V.: Problematika předúprav povrchů - část I. Nečistoty, In: Povrchové úpravy [online]. 2007, roč. 4, č. 2, Internet: www.povrchovauprava.cz. ISSN 1801-707X.
4. Kudláček, J. - Bureš, J. - Válová, M. - Kreibich, V.: Problematika předúprav povrchů - část II. Fyzikální jevy a mechanické předúpravy, In: Povrchové úpravy [online]. 2007, roč. 4, č. 3, Internet: www.povrchovauprava.cz. ISSN 1801-707X.
5. Kudláček, J. - Kreibich, V.: Sledování účinnosti odmašťovacích procesů, In: Povrchové úpravy materiálů. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2007, s. 88-96. ISBN 978-80-227-2696-2.
6. Kudláček, J. - Chábera, P. - Barisic, B.: New possibilities of degreasing process evaluation, In: Proceedings of International Conference on Innovative Technologies IN-TECH. Jaroměř: Centrum pro povrchové úpravy, 2010, p. 624-627. ISBN 978-80-904502-2-6.

## „Černá a bílá“ v podání galvanizérů

Ing. Vladislava Ostrá, Solid Galvanotechnik s.r.o.

### Úvod

V galvanotechnice se často hovoří o černém nebo bílém povlaku. Ve skutečnosti se ale jedná o různé odstíny kovově šedé (místo černé) a stříbrné (místo bílé). Tím je galvanotechnika trochu limitovaná v porovnání s ostatními povrchovými úpravami.

Pro hodnocení odstínů galvanicky vytvořeného povlaku má největší význam světlost  $L^*$  ze systému CIELAB. Hodnoty světlosti  $L^*$  se pohybují v rozsahu 0 až 100, kde hodnota 0 charakterizuje černý odstín a hodnota 100 bílý odstín.

### Černé povlaky

Černé povlaky lze v galvanotechnice vytvořit různými metodami a to jak u „neušlechtilých“, tak „ušlechtilých“ kovů. Jedním z nejčastějších způsobů je vytvoření černého chromátu na galvanicky vyloučeném povlaku zinku nebo vytvoření povlaku černého niklu. Zatímco černý chromát nemusí poskytovat dostatečně luxusní vzhled povrchu, aplikace černého niklu je limitována jeho vlastnostmi (křehkost, malá odolnost proti otěru).

Tyto problémy mohou řešit povlaky černého rhodia nebo ruthenia. Jedná se o vzhledově velmi kvalitní odolné povlaky, které nepodléhají poškození tak, jako např. nikl.

### Rhodium

Povlaky černého rhodia jsou tvrdé (až 800 HV 0,05) a mají vysokou odolnost proti otěru. Díky dobré korozní odolnosti je lze použít jak pro dekorativní (šperky), tak pro technické aplikace (elektrotechnika). Dosažitelná světlost  $L^*$  se pohybuje mezi 50 – 60. Nevýhodou rhodiovacích lázní je vysoká a často se měnící cena rhodia na burze (za posledních 8 let se cena pohybovala mezi 30 a 230 EUR za g). Podobně jako např. u lázní pro černé niklování není možné nastavit přesně úroveň odstínu výsledného povlaku.

Lázně pro (černé) rhodiování jsou jedním ze stěžejních produktových pilířů společnosti Umicore. Pro černé rhodiování je určená lázeň Rhoduna<sup>®</sup> 275. Jedná se o kyselou lázeň pro tamponové (selektivní) pokovování.

Tab. 2 Pracovní parametry a běžně dosažitelná tloušťka povlaku černého rhodia

Parametry	Jednotky	Černé rhodiování
Hodnota pH lázně	[1]	< 1
Proudová hustota	[A.dm <sup>-2</sup> ]	1
Pracovní teplota	[°C]	20 – 40
Tloušťka povlaku	[μm]	0,1

### Ruthenium

Modernější metodou jak vytvořit vzhledově perfektní odolný a co nejtmavší povlak je černé rutheniování. Povlaky černého ruthenia mají stejně dobrou odolnost proti otěru jako povlaky rhodia. Na rozdíl od rhodia je ale ruthenium výrazně levnější (v závislosti na burzovních cenách až o 90 %). Další výhodou je možnost nastavení odstínu černého ruthenia pomocí černicí přísady, světlost  $L^*$  výsledného odstínu může být tmavší než u rhodiových nebo niklových povlaků. Rozsah světlosti je mezi 40 – 65. Nevýhodou ruthenia je jeho křehkost při větších tloušťkách povlaku, proto je maximální tloušťka vyloučených povlaků omezena do 2 μm. U lázní s nastavitelným odstínem je nutné počítat s poklesem vylučovací rychlosti s rostoucím obsahem černicí přísady (viz Tab. 4).

Tab. 1 Hodnoty světlosti vybraných „černých“ galvanických povlaků ruthenia.

Povlak	Světlost $L^*$
Ruthuna <sup>®</sup> 477	40
Ruthuna <sup>®</sup> 475	50
Rhoduna <sup>®</sup> 275	50 – 60
Ruthuna <sup>®</sup> 490	63 – 65

Společnost Umicore má k dispozici hned několik typů lázní pro černé rutheniování, například:

Ruthuna<sup>®</sup> 279 je kyselá lázeň určená pro tamponové pokovování. Dosažitelná světlost se pohybuje kolem 50.

Ruthuna<sup>®</sup> 475 je kyselá lázeň vytvořená speciálně pro malé zákazníky - zlatníky, kteří pokovují v kádinkách. Dosažitelná hodnota světlosti  $L^*$  je kolem 50.

Ruthuna<sup>®</sup> 479 je kyselý elektrolyt vhodný jak pro závěsové, tak pro bubnové pokovování. Pomocí černicí přísady lze dosáhnout hodnot světlosti L\* až 40, jedná se tak o nejtmaší černý galvanický povlak.

Ruthuna<sup>®</sup> 490 je neutrální lázeň. Díky tomu lze povlak ruthenia vylučovat přímo na slitinách mědi nebo niklu bez nutnosti drahých mezivrstev zlata nebo palladia. Hodnota světlosti L\* těchto povlaků je 63 – 65.

Tab. 3 Pracovní parametry a běžně dosažitelné tloušťky černých povlaků ruthenia

Parametry	Jednotky	Ruthuna <sup>®</sup> 279	Ruthuna <sup>®</sup> 475	Ruthuna <sup>®</sup> 479	Ruthuna <sup>®</sup> 490
Hodnota pH lázně	[1]	1	1	1,2	7 – 9
Proudová hustota	[A.dm <sup>-2</sup> ]		1,5	1,5	1,0
Pracovní teplota	[°C]	20 – 40	65	65	65
Tloušťka povlaku	[µm]	0,02 – 0,05	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,3
Obsah ruthenia	[g.l <sup>-1</sup> ]	2	2	5	2



Obr. 1 Využití černého ruthenia na koupelnových doplňcích (vlevo) a špercích (vpravo)

Tab. 4 Vliv černicí přísady rutheniových lázní na výsledný odstín a vylučovací rychlost povlaku

Černicí přísada [ml/l]	Světlost L*	Vylučovací rychlost [µm/min]
0	75	0,14 – 0,17
10	60 – 65	0,12 – 0,16
15	55 – 59	0,10 – 0,14
20	51 – 54	0,08 – 0,12
25	40 – 50	0,07 – 0,11

## Bílé povlaky

Bílé (brilantní) povlaky lze vytvořit jak pomocí neušlechtilých, tak i ušlechtilých kovů. v oblasti běžných lázní je to např. niklování, chromování, cínování nebo slitinové povlaky (Cu-Sn). Vzhledem k vysokým nárokům na světlost povlaku, hlavně v dekorativní oblasti, je mnohem častější využití ušlechtilých kovů. Hodnoty světlosti vybraných povlaků jsou uvedeny v Tab. 5.

Tab. 5 Hodnoty porovnání světlosti vybraných „bílých“ galvanických povlaků

Povlak	Světlost L*
Stříbro	96 – 98
Rhodium	86 – 90
Platina	83 – 84
Palladium	83 – 85
Nikl	82
Ruthenium	75
Černé ruthenium	40 – 60

## Rhodium

Povlaky rhodia jsou svým vzhledem nejpodobnější povlakům stříbra, ale na rozdíl od stříbra nečernají a nenabíhají (nežloutnou). Mají vynikající odolnost proti korozi a odolnost proti otěru. Z technologického hlediska mají malý elektrický odpor. Nevýhodou rhodia je ale jeho vysoká cena.

V nabídce společnosti Umicore jsou lázně vhodné pro technické i dekorativní aplikace (Rhoduna<sup>®</sup> TD), lázně pro dekorativní aplikace (Rhoduna<sup>®</sup> J1) i lázně pro čistě technické aplikace (Rhoduna<sup>®</sup> T). Tyto lázně jsou vhodné jak pro závěsové, tak bubnové technologie.

Novinkou v oblasti rhodiování je lázeň Rhoduna – Alloy<sup>®</sup> společnosti Umicore. Ve složení lázně je část (drahého) rhodia nahrazena (levnějším) rutheniem. Maximálně nahraditelná část rhodia rutheniem je 20 % (aby zůstal zachován vzhled podobný povlaku čistého rhodia). Finanční úspory v porovnání s čistým povlakem rhodia mohou činit až 20 %, v závislosti na aktuálních cenách rhodia a ruthenia na burze. Některé vlastnosti povlaku zůstávají v porovnání s čistým rhodiem stejné (vzhled, světlost). Dosažitelná světlost L\* je kolem 88,5. Podíl ruthenia naopak zvyšuje odolnost proti otěru v porovnání s čistým rhodiem.

Tab. 6 Porovnání pracovních podmínek „bílých“ rhodiovacích lázní společnosti Umicore.

Parametry	Jednotky	Rhoduna <sup>®</sup> TD	Rhoduna <sup>®</sup> J1	Rhoduna <sup>®</sup> T	Rhoduna - Alloy <sup>®</sup>
Hodnota pH lázně	[1]	< 1	< 1	< 1	kyselá, bez kontroly
Proudová hustota	[A.dm <sup>-2</sup> ]	1,0	1	1,0	3 – 5
Pracovní teplota	[°C]	40	20 – 40	35 – 45	40 – 50
Tloušťka povlaku	[µm]	0,5	0,3	max. 3	1
Obsah rhodia	[g.l <sup>-1</sup> ]	2	2	5	1,6 (poměr Rh:Ru = 4:1)

## Platina

Platinové povlaky nachází využití hlavně v dekorativních aplikacích, např. šperky, koupelnové doplňky a psací potřeby. Platinové povlaky jsou vzhledově velmi podobné těm rhodiovým, dají se ale vyloučit ve větších tloušťkách. Nevýhodou je jejich nižší tvrdost (cca 500 HV) a také nižší odolnost proti otěru (cca 3,5 mg/1000 zdvihů) v porovnání s rhodiovými povlaky (cca 900 HV a cca 2 mg/1000 zdvihů).

V nabídce společnosti Umicore je nyní nově i lázeň Platuna – Alloy<sup>®</sup>. Princip této lázně je stejný jako u Rhoduna – Alloy<sup>®</sup>, část obsahu platiny v lázni se nahradí levnějším rutheniem. Maximální procento nahrazení platiny činí 50 %. Vzhled povlaku zůstává stejný jako u čisté platiny. Dosažitelná světlost povlaku L\* je mírně vyšší (84 – 86). Povlak Platuna – Alloy<sup>®</sup> má vyšší odolnost proti otěru než povlak čisté platiny.

Tab. 7 Porovnání pracovních podmínek platinovacích lázní společnosti Umicore.

Parametry	Jednotky	Platuna <sup>®</sup> K	Platuna <sup>®</sup> N1	Platuna - Alloy <sup>®</sup>
Hodnota pH lázně	[1]	1,5	< 1	< 1
Proudová hustota	[A.dm <sup>-2</sup> ]	1,0	1,5	3 – 5
Pracovní teplota	[°C]	30 – 50	25 – 40	30 – 40
Tloušťka povlaku	[µm]	1	1	1
Obsah platiny	[g.l <sup>-1</sup> ]	6	2	1 (poměr Pt:Ru = 1:1)



Obr. 2 Využití slitinového povlaku Platuna – Alloy<sup>®</sup> ve šperkařství

## Závěr

Galvanické černé a bílé povlaky nejsou při měření a objektivním posouzení odstínů tak docela černé a bílé. V porovnání s povlaky vytvořenými ostatními povrchovými úpravami je tento jejich handicap ještě výraznější. Poskytují ale možnost, jak vytvořit kovové lesklý šedý až antracitově černý nebo stříbrný kovový povlak, který dodá každému náročnému výrobku nádech luxusu a vysoké parametry.

## Centrum pro povrchové úpravy CTIV – Celoživotní vzdělávání

CTIV a Fakulta strojní ČVUT v Praze ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy, nabízí technické veřejnosti, pro školní rok 2011 – 2012, v rámci programu Celoživotního vzdělávání studijní program

### POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ

**Od 21. února 2012 bude zahájen další běh studia, do kterého je možné se ještě přihlásit.**

V rámci programu Celoživotního vzdělávání na ČVUT v Praze na Fakultě strojní se připravuje pro velký zájem další běh dvousemestrového 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 získat i na základě tohoto studia potřebnou certifikaci v oblasti protikorozních ochrany a povrchových úprav.

**Způsobilost v tomto oboru je možno prokázat akreditovanou kvalifikací a certifikací podle standardu APC Std-401/E/01 „Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozní ochrany“, který vyhovuje požadavkům normy EN 12837.**

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



## Korozní inženýr.

Podrobné informace včetně učebních plánů a přihlášky ke všem formám studiu je možno získat na adrese: **Fakulta strojní ČVUT v Praze, Centrum technologických informací a vzdělávání**

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Technická 4, 166 07 Praha

Tel: 224 352 622, Mobil: 605 868 932

**E-mail:** [Jan.Kudlacek@fs.cvut.cz](mailto:Jan.Kudlacek@fs.cvut.cz); [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

**Info:** [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)

## Centrum pro povrchové úpravy v rámci vzdělávání v oboru povrchových úprav dále připravuje.

Na základě požadavků firem a jednotlivců na zvýšení kvalifikace a rekvalifikace pracovníků a především zvýšení kvality povrchových úprav je možné se přihlásit na:

Kurz pro pracovníky práškových lakoven  
„Povlaky z práškových plastů“ - předpokládaný termín zahájení březen 2012

Kurz pro pracovníky žárových zinkoven  
„Žárové zinkování“

Kurz pro pracovníky galvanických procesů  
„Galvanické pokovení“ - předpokládaný termín zahájení duben 2012

Kurz pro pracovníky lakoven  
„Povlaky z nátěrových hmot“

Kurz pro metalizéry  
„Žárové nástřiky“

Kurz zaměřený na protikorozní ochranu a povrchové úpravy ocelových konstrukcí  
„Povrchové úpravy ocelových konstrukcí“

Rozsah jednotlivých kurzů: 42 hodin (6 dnů)

Zahájení jednotlivých kurzů dle počtu přihlášených (na jeden kurz min. 10 účastníků)

Podrobnější informace rádi zašleme.

Email: [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

## V případě potřeby jsme schopni připravit školení dle požadavků firmy.

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

### Odborné akce



#### 38. konference s mezinárodní účastí

#### Projektování a provoz povrchových úprav

7. - 8. března 2012 v hotelu Pyramida, Praha 6

Informace:

PhDr. Zdeňka JELÍNKOVÁ, CSc. - PPK

Korunní 73

130 00 PRAHA 3

Tel./Fax: 224 256 668

e-mail: [jelinkovazdenka@seznam.cz](mailto:jelinkovazdenka@seznam.cz)

[www.jelinkovazdenka.euweb.cz](http://www.jelinkovazdenka.euweb.cz)



# Společnost pro technické vzdělávání

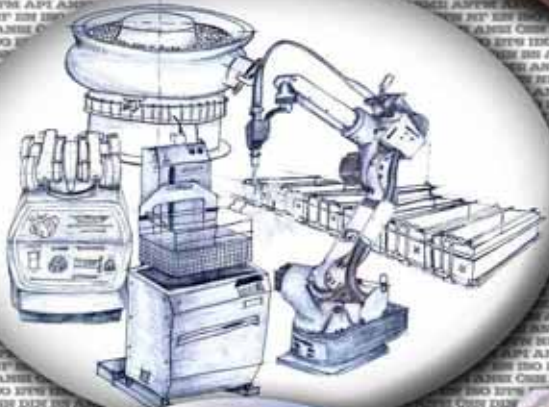
poráda

24.4. - 25.4. 2012

Hotel zámek Čejkovice

# KVALITA VE VÝROBE

5. odborný seminář



ve spolupráci

BVV



Veletrhy Brno

MM Průmyslové spektrum

Technický týdeník

KONSTRUKCE

## 43. Mezinárodní konference o nátěrových hmotách

pod odbornou záštitou  
Oddělení nátěrových hmot a organických  
povlaků  
Fakulty chemicko-technologické  
Univerzity Pardubice

Dům kultury Dukla, Pardubice



14. – 16. května 2012

**Kontaktní adresa:**

prof. Ing. Andrea Kalendová, Dr.  
Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Studentská 573  
532 10 Pardubice  
telefon: 466 037 277  
466 037 272  
e-mail: andrea.kalendova@upce.cz



3. mezinárodní veletrh technologií  
pro povrchové úpravy



**10.–14. 9. 2012**  
**Brno – Výstaviště**

[www.bvv.cz/profintech](http://www.bvv.cz/profintech)

Veletrhy Brno, a.s.  
Výstaviště 1  
647 00 Brno  
tel.: +420 541 352 926  
fax: +420 541 353 044  
e-mail: profintech@bvv.cz  
[www.bvv.cz/profintech](http://www.bvv.cz/profintech)

**BVV**  
  
**Veletrhy  
Brno**

## Ceník inzerce na internetových stránkách [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz) a v on-line odborném časopisu POVRCHÁŘI

### Možnost inzerce

- Umístění reklamního banneru
- Umístění aktuality
- Umístění loga Vaší firmy – Partnera Centra pro povrchové úpravy
- Možnost oslovení respondentů Vaší firmou, přes naši databázi povrchářů (v současné době je v naší databázi, evidování přes 1100 respondentů)
- Inzerce v on-line Občasníku Povrcháři

### Ceník inzerce

**Reklamní banner** umístěný vždy na aktuální stránce včetně odkazu na webové stránky inzerenta

Cena:

- 1 měsíc - 650 Kč bez DPH
- 6 měsíců - 3 500 Kč bez DPH
- 12 měsíců - 6 000 Kč bez DPH

Banner je možné vytvořit také animovaný, vše na základě dohody.

Partner centra pro povrchové úpravy - logo firmy včetně odkazu na webové stránky inzerenta

Cena:

- 1 měsíc – 150 Kč bez DPH
- 6 měsíců - 650 Kč bez DPH
- 12 měsíců – 1000 Kč bez DPH

Textová inzerce v on-line odborném Občasníku POVRCHÁŘI

Cena:

- 1/4 strany - 500 Kč bez DPH
- 1/2 strany - 900 Kč bez DPH
- 1 strana – 1500 Kč bez DPH

Umístění reklamy v on-line odborném Občasníku POVRCHÁŘI

- 1/4 strany - 500 Kč bez DPH
- 1/2 strany - 900 Kč bez DPH
- 1 strana – 1500 Kč bez DPH

Rozeslání obchodního sdělení respondentům dle databáze Centra pro povrchové úpravy elektronickou poštou.

Cena bude stanovena individuálně dle charakteru a rozsahu.

**Slevy:** Otištění

- |             |              |
|-------------|--------------|
| ■ 2x        | 5 %          |
| ■ 3-5x      | 10 %         |
| ■ 6x a více | cena dohodou |

**Zde může být místo  
i pro Vaši  
reklamu !!!**

## Reklamy

## Nabídka na prodej lakovací linky

### Technické parametry

Rok uvedení do provozu: 2001

Dvě identické plastové kabiny vyrobené firmou Unifour.

Kabina : 2x manipulátory

6x automatických pistolí na každém manipulátoru (Wagner EPG 2007, Ecotec 2007)

2x ruční pistole (přední - zadní)  
+ možnost připojení druhé pistole dopředu

1x cyklon

Obě kabiny jsou postaveny na plošině a pohybují se na kolejkách pomocí elektromotoru.

Max. rychlost je 3 m/min.

Obvyklá provozní rychlost dopravníku

byla mezi 2 - 2,5 m/min. (s ohledem na výrobek, tloušťku, hmotnost atd.)



Dopravník má celkem 19 trámů

Max. nosnost: 1000 kg výrobku na 1 trám

Max. délka výrobků: 14,4 m

Max. výška výrobků: 2 m

Spotřeba plynu: 92 m<sup>3</sup>/h

Spotřeba elektro: 130 kWh

Spotřeba vody: 1,75 m<sup>3</sup>/h



**NEDCON**  
advanced storage technology

Nedcon Bohemia, s.r.o.  
Holandská 34, 533 01 Pardubice

t.valenta@nedcon.com  
www.nedcon.com

T: +420 467 002 276  
F: +420 467 002 295  
M: +420 602 641 909

**Kontakty:**

Office: Vladimířská 2431, 440 01 Louny  
tel. 725 118 975, 415 654 872

Zkušební laboratoř: Poděbradská 358,  
288 02 Nymburk  
tel. 972 255 595, 724 987 484

E-mail: info@jstechnology.cz

## ZKUŠEBNA POVRCHOVÝCH ÚPRAV AKREDITOVANÁ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ č. 1125

TESTOVÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT A CHEMICKÝCH PŘÍPRAVKŮ PRO ODMAŠTOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ - ZKOUŠKY SAMOLEPICÍCH FÓLIÍ  
DOZOROVÁNÍ APLIKACÍ NÁTĚRŮ - HODNOCENÍ PŘÍPRAVY POVRCHŮ POD NÁTĚR - PORADENSTVÍ V OBORU POVRCHOVÝCH ÚPRAV

### TECHNOLOGIE

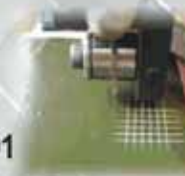
PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY,  
PRO STAVBU OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ,  
FILTRAČNÍ TECHNIKA

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



### PROVEDEME PRO VÁS:

- analýzy nátěrových hmot a různých chemických přípravků
- zkoušky vlastností samolepicích fólií pro technické značení
- hodnocení přípravy povrchu pod nátěr
- zpracování a verifikace technologických postupů pro aplikace
- dozorování aplikací
- zastupování a technická pomoc při řešení reklamací
- zajištění potřebných atestů pro aplikace na ČD podle TDPP 09-01 a 09-71
- poradenství v oboru, technologické studie, hodnocení efektivity investic
- dodávky aplikační techniky, technologických celků pro tryskání, lakování, atd.



[www.jstechnology.cz](http://www.jstechnology.cz)



54. mezinárodní  
strojírenský  
veletrh

[www.bvv.cz/msv](http://www.bvv.cz/msv)

MSV 2012



8. mezinárodní  
veletrh obráběcích  
a tvářecích strojů

[www.bvv.cz/imt](http://www.bvv.cz/imt)

IMT 2012



14. mezinárodní  
slévárenský veletrh

[www.bvv.cz/fondex](http://www.bvv.cz/fondex)



21. mezinárodní veletrh  
svařovací techniky

[www.bvv.cz/welding](http://www.bvv.cz/welding)



4. mezinárodní veletrh tech-  
nologii pro povrchové úpravy

[www.bvv.cz/profintech](http://www.bvv.cz/profintech)



3. mezinárodní veletrh  
plastů, pryže a kompozitů

[www.bvv.cz/plastex](http://www.bvv.cz/plastex)

10.–14. 9. 2012

Brno – Výstaviště

Veletrhy Brno, a.s.  
Výstaviště 1  
647 00 Brno  
tel: +420 541 152 926  
fax: +420 541 153 044  
e-mail: [msv@bvv.cz](mailto:msv@bvv.cz)  
[imt@bvv.cz](mailto:imt@bvv.cz)  
[www.bvv.cz/msv](http://www.bvv.cz/msv)  
[www.bvv.cz/imt](http://www.bvv.cz/imt)

BVV   
Veletrhy  
Brno

General Metal Finishing

## Master Remover Chemické odlakování



Atotech CZ, a.s.  
Belgická 5119 · 466 05 Jablonec nad Nisou · www.atech.cz  
Tel. +420 483 570 000 · Fax +420 483 357 033 · jablonec@atech.com

**Master Remover** – Technologie pro chemické odlakování Master Remover nabízí mnoho výhod oproti tradičním odlakovacím technologiím.

### Technologické výhody

- Účinně stahuje všechny druhy laků, KTL i mokrých barev z oceli, litiny, pozinku, hliníku i barevných kovů a jejich slitin.
- Úspora energie
- Nenapadá základní materiál
- Vysoká rychlost odlakování
- Neobsahuje chlorovaná rozpouštědla ani fenol
- Díky filtračnímu systému je zaručena dlouhá životnost bez výměny lázně i v řádu několika let

**Master Remover** Vám umožní podstatně snížit celkové náklady na odlakování. Odlakovače řady Master Remover dosahují díky inovativní technologii velice dlouhé životnosti.



## Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

Občasník 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. Jaroslav Červený, tel: 224 352 622  
Ing. Michal Pakosta, tel: 224 352 622  
Ing. Petr Drašnar, tel: 224 352 622  
Ing. Karel Vojkovský, tel: 224 352 622

### Redakční rada

Ing. Roman Dvořák, šéfredaktor, MM publishing, s.r.o.  
Ing. Jiří Rousek, marketingový ředitel, Veletrhy Brno, a.s.  
Ing. Jaroslav Skopal, ÚNMZ  
Ing. Kvido Štěpánek, ředitel Isolit-Bravo, spol. s r.o.  
Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

### Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, tel: 224 352 622

### Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.  
Na Studánkách 782  
551 01 Jaroměř  
e-mail: [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

Přihlášení k zaslání online časopisu je možno provést na [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

Všechna vyšlá čísla je možné stáhnout na [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)