

Povrcháři

1. číslo Únor 2019

**Způsoby hodnocení čistoty a stupně předúpravy povrchu
v oboru povrchových úprav – část 1**

Povrchové úpravy v leteckém průmyslu

**Konverzní vrstvy a jejich detekce na povrchu
základního materiálu**

Inovace ve výrobě

**Odozva kvality povrchov sklárskych tanierov
na iniciáciu porušenia**

Ohlédnutí za seminářem „Smalty 2018“

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři,

i když jsme si do nové etapy našeho běhu životem popřáli již v loňském posledním čísle Povrcháře a nový rok je již v plném proudu času, práce a povinností, popřejme si ještě jednou na počátku nového ročníku Povrcháře. Ať se našim „malým ale šikovným“ národům daří i nadále, a přitom všem snažení, ať se jejich občanům nic špatného nepříhodí.

I my povrcháři a strojaři jsme také především občany naší krásné země, která i když byla původně na počátku svého vlastního bytí trochu větší, je stále naším společným domovem. Tak jak se postupně zmenšovala vlivem tragických a dramatických událostí předválečných, poválečných, ale i docela nedávných příčiněním sousedů, spojenců, přátel i těch druhých, uvědomme si všichni pevně, že by při naší chvilkové nepozornosti či zaváhání mohlo opakovaně kdykoliv dojít k další její demontáži!

Z vlastních zkušeností i ze školy, ale většinou čerstvě a zaručeně ze sdělovacích prostředků a médií se dozvídáme, jak to vše skutečně bylo či spíše jak by to mělo být a jak si to kdosi kdesi přeje.

Příkladem nechť jsou často citovaná slova: „Hlas lidu, hlas Boží.“ V latinském rádo by originále „Vox populi, vox Dei.“ Ve skutečnosti jsou trochu hodně zkreslenou citací slov, která pronesl filozof a duchovní otec scholastiky Alcuin. Ta původní slova totiž přesně zní: „Nenaslouchejte těm, kteří tvrdí, že hlas lidu je hlasem Božím, vždyť zběsilost davu je vždy velmi blízká šílenství.“

Manipulace se slovy a vysvětlování „pravdy“ napomáhá často neklidu a nebezpečným změnám ve společnosti i na celých kontinentech. Ovlivňováním voličů či podporou stěhování národů dochází k potlačování práv původních obyvatel a jejich ztrátám ekonomickým, kulturním i duchovním.

Otevřenou a ohromující kontroverzní výpověď o současné kritické fázi dějin našeho evropského kontinentu přináší v knize „Podivná smrt Evropy“ britský autor, novinář a politický komentátor Douglas Murray.

Ten ve své knize, kterou v českém překladu vydalo Nakladatelství LEDA v roce 2018, vykresluje dramaticky narůstající spor většinové evropské společnosti s intelektuální elitou, která hodlá evropský lid vyměnit za své zjištěné cíle.

Pozorný čtenář nalezne na stránkách této mimořádně závažné knihy i odpověď na dění v současné Anglii, která míří za jakoukoliv cenu pryč ze současné Evropy, která se neumí a nechce bránit.

Historické zkušenosti našich zemí i reálná současnost vyžaduje od každého z nás alespoň občas zvednout hlavu od práce a udělat si svůj vlastní názor. I z toho prostého důvodu, aby se tyto neveselé prognózy nikdy nenaplnily!

Na závěr dnešního úvodního filozofování tradiční společné předsevzetí do nového roku, které se nám opakovaně díky Vám všem čtenářům, dopisovatelům a účastníkům společných vzdělávacích i spolkových akcí daří každoročně plnit:

Snažme se nálézt i letos chvilku na elektronické setkávání a předávání informací na stránkách Povrcháře a zároveň též i ve vzájemné setkávání na odborných seminářích čtenářů i nečtenářů, ale hlavně povrchářů a strojařů. Třeba zrovna na to nejbližší jarní 3. a 4. dubna v Čejkovicích na téma Technologie čištění a předúpravy povrchů.

A do té doby pište, emailujte, esemeskujte, ať se vlastní silou udržíme pevně na tradičních předních místech technické vzdělanosti a technologické dovednosti v bezpečí spolupráce s vyspělým a zdravým světem.

Za Povrcháře Vás zdraví Vaši Kreibich a Kudláček



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Způsoby hodnocení čistoty a stupně předúpravy povrchu v oboru povrchových úprav – část 1

Ing. Michal Zoubek, doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Úvod

Cílem předúprav povrchu je docílit určitých vlastností a stavu povrchu, které mají pozitivní vliv na výsledný vzhled a kvalitu povrchové úpravy. Funkčních a ochranných vlastností povlaku lze docílit pouze za předpokladu dostatečně kvalitní, vhodné a zvládnuté předúpravy povrchu bezprostředně před realizací povrchové úpravy. Důležitá je i samotná příprava dílce – tedy konstrukční úprava tvaru, hran a svarových ploch s ohledem na protikorozní ochranu. Pokud se zaměříme na povlakování ocelových konstrukcí pomocí nátěrových hmot (tekutých či práškových), mají z hlediska životnosti protikorozní ochrany mimo tloušťky a skladby PKO zásadní význam parametry drsnosti povrchu, přítomnost rzi a okují, nečistot na povrchu včetně solí, prachu, olejů a mastnot (tedy souhrnně přítomnost vlastních a cizích nečistot). V rámci malého miniseriálu se pokusíme zaměřit na důležité a často přehlížené aspekty kontroly a hodnocení čistoty/stupně předúpravy povrchu. Pokusíme se popsat a vysvětlit důležitost jednotlivých norem, kontrolních metod a postupů k dosažení vysoké kvality povrchových úprav.

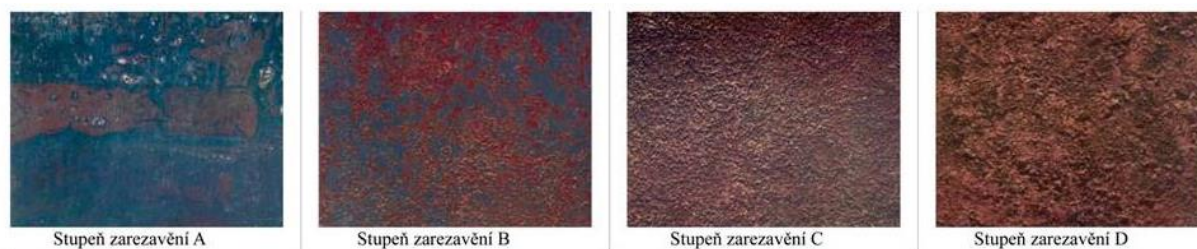
Povaha nečistot

Nečistoty, které se na povrchu materiálu vyskytují, mají velmi rozdílný charakter z hlediska struktury i chemického složení. Některé vznikají chemickou přeměnou základního materiálu (okuje, korozní produkty) a jiné na povrchu ulpívají při různých procesech nebo skladování (např. prach, emulze). Povrch základního materiálu může být znečištěn také mastnotou, která funguje jako pojivo mezi jednotlivými ulpívajícími nečistotami i a základním materiálem. Z hlediska volby správné předúpravy povrchu je především důležitá vazba přítomných nečistot se základním materiálem, která může být chemická, adhezní nebo adsorpční. [1, 2] Je také nutné zmínit, že i samotná technologie předúpravy povrchu může svoji povahou způsobovat nežádoucí kontaminaci povrchu (např. kontaminace povrchu abrazivem po tryskání, či vytvoření funkčního filmu na povrchu předmětu vlivem použitého odmašťovacího prostředku).

Z hlediska samotného hodnocení čistoty povrchu je důležité vycházet jednak ze samotné podstaty zvolené technologie předúpravy povrchu, jednotlivých mezinárodních norem k dané technologii, závazných předpisů objednatele a doporučení výrobce nátěrových hmot. Dle ČSN EN ISO 12944-7:2018 *Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 7: Průběh a dozor při zhotovování nátěrů*, musí být povrch před zhotovením PKO hodnocen s ohledem na vizuální čistotu, drsnost povrchu a přítomnost cizích nečistot dle postupů uvedených v normě ČSN EN ISO 12944-4:2018 *Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 4: Typy povrchů podkladů a jejich příprava*. Tato norma přehledným způsobem popisuje jednotlivé metody předúpravy povrchu vhodné pro nepovlakované i povlakované konstrukce z uhlíkové a uhlíkové nízkolegované oceli případně pro konstrukce opatřené povlaky zinku či předchozími nátěry. Z hlediska volby vhodné předúpravy povrchu v závislosti na povaze nečistoty lze doporučit informativní přílohu C této normy, ve které jsou přehledně uvedeny různé typy chemických a mechanických předúprav včetně jejich schopností odstranění nečistot.

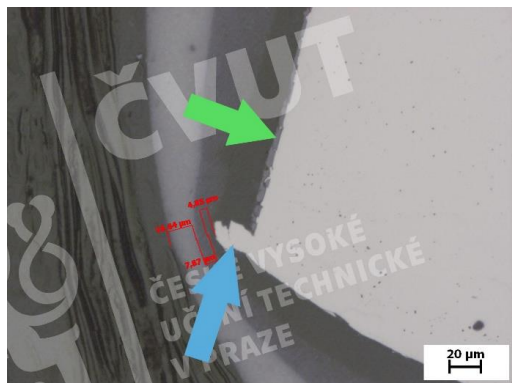
Příprava - předúprava povrchu

Ať už zvolíme jakoukoliv metodu předúpravy povrchu, je klíčové pro kvalitu a především životnost PKO odstranění vlastních nečistot ve formě okují z předchozí výroby polotovaru či korozních produktů ve formě rzi vytvořené reakcí s okolní atmosférou v průběhu skladování, přepravy a výroby díla. Výchozí stav takového polotovaru lze klasifikovat dle normy ČSN EN ISO 8501-1:2007 *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 1: Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků*, ve které jsou uvedeny slovní popisy a fotografické vzory čtyř stupňů zarezavění povrchu (značené A – D, viz obrázek 1). Norma dále předkládá systém značení jednotlivých stupňů předúpravy těchto výchozích povrchů, jejich klasifikaci a způsob vyhodnocení v případě použití tryskání, ručního/mechanizovaného čištění případně čištění plamenem. Součástí normy jsou fotografické příklady jednotlivých stupňů předúpravy.



Obr. 1: Výchozí stav za tepla válcovaného ocelového povrchu – stupně zarezavění [3]

Přípravou dříve natřených ocelových povrchů a hodnocením vizuální čistoty po místním odstranění těchto povlaků se zabývá norma ČSN EN ISO 8501-2:1998 *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 2: Stupně přípravy dříve natřeného ocelového podkladu po místním odstranění předchozích povlaků*, která opět uvádí fotografické příklady jednotlivých stupňů předúpravy pro tryskání, ručním a mechanizovaném čištění a strojním broušením. Úpravou svarů, hran dílců a povrchovými vadami s ohledem na PKO včetně definic jednotlivých stupňů přípravy se zabývá norma ČSN EN ISO 8501-3 *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 3: Stupně přípravy svarů, hran a ostatních ploch s povrchovými vadami*. Tabulka 1 této normy přehledným způsobem předkládá popis jednotlivých vad včetně jejich vyobrazení. V normě jsou specifikovány tři stupně přípravy povrchů s viditelnými vadami a to: P1 – lehká příprava (tj. žádná případně minimální nutná), P2 – důkladná (odstranění většiny vad) a P3 – velmi důkladná (povrch je zbaven významných viditelných vad).



Obr. 2: Vlevo – zeslabení tloušťky PKO z důvodu neupravené hrany výrobku (modrá šipka = viditelný otřep, zelená šipka = okuje), vpravo – z hlediska PKO nedostatečně upravené svary a jejich okolí (rozstřík svarového kovu, rozčrežený svar, ostré hrany,...)

Použitá literatura:

- [1] KALEDOVÁ, Andrea. Technologie nátěrových hmot II.: povrchové úpravy a způsoby předúpravy materiálů. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Ústav polymerních materiálů, 2003. ISBN 80-7194-555-2.
- [2] KUDLÁČEK, Jan. Problematika předúprav povrchu: část 1. - nečistoty. Povrchová úprava [online]. 2007, (3), 5-7 [cit. 2018-05-08]. ISSN 1801-707X.
- [3] NEVĚČNÝ, Petr. Stupně přípravy ocelového podkladu dle ČSN ISO 8501-1 a podobných norem. Povrchové úpravy. Praha: PRESS AGENCY, 2012, 2012(2), 2-5. ISSN 0551-7354.
- [4] ČSN EN ISO 12944-7:2018 Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 7: Provádění a dozor při zhotovování nátěrů
- [5] ČSN EN ISO 12944-4:2018 Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 4: Typy povrchů podkladů a jejich příprava.
- [6] ČSN EN ISO 8501-1:2007 Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 1: Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků
- [7] ČSN EN ISO 8501-2:1998 Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 2: Stupně přípravy dříve natřeného ocelového podkladu po místním odstranění předchozích povlaků
- [8] ČSN EN ISO 8501-3 Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 3: Stupně přípravy svarů, hran a ostatních ploch s povrchovými vadami.

Povrchové úpravy v leteckém průmyslu

Ing. Marie Rohlová – ČVUT v Praze, FS, Ústav materiálového inženýrství

V leteckém průmyslu jsou povrchové úpravy nepostradatelnou součástí výrobních technologií. Provádějí se za účelem ochrany proti korozi, otěru, zvýšené teplotě či zlepšení tribologických vlastností povrchu. Patří mezi ně například manganofosfátování, zinkování, niklování, mědění, chromování či alitování a nespočet dalších.

Důležitou roli zde hrají povrchové úpravy pro vysokoteplotní aplikace. Dle funkce povrchové úpravy lze definovat tři skupiny.

- **Tepelné bariéry**

Principem tepelné bariéry je vytvoření co největšího tepelného odporu na chráněném kovu. Podmínkou funkce těchto systémů je dostatečný odvod tepla z chráněného kovu, který podmiňuje vznik teplotního gradientu na povrchové vrstvě. Tento systém ochrany se používá u plynových turbín, kde umožňuje zvýšit teplotu spalin i výkon turbíny při zachování plánované provozní životnosti. Častěji se ale tímto druhem povrchových úprav řeší podstatné prodloužení životnosti turbín při zachování stávajících provozních teplot. [1]

- **Vazebné povlaky**

Tyto povlaky bývají nejčastěji připravovány technologiemi žárových nástřiků např. napařovací depozicí elektronovým svazkem z pevné fáze (EB-PVD) nebo v současnosti i laserovým plátováním. [2, 3]

- **Difuzní vrstvy**

Pro tvorbu povrchové vrstvy se přednostně využívá metod syčení povrchu základního materiálu prvky, jako je Al, umožňující tvorbu stabilních vrstev intermetalických fází AlNi anebo AlNi₃, jejichž primárním úkolem je zajištění požadované odolnosti povrchu základního materiálu vůči vysokoteplotní oxidaci. Alitování lze rozdělit na dvě základní skupiny nízkoaktivní a vysokoaktivní. [4]

ALITACE

Alitace niklových slitin je jednou z povrchových úprav pro vysokoteplotní aplikace patřící do skupiny difuzních vrstev.

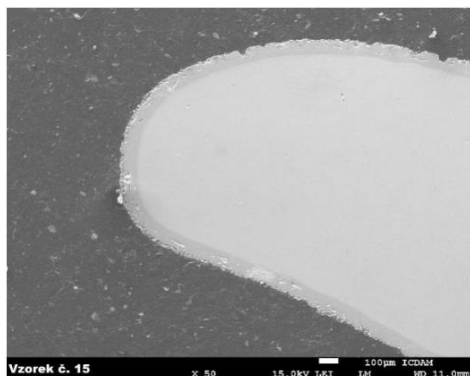
Nízko aktivní alitování

Difuze probíhá při 1000 °C-1100 °C. Vzniká zde dvouzónová struktura. Vnější struktura je tvořena NiAl a obsahuje různé přísadové prvky v tuhém roztoku, které difundovaly společně s Ni ze slitiny během tvorby vrstvy. Vnitřní zóna je tvořena NiAl obsahující různé precipitáty tvořené ostatními prvky ze slitiny, které jsou buď nerozpuštěny, nebo úplně rozpuštěny v NiAl. Jako výsledek difuze Ni ze slitiny do vrstvy je pak podkladová vrstva ochuzená o Ni a obohacena slitinovými prvky hlavně Al. Tento stav vede k vytvoření NiAl fáze. Pro alitaci je typický malý rozptyl obsahu Al, který se mění jen velmi málo přes celou tloušťku NiAl. Díky tomu jsou pak tyto vrstvy za provozu součástí strukturně velice stabilní. Pouze při zvlášť vysokém obsahu chromu a dalších prvků může vznikat křehká fáze ve vnitřní vrstvě a tím zkřehnout rozhraní lopatky a alitační vrstvy, což se pak může projevit dělením vrstvičky nebo oddělováním této ochranné vrstvy. [5, 6]

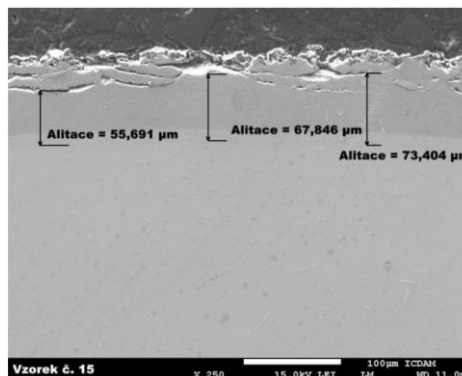
Vysokoaktivní alitování

Vysokoaktivní alitování je řízeno při nižší teplotě než nízkoaktivní, a to při teplotě 700 °C - 950 °C. NiAl vrstva je tvořena difuzí hliníku do základního materiálu součástí. Na základě toho obsahuje vrstva alitace nejprve Ni₂Al₃ a požadovaná NiAl fáze je poté vytvořena difuzním žíháním při teplotě 1050 °C - 1200 °C. Takto vytvořená vrstva vykazuje vysoký gradient hliníku přes vrstvu NiAl a je náchylná k degradaci při provozování za vysokých teplot vlivem vnitřních difuzních dějů mezi vrstvou a základním materiálem součástí. Transformace počáteční Ni₂Al₃ do konečného tvaru NiAl během dalšího difuzního tepelného zpracování je komplexním procesem obsahujícím vnitřní difuzi Al ve vnějších vrstvách a vnější difuzi Ni z povrchu materiálu přes vnitřní vrstvu NiAl, kde jsou přítomny různé precipitáty jak z původního materiálu, tak vytvořené během povlakování a následného difuzního zpracování, společně s prvky tuhého roztoku základního materiálu. Vnitřní zóna vytvořená alitováním základního materiálu, je tvořena dvěma vrstvami. Které se podobají vrstvám nízko aktivního alitování. [5, 6]

Na Obr. 1 a Obr. 2 jsou vyobrazeny příklady alitace na niklové superslitině ŽS6-K.



Obr. 1: Příklad alitace na niklové superslitině [7]



Obr. 2: Alitace na niklové slitině v detailu [7]

Obecný postup alitování

A: PŘÍPRAVA VZORKŮ

- Odmaštění
- Umístění do přípravku
- Maskování částí neurčených k alitaci

B: PŘÍPRAVA A APLIKACE ALITAČNÍ BARVY

- Příprava alitační barvy a rozmíchávání do úplného promísení
- Odebrání potřebného množství barvy z míchací nádoby
- Nástřik

C: ŘÍPRAVA PECE

- Vyjmutí retorty z pece
- Vyčištění a odmaštění retorty
- Vložení vzorků do retorty
- Vložení kontrolního termočláčku
- Uzavření retorty
- Průplach inertním plynem
- Předehřev pece

D: TEPLOTNÍ CYKLUS

- Vložení retorty do pece
- Výdrž na teplotě
- Ochlazování v peci

E: KONTROLA

- Kontrola zápisu teplot
- Metalografické hodnocení tloušťky alitované vrstvy

TVRDÉ CHROMOVÁNÍ

Tvrdé chromování (Tvrdochrom) je elektrochemický proces, při kterém se nanáší vrstva chromu na podkladový materiál. Použití tvrdochromu je především tam, kde je potřeba především vysoká tvrdost či otěruvzdornost. Výhodou tvrdochromu spočívá v možnosti nanášení silné vrstvy, a tak ho lze použít na renovaci opotřebovaných částí. [8]

Poměr proudové hustoty a teploty lázně určují kvalitu chromového povlaku. Roste-li hustota proudu a zůstává-li teplota konstantní, jsou nejprve vylučovány povlaky měkké, následně tvrdé a lesklé, a nakonec jsou vylučovány povlaky matné a křehké. Je-li však proudová hustota konstantní a teplota lázně roste jsou nejprve vylučovány povlaky matné a křehké poté lesklé a tvrdé a nakonec matné. Hlavními složkami chromovacích lázní jsou kyslík chromový, kyselina sírová, kyselina fluorovodíková, kyselina fluorokřemičitá. [9]

Kromě letectví se tvrdé chromování používá ve velkém množství odvětví průmyslu. Ve strojírenském průmyslu se používá na tyče a trubky hydraulických válců, motorové hřídele, razidla spínadla, ... V automobilovém průmyslu se tvrdochrom používá na díly motorů a hnacích ústrojí (pístní kroužky, ventily, tlumiče, vzduchové podpěry, ...). Dále se tvrdochrom využívá v textilním, papírenském, gumárenském a plastikařském průmyslu. [8]

Obecný postup tvrdého chromování

A: PŘÍPRAVA VZORKŮ

- Předčistit a odmastit plochy určené k chromování
- Maskovat plochy které nejsou určené k chromování

B: TVRDÉ CHROMOVÁNÍ

- Vložit do chromovací lázně
- Nechat vytemperovat
- Chromování

C: ČIŠTĚNÍ A KONTROLA

- Oplach
- Změřit tloušťku
- Odvodíkovat
- Kontrola – rozměrová a vizuální

Seznam literatury

- [1] JHOŘEJŠÍ, Jakub. *Hodnocení struktury lopatek motoru AI-25TL*. Praha: LOM Praha s.p., 2003.
- [2] CHANDIO, Ali. *Characterisation and Oxidation Study of the Nickel Aluminides for thermal Barrier Coating applications*. b.r. Dostupné také z: <https://www.escholar.manchester.ac.uk/api/datastream?publicationPid=uk-ac-man-scw:277305&datastreamId=ful-text.PDF>
- [3] ROHLOVÁ, Marie. *Optimalizace procesu alitování turbínových lopatek* [Diplomová práce]. Praha, 2017.
- [4] ZAGULA, M., K. KUBIAK a J. SIENIAWSKI. *Oxidation behaviour of palladium modified aluminnide coatings deposited by CVD method on Nickel-based superalloys under air atmosphere* [Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering]. 2012.
- [5] KIANICOVÁ, Marta, Simona POSPÍŠILOVÁ, Tomáš PODRÁBSKÝ a Karel STRÁNSKÝ. *Studium ochranných vrstev na niklových superslitinách* [Metal 2008]. Hradec nad Moravicí, b.r.
- [6] KARAOGLANLI, Abdullah Cahit, Ahmet TURK a Ismail OZDEMIR. *Isothermal Oxidation Behavior and Kinetics of Thermal barrier Coatings Produced by Cold Gas Dynamic Spray Technique, Surface and Coatings Technology*. 2016.
- [7] BOMEX, . *Kvalitní povrchové úpravy kovů*. b.r. Dostupné také z: <https://www.bomex.cz/technologie/tvrde-chromovani>
- [8] *Oddělení povrchového inženýrství*. 2016. Dostupné také z: <http://www.ateam.zcu.cz/>
- [9] JANDA, Tomáš. *Analýza zařízení pro galvanizovny*. Brno, 2009. Bakalářská. VUT v Brně. Vedoucí práce Jaroslav Kubíček.

Konverzní vrstvy a jejich detekce na povrchu základního materiálu

Ing. Jakub Svoboda, doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Úvod

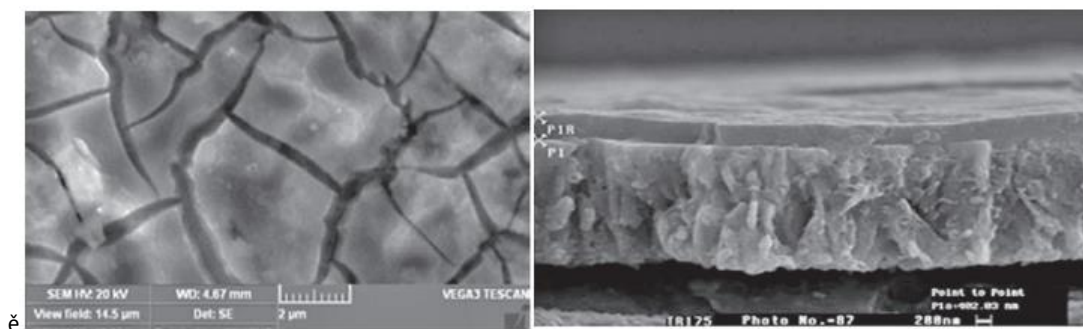
Předmětem tohoto článku je krátký popis současných možností chemických předúprav povrchu, ale především jejich detekce na povrchu základního materiálu.

Konverzní vrstvy poskytují dostatečnou pórovitost a drsnost pro přilnavost organických povlaků. Existuje řada metod pro vytváření konverzních vrstev na bázi fosfátů, chromátů, modifikovaných typů železnatých fosfátů, Ti-Zr konverzních vrstev, organosilanů atd. Každá z výše zmíněných chemických předúprav povrchu má svůj vliv na přilnavost organických povlaků a trvanlivost celé povrchové úpravy.

Testování konverzních vrstev

V současnosti existuje celá řada normovaných metod pro zkoušení konverzních vrstev. Tyto metody jsou současně zavedeny v těchto technických normách:

- ČSN EN ISO 19598 Kovové povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku a slitin zinku na železe nebo oceli s dodatečnou úpravou bez použití šestimocného chromu
- ČSN EN ISO 2081 Kovové a jiné anorganické povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku s dodatečnou úpravou na železe nebo oceli – pouze zmínka o možnostech bezchromátových pasivací
- ČSN EN ISO 2082 Kovové a jiné anorganické povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky kadmia s dodatečnou úpravou na železe nebo oceli – pouze zmínka o možnostech bezchromátových pasivací.
- NWI 23287-1 Chromium(VI) free passivation of non-ferrous metals – Part 1: Zinc die-casting;
- NWI 23287-2 Chromium(VI) free passivation of non-ferrous metals – Part 2: Aluminium and aluminium alloys – norma má sice v názvu bezchromátová pasivace, ale v textu je uvažována i CrIII pasivace.



Obrázek 3: Vlevo: Chromátování (VI) na žárově pozinkované oceli, Vpravo: řez konverzní vrstvou (CrIII)

Při detekci konverzních vrstev pomocí bodové metody, nesmí zkušební materiál obsahovat žádné nečistoty (ulpělé nečistoty, cizorodé částice atd.), neboť by došlo k ovlivnění celého měření. Je-li povrch materiálu pokryt olejovou vrstvou, je nutné před testem provést důkladné odmaštění součásti. Pokud je nutné vzorky skladovat, musí být skladovány při teplotách nepřesahujících 40 °C a relativní vlhkost musí být pod 70 %. Z důvodu zkoušek se vzorky nesmí podrobit nucenému sušení nad teploty 35 °C.

Je důležité zdůraznit, že bodové testy nejsou vždy přesným prostředkem pro stanovení přítomnosti chromátových či jiných konverzních povlaků. Dle normy ČSN EN ISO 3613 (Chromátové konverzní vrstvy na zinku, kadmium, na slitinách hliníku se zinkem a zinkem s hliníkem – Zkušební metody) je možno stanovit přítomnost konverzních chromátových vrstev. Dle ČSN EN ISO 3613 je možno použít tyto testovací roztoky:

Testovací roztok A

Pro testovací roztok se použije 1 g difenylkarbazidu, který se rozpustí ve směsi 20 ml acetonu, 60 ml ledové kyseliny octové a 40 ml destilované vody obsažené v kádince. Dále se přidá 15 ml koncentrované kyseliny chlorovodíkové ($\rho = 1,18 \text{ g / cm}^3$), roztok se promíchá a pomalu se přidá 30 ml roztoku chlornanu sodného (10% až 15% dostupného chloru). Přidává se 5 ml peroxidu vodíku (30% objemová frakce) pomalu za stálého míchání. Roztok se musí ponechat v otevřené kádince po dobu 24 hodin v digestoři, aby se přešlo přebytečného chloru před použitím. Roztok stářím nedegraduje a může být uchováváno v lahvičce s volně nasazenou zátkou. Mohou však vzniknout ztráty v důsledku odpařování a koncentrace se mohou změnit, trvanlivost by měla být 6 měsíců.

Testovací roztok B

Roztok 50 g trihydrátu octanu olovnatého $[(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$ se rozpustí v 1 litru destilované vody nebo. Ujistěte se, že hodnota pH roztoku je mezi 5,5 a 6,8 tak, jak byla připravena. Pokud je pH roztoku mimo tento rozsah a použijte novou dávku octanu olovnatého. Jakákoli bílá sraženina vytvořená během počáteční přípravy roztoku může být rozpuštěna malými přísadami, např. ledová kyselina octová, za předpokladu, že hodnota pH se nezmenší na hodnotu nižší než 5,5.

Testovací roztok C

V prvním případě můžete rozpustit 0,4 g difenylkarbazidu ve směsi 20 ml acetonu a 20 ml ethanolu (96%). Po rozpuštění se přidá 20 ml 75% roztoku kyseliny ortofosforečné a 20 ml destilované vody. Tento se připravuje nejdříve 8 hodin před použitím.

V druhém případě se přidá 700 ml kyseliny orthofosforečné o měrné hmotnosti 1,7 do 250 ml destilované vody nebo vody ekvivalentní čistoty a doplní se do 1 000 ml. 1,0 g 1,5-difenylkarbazidu se rozpustí ve 100 ml acetonu a k rozpuštění se přidá 1 kapka ledové kyseliny octové. Roztok uchovávejte v lahvičce z tmavého skla v chladničce. Roztok se musí vyřadit po 4 týdnech. Pro standardní roztok Cr (VI) rozpustíte 0,113 g K₂Cr₂O₇ v destilované vodě nebo ve vodě ekvivalentní čistoty a doplňte do odměrné baňky o objemu 1000 ml.

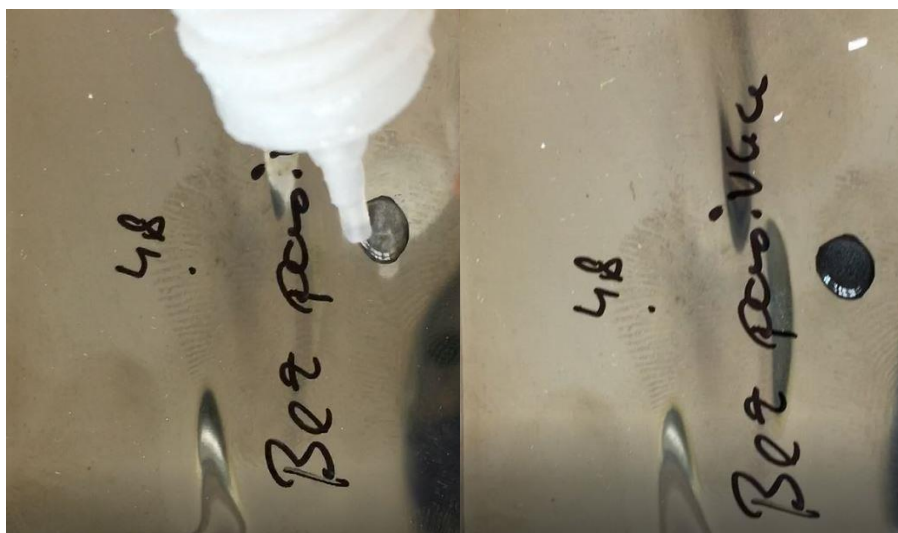
Odměří se 2,5 ml tohoto roztoku do druhé odměrné baňky o objemu 1 000 ml a doplní se po značku. 1 ml tohoto standardního roztoku obsahuje 0,1 µg Cr (VI). Řešení se musí odstranit po uplynutí 9 měsíců. Pro přípravu porovnávacího roztoku přidejte 1 ml kyseliny fosforečné a 1 ml roztoku difenylkarbazidu k 50 ml standardního roztoku Cr (VI) a důkladně promíchejte. Roztok se nechá stát 10 minut, aby byla dokončena barevná reakce [8].

Testovací roztok D

0,50 g difenylkarbazidu se rozpustí v 50 ml acetonu. Za míchání pomalu zředíte 50 ml vody (rychlé míchání může vést k vysrážení difenylkarbazidu). Pro maximální stabilitu roztok uchovávejte pod chladem v jantarově zbarvené skleněné lahvičce.

Tabulka 1: Doporučené testy pasivačních vrstev

Required tests	Technické normy	
	Chromátové povlaky	Alternativní vrstvy
Přítomnost konverzní vrstvy	ČSN EN ISO 3613	-
Určení hmotnosti konverzní vrstvy	ČSN EN ISO 3892	ČSN EN ISO 3892
Adheze konverzní vrstvy	ČSN EN ISO 3613	ČSN EN ISO 2819
Korozní odolnost vrstev	ČSN EN ISO 9227	ČSN EN ISO 9227
Zkoušení vlivu prostředí	ČSN EN ISO 60068-2-30	-



Obrázek 4: Vlevo: aplikace kapkového testu pomocí octanu olovnatého – čistá kapka, vpravo: po aplikaci octanu olovnatého – zčernání roztoku, což znamená povrch bez pasivace (detekce konverzní vrstvy po cca. 5 s).

Závěr

V současné době jsou na ČVUT v Praze – Ústavu strojírenské technologie vyvíjeny nové alternativní metody chemických předúprav povrchu materiálů, založené na Ti-Zr, organosilanech atd. Tato spolupráce vznikla s řadou předních českých firem v tomto oboru. Nejvýznamnější z nich jsou Pragochema spol. s r.o. a SurTec ČR s.r.o. V současné době se hledá optimální chemická předúprava pozinkovaných a hliníkových materiálů v závislosti na přilnavosti a korozní odolnosti celého systému protikorozní ochrany. Zároveň je důležitá šetrná chemická předúprava povrchu k životnímu prostředí bez výrazné ekonomické náročnosti.

Použitá literatura:

- [1] Y.Guan, J. Liu, C. Yan, Novel Ti/Zr Based Non-Chromium Chemical Conversion Coating for the Corrosion Protection of Electroplated Steel, Int. J. Electrochem. Sci., 6 (2011) 4 853 – 4 867
- [2] Buchheit, R.G.; Hughes, A.E. ASM Handbook: Corrosion: Fundamentals, Testing and Protection. Ohio: ASM International, 2003. Chromate and Chromate-Free Conversion Coatings, s. 1856-1897
- [3] K.Kreislová, J. Mrázek, P. Dušek, Problematika pasivace zinkových povlaků, Tribo Technika, 1/2017, ISSN 1338-0524, pp. 28 – 30
- [4] L. Li, B.W. Whitman, C.A. Munson, R. Estrada, C.A. Matzdorf, G.M. Swain, Structure and Corrosion Performance of a Non-Chromium Process (NCP) Zr/Zn Pretreatment Conversion Coating on Aluminum Alloys, Journal of The Electrochemical Society, 163 (13) C718-C728 (2016)

- [5] M. Zapponi, C. I. Elsner, F. Actis, A. R. Di Sarli, Correlation between accelerated tests and outdoor exposure of coil coated chromate and chromate free systems, Corrosion Engineering, Science and Technology 2009, Vol 44, No 2, pp. 119 – 127
- [6] J. Svoboda et al., Comparison of chemical and mechanical pre-treatments and their influence on the adhesion of organic coatings, IN-TECH 2017, Ljubljana, Slovenia. ISSN 0184-9069
- [7] *Strojírenství: Elektronický Časopis* [online]. Analýza bezchromanových pasivačních povlaků. Praha. [cit. 17.6.2018]. Dostupné z: <http://www.engineering.sk/clanky2/povrchove-upravy/3983-analyza-bezchromovych-pasivacnich-povlaku>
- [8] ISO 3613. *Metallic and other Inorganic coatings – Chromate conversion coatings on zinc, cadmium, aluminium-zinc alloys and zinc-aluminium alloys – Test methods*. International Standard. Third edition 2010-12-15
- [9] P. SZELAG et al., *Chromate conversion coatings and their current application*, METABK 55(2) 253-256 (2016), ISSN 0543-5846

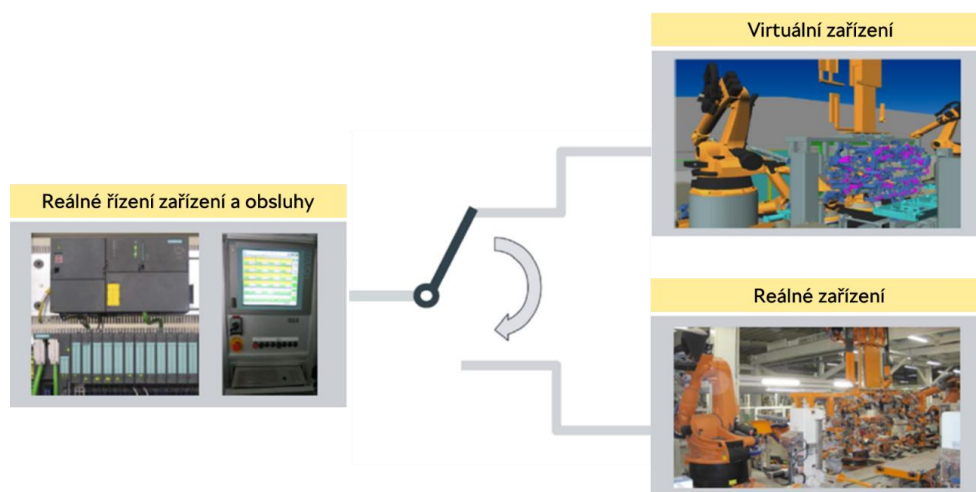
Inovace ve výrobě

Ing. Petr HYNEK – Plánování výroby, ŠKODA AUTO a.s.

Když se řekne inovace, málokdo ví, co si má pod tímto pojmem představit. V tomto příspěvku bude přiblíženo, jak tento termín chápe autor článku. Bude zde představeno, jaké znalosti a zkušenosti k tomuto tématu autor při plánování výroby v automobilce ŠKODA AUTO a.s. nasbíral.

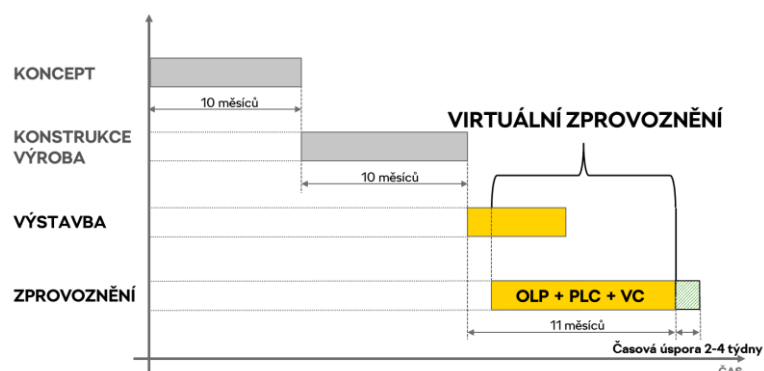
Digitální továrna

Předně je to zapojení digitální továrny do procesu projektování výrobního zařízení a s tím spojené simulování pohybů výrobních nástrojů a materiálového toku. Simulace umožňuje ověření geometrické dostupnosti výrobního zařízení, ověření více možných variant, potvrzení výrobního taktu na základě využitelnosti zařízení, a tím k definici velikosti mezioperační zásoby. K volbě optimálního nástroje lze využít moderní metody globálních evolučních algoritmů.[1] Pomocí simulace je možné dále upravovat trajektorie robotů s ohledem na okolní zařízení. Simulace výroby se zapojením PLC (Programmable Logic Controller) se nazývá virtuálním zprovozněním.



Obr. 5: Programování PLC na virtuálním modelu, zprovoznění v reálném zařízení

Po zprovoznění reálného zařízení ve stanici, se zapojí předem naprogramované a zkontrolované PLC do této linky. Teoreticky je zařízení možno ihned spustit a vyrábět. Jelikož jsou ale reálné podmínky o něco odlišné od těch digitálních, zařízení se zprovožňuje postupně s odstraňováním dodatečných bezpečnostních bloků.



Obr. 6: Časová úspora s virtuálním zprovozněním (OPL-Off-line Program, PLC- Programmable Logic Controller, VC-Virtual Commissioning)

Pomocí virtuálního zprovoznění lze docílit časovou úsporu při zprovožňování výrobního zařízení. V praxi se zatím potvrdila úspora mezi 2 až 4 týdny.

Virtuální a rozšířená realita

Pokud existuje zpracovaný 3D layout, je otázkou, jak tato data zobrazit. Promítnutí na klasickém monitoru nebo plátně se v dnešní době stává přežitkem. Do popředí se dostává virtuální realita, kdy jsou data zobrazena ve speciální brýlích a uživatelé je umožněn pohyb v tomto virtuálním prostředí. Druhou možností je tzv. rozšířená realita, kdy je využito spojení virtuální a okolní reality.

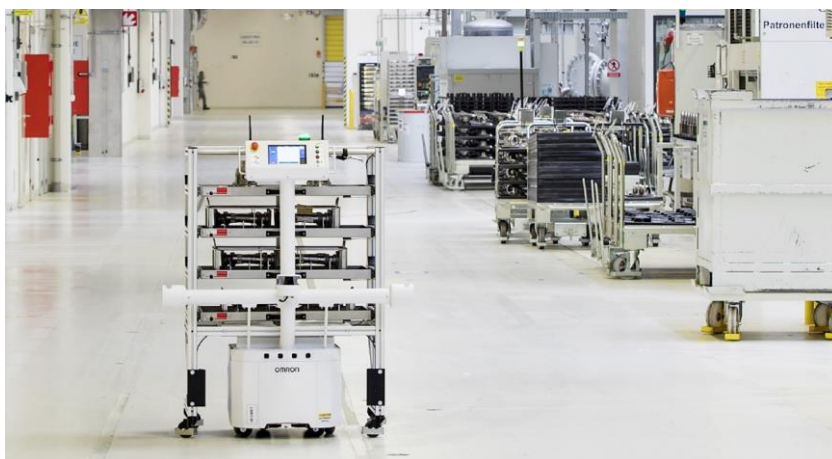


Obr. 7: Rozšířená realita pro potřeby údržby

Zatímco v prvním případě se pracuje jen s virtuálním modelem, rozšířená realita zobrazuje virtuální data v okolním prostředí uživatele. Tato metoda nachází čím dál větší uplatnění v integraci zařízení do běžící výrobní linky nebo v údržbě, pro zobrazení pracovních úkonů při opravě stroje.

Autonomní roboti

Další kategorií jsou autonomní roboti. Téma strojového učení zaznamenalo v posledních letech velký skok v mnoha oblastech umělé inteligence a robotiky. Do popředí se dostala metoda hlubokých neuronových sítí, jak je popsáno v [2]. V praxi se lze setkat s mobilními roboty v logistice, jejichž úkolem je převoz materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Roboti mají nadefinováno místo pro vyzvednutí materiálu a místo předání. Mezi těmito body se robot pohybuje zcela autonomně, volí ideální trasu a dokáže se vyhýbat překážkám.



Obr. 8: Autonomní robot pro převoz materiálu

První instalace se objevují i pro standardní 6. osé průmyslové roboty, kdy si robot sám plánuje pohyb. Ve spojení s kamerou je robot schopen identifikovat díl, naplánovat ideální trasu pro uchopení a díl předat do mezioperačního dopravníku. Jediná pevně naprogramovaná pozice je předávací místo na dopravníku, řídicí systém robota zbylé pohyby navrhuje autonomně se zohledněním okolního prostředí.[3]

3D tisk

Stále většího uplatnění získává 3D tisk. Pomocí této technologie lze vyrobit prototypové díly, tvarovky i kompletní výrobní nářadí. Tisknout lze jak z plastových materiálů, tak i z kovů.[4] Technologie 3D tisku byla ve ŠKODA AUTO a.s. úspěšně použita při zpožděné dodávce svařovací hlavy pro přivádění svorníku. Hlava byla podle dat vytištěna, namontována na robota a pomocí této makety byly naprogramovány veškeré pohyby robota. Po dodání originální svařovací hlavy byla tato vyměněna za maketu a zařízení bylo připravené k výrobě.



Obr. 9: 3D tisk makety výrobního nástroje

V tomto příspěvku jsou ukázány jen některé moderní technologie používané pro navrhování výrobních systémů a procesů nebo technologie použité přímo ve výrobě. Jsou zde ale vybrány takové, které autor považuje za velmi důležité, a mají veliký přínos. Pro názornost jsou inovace doplněny praktickými příklady z výroby.

Použitá literatura:

- [1] HYNEK, P. Výběr optimální kombinace výrobních nástrojů využitím evolučního algoritmu. In: *International Masaryk Conference*. 17. – 21. 12. 2018. Hradec Králové. Magnanimitas. 2018, Stránky 1157 – 1168. ISBN 978-80-87952-27-6.
- [2] HANGL, S., UGUR, E., PIATER, J. Autonomous robots: potential, advances and future direction. *Elektrotechnik und Informationstechnik*. 2017, 134 (6), pp. 293-298. ISSN 0932-383X. DOI: 10.1007/s00502-017-0516-0
- [3] *Bin Picking na svařovně*. ŠKODA AUTO a.s., Plánování svařovny, 2018. Interní prezentace
- [4] EBELING, R. 3D printing in automotive Production. *VDI-Z Integrierte Produktion*. 2017, 159 (11), pp. 28-29. ISSN 03417255.

Odozva kvality povrchov sklárskych tanierov na iniciáciu porušenia

Prof. Ing. Pešlová, PhD, Ing. Marianna Janeková, PhD, Ing. Daniela Košťaliková, PhD, Ing. Matej Burget – Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, Fakulta priemyselných technológií v Púchove, Slovenská republika

Úvod do riešenej problematiky

Sklárske podniky, v súčasnosti riešia problémy životnosti tanierov sklárskych foriem, ktoré sú v priebehu prevádzky vystavené pôsobeniu cyklickému tepelno-mechanickému namáhaniu [1].

Nekvalitný funkčný povrch taniera, je možné definovať ako nedokonalý lesk, poškodenie formou rýh, trhlín alebo stopy noža po opracovaní. Každá nedokonalosť povrchu sa stáva iniciátorom degradácie samotnej formy, ktorá ďalej spôsobuje vznik nepodarkov sklárskych produktov. Takéto taniere nemôžu naďalej plniť svoju funkciu a musia byť vymenené. Náhrada sa uskutočňuje buď náhradou novými, alebo opravenými sklárskymi taniermi [2, 3].

Vzhľadom k tomu, že sa firmy z ekonomických dôvodov snažia sklárske taniere renovovať prevažne technológiou navárania, je nebezpečie vzniku napätosti v povrchových vrstvách tanierov, vedúce k ich následnému porušeniu. Naváranie sa v sklárskom priemysle robí v ochranné atmosfére argónu (TIG), pomocou legovanej ocele na porušenom povrchu, s jeho následným prebrúsením a preleštením [4].

To ako sa zvýši životnosť taniera po renovácii, bude záležať od kvality technologických procesov, východiskového ale aj navareného materiálu. Ďalšia možnosť predĺženia životnosti tanierov spočíva v návrhoch rôznych povlakov na funkčné povrchy, u ktorých sa nepredpokladá veľká zmena napätosti v materiáli počas teplotných zmien [5, 11].

Materiál sklárskych foriem

Na výrobu sklárskych foriem (tanierov) sa využíva Cr-Ni oceľ (s obsahom približne 25 % Cr a 20% Ni). Základným materiálom danej firmy, je oceľ Dominial ZF-2 DIN: 1.2782 X 15Cr Ni Si 25 20. Táto oceľ svojim chemickým zložením zodpovedá austenitickej žiaruvzdornej Cr-Ni oceli (triedy 17 255).

Oceľ ZF-2 je typická vysoko legovaná oceľ s austenitickou štruktúrou, ktorá si mikroštruktúru zachováva aj pri teplotných zmenách. Nevýhodou tejto ocele je náchylnosť na zhrubnutie zrna pri vysokých teplotách, bez možného zjemnenia zrna tepelným spracovaním a výskyt karbidov chrómu. Vzhľadom k tomu, že má táto oceľ vynikajúcu odolnosť proti tvorbe oxidov, koróziivzdornosť a žiaruvzdornosť, je využívaná najmä na výrobu sklárskych foriem, od ktorých sa mimo iné, vyžaduje na ich povrchu zrkadlový lesk [6, 7].

Na akosť sklenených výrobkov má veľký vplyv technologický postup výroby sklárskeho nástroja, pôsobenie vonkajších činiteľov a v neposlednej rade aj kvalita sklárskych strojov. Sklárska forma je na jej funkčnom povrchu periodicky ohrievaná žeravou sklovinou a v zapätí po vybratí skleneného výrobku chladená. Podľa druhu skloviny a technológie tvarovania sa povrch pri styku s tekutým sklom cyklicky ohrieva na cca 650 °C [1, 2, 8].

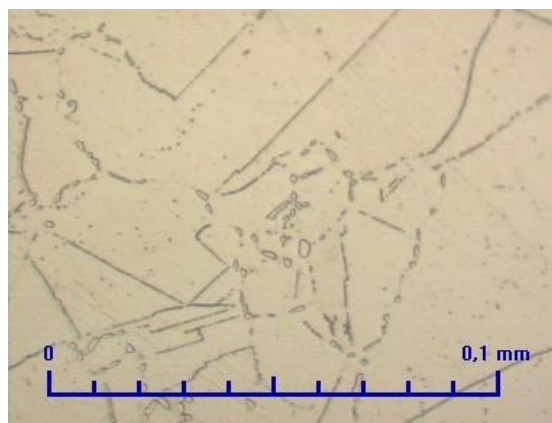
Porušovanie funkčných povrchov

Na základe metalografického hodnotenia štruktúry sklárskych tanierov (vyradených z prevádzky), je možné definovať výskyt jednak primárnych trhlín (z výroby) a následných trhlín, ktoré vznikajú v prevádzke.

Prevádzkové trhliny vznikajú v sklárskom tanieri ako dôsledok plastických deformácií od časovo premenných nehomogénnych teplotných polí, ktoré sú superponované mechanickým zaťažením. Tvorba trhlín prechádza dvomi štádiami [9]:

- iniciáciou mikrotrhliny – štádiom iniciácie sa začína etapou zmien mechanických (prípadne fyzikálnych) vlastností povrchu a následne vznikom krátkych trhlín, ktoré prechádzajú v objeme materiálu do magistrálnych trhlín,
- rastom mikrotrhlín – v reálnom technologickom procese. Výmena tanierov nastáva už pri vzniku nedovolenej dĺžky prvej trhliny, čím sa zabráni celkovému porušeniu a degradácii sklárskej formy.

Z metalografického hodnotenia je možno konštatovať, že mikroštruktúra materiálov tanierov po ich nasadení do výroby, je charakteristická nerovnomernou veľkosťou zŕn a veľkým výskytom karbidov, situovaných v sklzových pásmach na hraniciach austenitických zŕn (Obr. 1).



Obr. 1: Charakter východiskovej mikroštruktúry

Rozloženie a morfológia karbidických častíc môže spôsobiť citlivosť na vyvolanie procesu medzikryštálovej korózie. V prípade výskytu nežiadúcich fáz, ktoré majú svoje zakončenie v povrchu sklárskeho taniera, dochádza k vnikaniu pary alebo maziva do materiálu. Tým sa urýchlí celkový proces degradácie. Najviac sa tieto nežiaduce procesy v priebehu teplotného procesu, prejavovali v rôznych lokalitách na funkčnom povrchu tanierov, kde po mechanickom spracovaní zostávali stopy po reznom nástroji [9, 10].

Najväčším nebezpečenstvom pre sklárske taniere je výskyt nekovových inklúzií, ktoré sú pri tepelnom a mechanickom zaťažovaní centrom lokálnych koncentrátorov napätí. V týchto mikroobjektoch následne dochádza k urýchleniu degradačného procesu materiálu taniera [10, 11].

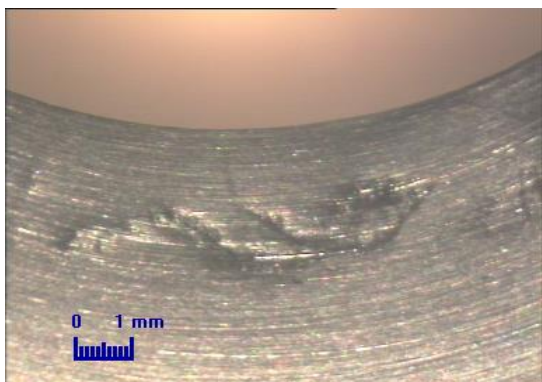
Metalografické hodnotenie

Pri metalografickom hodnotení tanierov, náhodne vybraných z prevádzky, sú pozorované charakteristické typy poškodenia pracovnej plochy, ako je: obvodová chyba, trhlina, porušenie vnútorného priemeru, zvlnenie vnútorného okraja a pod. (Obr. 2 až obr. 5). Príklady toho, ako vyzerá nasadenie tanierov do prevádzky, počet cyklov a renovácií a s tým súvisiace príčiny vyradenia tanierov z výrobného cyklu, uvádza Tab. 1.

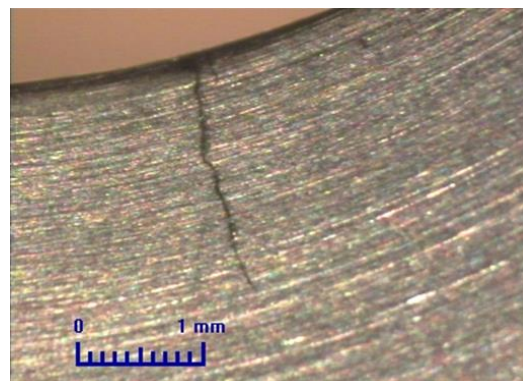
Tab. 1: Hodnotenie vybraných tanierov

	Prevádzka	Renovácia	Počet cyklov	Príčiny vyradenia
Tanier č. X	3x	2x	12065,45 cyklov	deformovaný vnútorný priemer = obvodová chyba, prasknutý
Tanier č. Y	4x	3x z toho naváraný	2x3493,25 cyklov	porušený vnútorný priemer (odlomenie, obvodová chyba)
Tanier č. Z	4x	3x	2158,75 cyklov	zvlnený vnútorný okraj, nerovný, dosekaný povrch

Obvodové chyby, ktoré boli vizuálne identifikovateľné, vznikali tepelným zaťažením, ktoré vyvolávalo únavu materiálu v dôsledku lokálnych teplôt v miestach minimálnej hrúbky taniera (Obr. 2). Trhliny sa šírili prednostne po hraniciach zŕn a boli typické tým, že u sklárskych tanierov sa vyskytovali kolmo na dotyčnicu ich vnútorného obvodu (Obr. 3).



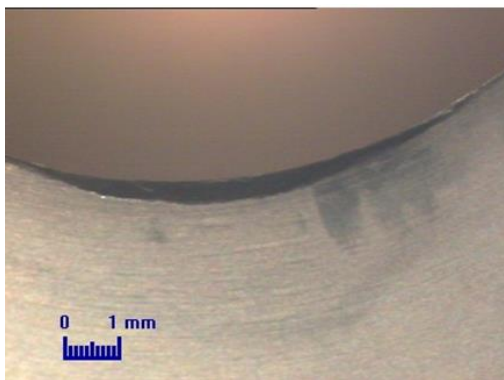
Obr. 2: Tanier X, obvodová chyba



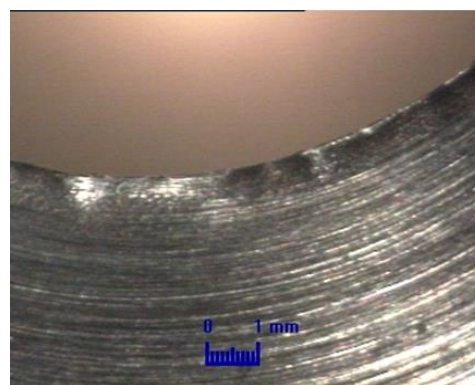
Obr. 3: Tanier X, priečna trhlina

Špecifický druh chyby je na (Obr. 4) na vnútornom obvode taniera, ktorá mohla vzniknúť pri výrobe sklárskeho taniera, čím sa stala „slabým miestom“. To sa ako prvé lokálne prehrialo a následne došlo ku zdeformovaniu tenkej vrstvy. V agresívnom prostredí výrobnéj linky, kde sa využíva predohrev foriém plynovým horákom, dochádza prednostne k oxidovaniu materiálu (viď povrchové čierne škvrny) [12].

Ďalšia obvodová chyba je typická pre povrchy, kde sa vyskytujú stopy, vytvorené mechanickým pôsobením nástroja, kedy ostávajú ryhy a nerovnosti, pričom výsledkom bola deformácia okrajov (Obr. 5).



Obr. 4: Tanier Z, porušený vnútorný priemer



Obr. 5: Tanier Z, obvodová chyba, nerovný povrch

V prípade, keď dochádza k renovácii tanierov je možné, že dôjde k zmene štruktúry ocele. Pokiaľ sa jedná o renováciu v najtenšej oblasti taniera (na obvode), dochádza vždy k výraznej zmene mikroštruktúry sklárskeho taniera. Pozdĺžny metalografický výbrus dokumentuje vznik kolumnárnych zŕn v najcitlivejšej oblasti sklárskeho taniera v priebehu teplotného pôsobenia pri naváraní (Obr. 6). Takýto spôsob renovácie sa v sklárskom priemysle pomerne často využíva, pretože po prebrúsení a preleštení, povrch sklárskeho taniera vyzerá vizuálne nezmenený. Až keď je tanier zaradený späť do výrobného procesu, prevádzka preukáže, či renovácia predĺžila životnosť sklárskych tanierov vzhľadom na jej predchádzajúcu vyčerpanosť, alebo urýchlila degradáciu [11, 12].



Obr. 6: Tepelne ovplyvnená oblasť po renovácii taniera - výskyt stĺpcovitých zŕn návaru

Na základe hodnotenia je možné konštatovať, že životnosť súčastí sa renováciou nemusí predĺžiť, ale naopak renovácia degradovaných tanierov a opätovné vkladanie renomovaných tanierov do liniek môže pre samotnú sklársku výrobu znamenať stratu času, financií (pracovné miesta zväračov, materiál, náradie pod.) a v neposlednej rade nepodarky sklárskych výrobkov.

Záver

Využívanie austenitických nehrdzavejúcich ocelí v sklárskom priemysle si vyžaduje dodržanie výrobných procesov, chemického zloženia a vytvorenie zrkadlového povrchu materiálov súčastí, ktoré sú v interakcii so sklovinou.

Vstupné kontroly nových sklárskych tanierov musia zabezpečiť funkčné povrchy bez akéhokoľvek poškodenia, zmeny farby povrchu, lesku alebo dokonca nespojitost' vo forme výskytu intermediárnych fáz alebo trhlín.

Vo všeobecnosti sa využíva vizuálna a kapilárna kontrola, ktorou je možné sledovať aj drsnosť povrchu taniera. Z toho dôvodu sa odporúča náhodný výber materiálu skontrolovať aj metalograficky, či je dodržaná mikroštruktúra a nevyskytujú sa v nej nejaké nepovolené častice (nitridy, sulfidy alebo karbidy).

Manipulácia s novými sklárskymi taniermi (pri balení, vkladanie do linky a pod.) musí byť vykonávaná s maximálnou šetrnosťou, pretože austenitické ocele sú citlivé na vonkajšie mechanické rázy.

Austenitické štruktúry sú veľmi citlivé na mazuty pri 700°C, kedy dochádza ku ich spaľovaniu, čím môžu urýchliť koróziu, eróziu a iné opotrebenie, vedúce k ich degradácii. Degradácia funkčného pracovného povrchu vedie následne ku vzniku nepodarkov sklárskych výrobkov. Veľmi dôležité je dodržanie rozmerovej presnosti, (hrúbky a vnútorného priemeru) celej sklárskej formy a teda aj tanierov.

Záverom je možno konštatovať, že životnosť prevádzkových sklárskych tanierov bude ovplyvňovať predovšetkým ich funkčný povrch, ktorého kvalita je závislá na:

- dodržanie chemického zloženia materiálu
- technologickom procese výroby tanierov
- renovácii tanierov
- homogenite austenitu
- teplote predohrevu foriem
- charakteru ohrevu (elektricky, plynom)
- optimálnom mazaní formy
- priebežnej kontrole (aj vstupné)
- manipulácii s taniermi.

Akékoľvek nedodržanie niektorých z uvedených podmienok bude viesť k degradácii povrchov tanierov, ktoré následne spôsobí nepodarkovosť výrobkov zo skla.

Predložená práca je príkladom toho ako je kvalita funkčných povrchov dôležitá pre predikciu degradácie súčastí. Vzhľadom k tomu, že sú povrchy v prevádzke prvotným miestom zaťaženia je potrebné im venovať náležitú pozornosť už v primárnej výrobe.

Literatúra

- [1] ŠAŠEK, L.: Speciální technologie skla I. Praha : VŠCHT, 1985, 145 s. ISBN 80-7080-127-1.
- [2] FANDERLÍK, I.: Vlastnosti skiel. Praha : INFORMATORIUM, 1996. 302 s. ISBN 80-85427-91-5.
- [3] HAZLINGER, MORAVČÍK, R, ČAPLOVIČ, L.: Degradáčne procesy a predikcia životnosti. 1. vyd. Bratislava : STU, 2010. 223 s. ISBN 978-80-227-3334-2.
- [4] VÁCLAV, M., JAROMÍR, S.: Specialni kovove materialy. Praha : ČVUT, 2008, 118 s. ISBN 978-80-01-04212-0.
- [5] KRAUS, V.: Povrchy a ich úpravy. 1 vyd. Plzeň : Západočeská univerzita, 2000. 216 s. ISBN 80-708-266-81.
- [6] ČÍHAL, V. Korozivzdorné oceli a slitiny. Praha : Akadémia, 1999, 19-170 s. ISBN 80-200-0671-0.
- [7] HAJDUCHOVÁ, L.: Austenitické ocele ako progresívny materiál pre mechanicko – teplotne namáhané súčiastky. Dizertačná práca. Školiteľ prof. Ing. Františka Pešlová, PhD. Púchov : Katedra materiálového inžinierstva FPT Púchov 2007. 202s.
- [8] SHACKELFORD, J., DOREMUS, F.: Ceramic and glass materials: structure, properties and processing. New York : Springer, 2008. ISBN 03-877-3361-2.
- [9] JANEKOVÁ, M.: Vplyv pôsobenia skloviny na mikroštruktúru kovu. Dizertačná práca. Školiteľ prof. Ing. Františka Pešlová, PhD., Trenčianska univerzita A. Dubčeka v Trenčíne, FPT Púchov, Katedra KMI, 2007
- [10] JANOVEC, J., DOMÁNKOVÁ, M., GRGAČ, P.: Progresívne materiály a technológie. Bratislava: STU Bratislava. 2008. 226 s. ISBN 978-80-8096-076-6.
- [11] JANEKOVÁ, M, KOŠTIALIKOVÁ, D, DUBEC, A, PESLOVÁ, F, BURGET, M,: Vplyv teplotného zaťaženia na konštrukčný prvok v sklárskom priemysle. Hutnícké listy. ISSN 0018-8069. Roč. LXIX, č.5 (2016), s. 14-17
- [12] CHOVANCOVÁ, M., FELLNER, P. ŠPIRK, E.: Základy korózie a povrchovej úpravy kovových materiálov. Bratislava : STU, 2002. 269 s. ISBN 80-227-1688-X.

Podakovanie

This work was supported by the Slovak Grant Agency VEGA 1/0649/17, VEGA 1/0589/17, KEGA 007TnUAD-4/2017, and resulted from the project "Center for quality testing and diagnostics of materials", ITMS code 26210120046 relating to the Operational Program Research and Development funded from European Fund of Regional Development.

Ohlédnutí za seminářem „Smalty 2018“

Ing. Jakub Svoboda – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Nově vzniklá odborná skupina povrchových úprav sdružující zájemce z výrobních firem, uměleckých kruhů, odborných škol a výzkumu, uspořádala v závěru minulého roku odborný seminář „Smalty 2018“, který se uskutečnil pod patronací Centra povrchových úprav – CPU a Centra technického vzdělávání a informací – CTIV na Ústavu strojírenské technologie, Fakulty strojní ČVUT v Praze, dne 13. 12. 2018.

Po úvodním slově doc. Ing. Viktora Kreibicha, CSc. který přivítal více jak třicet přítomných účastníků semináře a zdůraznil nezbytnost a nezastupitelnost této technologie v průmyslové praxi následovaly jednotlivé odborné přednášky specialistů z jednotlivých oblastí oboru Smalty a Smaltování.

Ing. Josef Pawlas z firmy na výrobu smaltěřských materiálů (Mefrit Mělník) shrnul ve své přednášce poznatky o používaných materiálech pro smaltování a to i s ohledem na budoucí vývojové směry i aplikace v průmyslové praxi.

Odbornou přednáškou o významu smaltování pro extrémně namáhané povrchy velkých výrobních celků a zařízení navázal JUDr. Vladimír Sitta, MBA ze společnosti Vítkovice ENVI a.s., který zároveň seznámil přítomné s problematikou smaltování velkorozměrných tlustých plechů a konstrukcí ve smaltovně v Ostravě Vítkovicích, která svou současnou činností úspěšně navázala na „Vítkovické“ tradice a je orientována nejen na povlakování výrobků z Vítkovic, ale spolupracuje v současné době jako největší smaltovna se zájemci z celé republiky i ze zahraničí.

Specialista na výrobu i opravy pecí Ing. Zdeněk Svoboda, který promluvil o možných řešeních těchto důležitých zařízení pro smaltování, respektive optimálních způsobech ohřevu při smaltování.

Paní Magdalena Urbanová ve svém vystoupení představila přední specialisty z oblasti uměleckého smaltování a velmi zasvěceně promluvila o této odborné sféře smaltování i s ohlédnutím na historii smaltování a především na aktivity specialistů z uměleckých kruhů u nás a v zahraničí.

Po diskuzním fóru následovalo krátké setkání s přednášejícími a kolektivem, který tuto akci Připravil. Byly probrány cíle na nejbližší období, příprava setkání smaltěřů v Brně (termín bude brzy všem zájemcům oznámen) a místo exkurze do provozů.

Zároveň byla přijata nabídka redakce časopisu „Povrcháři“ publikovat v tomto odborném periodiku, který sdružuje v současnosti více jak 2000 adres povrchářů z Čech, Moravy i Slezska, který je na vyžádání elektronicky zasílán všem zájemcům. Pokud máte i Vy zájem o tyto povrchářské informace, přihlaste se k odebírání na adrese info@povrchari.cz.

Pišťe, telefonujte, mailujte ať vlastní silou a společně navážeme na tradice smaltování ku prospěchu každého z tohoto nově vznikajícího kolektivu a neformální odborné společnosti Smalty.

Odborné vzdělávání



CENTRUM PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Centrum pro povrchové úpravy v rámci celoživotního vzdělávání v oboru povrchových úprav připravuje následující kurzy:

POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ KOROZNÍ INŽENÝR

(způsobilost v tomto oboru lze prokázat akreditovanou
kvalifikací a certifikací dle standardu APC Std-401)

ZAHÁJENÍ STUDIJNÍHO PROGRAMU – 12. 2. 2019

Rozsah kurzu:

2. semestrové studium - 144 hodin

Informace o kurzu, učební plány a přihláška na:

www.povrchari.cz



GALVANICKÉ POKOVENÍ

PŘEDPOKLÁDANÉ ZAHÁJENÍ KURZU – DUBEN/KVĚTEN 2019

Kurz je určen pro pracovníky galvanických provozů, kteří potřebují doplnit vzdělání v této kvalifikačně náročné technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům a získat potřebné vědomosti o technologiích galvanického pokovení. Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků galvanoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu galvanických povlaků. Postupně je probírána problematika této technologie v celém rozsahu potřeb pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Příprava povrchu před pokovením
- Principy vylučování galvanických povlaků
- Technologie galvanického pokovení
- Následné a související procesy
- Bezpečnost práce a provozů v galvanovnách
- Zařízení galvanoven
- Kontrola kvality povlaků
- Ekologické aspekty galvanického pokovení
- Příčiny a odstranění chyb v povlacích
- Exkurze do předních provozů povrchových úprav

Garanti kurzu:

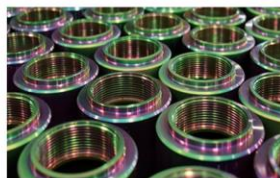
doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Ing. Petr Szelag (Pragochema spol. s r.o.)

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)
(3 x 2 dny)

Více informací a přihlášku naleznete na:

www.povrchari.cz



V případě zájmu připravíme kurzy z oboru povrchových úprav dle požadavků Vaší firmy.

info@povrchari.cz

+420 602 341 597 - doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

+420 605 868 932 - Ing. Jan Kudláček, PhD.



WWW.POVRCHARI.CZ

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

POVLAKY Z PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ

ZAHÁJENÍ KURZU – Duben 2019

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

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků lakoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu realizovaných povrchových úprav. Postupně je probrána problematika této technologie v celém rozsahu potřebám pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Základy koroze a protikorozní ochrany
- Předúpravy povrchů
- Práškové plasty
- Technologie práškového lakování
- Bezpečnost práce a provozů v lakovnách
- Zařízení a vybavení práškových lakoven
- Kontrola kvality povlaků
- Příčiny a odstranění vad v povlacích
- Související procesy (zdroj vzduchu a jeho čištění, vytvrzovací pece aj.)

V případě potřeby připravíme program dle požadavků firmy.

Garanti kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)
(3 x 2 dny)

Předpokládané zahájení kurzu:

Duben 2019

Více informací:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. +420 602 341 597
Ing. Jan Kudláček, Ph.D. +420 605 868 932

info@povrchari.cz

Odborné akce



Česká společnost pro povrchové úpravy, z.s., Lesní 2946/5, 586 03
Jihlava

52. ročník celostátního Aktivu galvanizérů

Vážení přátelé,

Česká společnost pro povrchové úpravy opět připravuje tradiční setkání odborníků v oblasti povrchových úprav - **52. ročník celostátního Aktivu galvanizérů v Jihlavě** - se uskuteční v hotelu Gustav Mahler ve dnech

5. a 6. února 2019.

Ústřední téma přednášek i diskusí dvoudenního jednání 52. ročníku:

Průmyslová revoluce a povrchové úpravy
(Průmysl 4.0 a povrchové úpravy)

Kontakt:

PhDr. Drahomíra Majerová, tajemnice ČSPU,

tel. 737 346 857,

email: cspu@seznam.cz



POŘÁDÁ

3/4 – 4/4/2019

ODBORNÝ SEMINÁŘ

TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ

HOTEL

ZÁMEK ČEJKOVICE



PARTENER

BVV

Veletrhy
Brno

Rámcový program semináře

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

W POVRCHARI.CZ

Stainless2019

10th International Stainless Steel Fair



15.–16. května 2019 Brno / Česká republika

Až se 15.–16. května 2019 otevrou vstupní brány

10. mezinárodního veletrhu koroziuvzdorných ocelí Stainless 2019,

stane se Brno centrem setkání reprezentantů mezinárodního průmyslu koroziuvzdorných ocelí.

www.Stainless2019.com

BVV 
Veletrhy
Brno

Inzerce



*Nabízíme dodávky zinku
pro žárové a galvanické
technologie
ve kvalitě SHG 99,995 % Zn min.*

Dodávky do týdne, zpětný odběr odpadů, výhodné ceny.

*Více informací na emailu dodavky-zinku@seznam.cz
nebo na telefonu 602 341 597*

Reklamy



Certifikační sdružení pro personál - APC, z.s.

NABÍDKA SLUŽEB

Podnikatelská 545, 190 11, Praha 9

**KVALIFIKACE
A CERTIFIKACE**



APC jako nejstarší akreditovaný certifikační orgán NDT v ČR zajišťuje personální certifikaci a kvalifikaci technického personálu.

APC je akreditováno Českým institutem pro akreditaci (ČIA, o. p. s.)

v souladu s požadavky normy ČSN EN ISO / IEC 17024 : 2013 pro NDT metody AT, ET, FT, LT, MT, PT, RT, UT a VT.

Pro pracovníky v oboru:

➔ NEDESTRUKTIVNÍ DEFEKTOSKOPIE

- nedestruktivní defektoskopie podle standardu **Std-101 APC**
- specifické činnosti NDT standard **Std-202 APC**
- specifické činnosti NDT standard **Std-201 APC**

➔ KOROZE A PROTIKOROZNÍ OCHRANY

- koroze a protikorozní ochrana standard **Std-401 APC**

➔ TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ KOVŮ

- tepelné zpracování kovů standard **Std-402 APC**

Jak získat **CERTIFIKÁT APC** v osmi snadných krocích?

- 1.** *Podáte* přihlášku ke školení
- 2.** Školení
- 3.** Osvědčení o školení + praxe
- 4.** *Podáte* přihlášku ke zkoušce
- 5.** Zkouška
- 6.** Osvědčení o zkoušce
- 7.** *Podáte* žádost o certifikát
- 8.** Vydání certifikátu APC



Kontaktujte nás: www.apccz.cz apc@apccz.cz tel.: 246 061 395

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



S.A.F. Praha spol. s r.o.

Výrobce a dodavatel zařízení pro povrchové úpravy

Vybíralova 975/3, 198 00 Praha 9 (sídlo)

Příšimasy 38, 282 01 Český Brod (pracoviště)

Tel.: +420 321 672 815

Email: info@saf.cz

- Tlakovzdušné tryskací komory
- Pneumatické tryskací boxy
- Automatické tryskací stroje s metacími koly
- Odlučovače prachu
- Metalizační pracoviště
- Lakovací a odmašťovací kabiny
- Zavážecí vozy
- Příslušenství



www.saf.cz



EKO-CHEM-PPÚ
s.r.o.

ROGAL

je značka moderních přípravků pro povrchovou úpravu

Přípravky ROGAL jsou ekologicky šetrné a ekonomicky výhodné pro Váš provoz povrchových úprav.

Nabízíme přípravky pro celý proces eloxování, elektrolytické i chemické odmašťování, fosfátování, stahování vadných galvanických povlaků a další.

Kvalita našich přípravků je sledována vybudovaným systémem řízení jakosti.

Těšíme se na spolupráci s Vámi.

Kontaktujte nás:

EKO-CHEM-PPÚ s.r.o.

679 61 LETOVICE, Pražská 76

tel.: 516 474 148, mobil: 721 731 160, 602 787 061

www.ekochem-ppu.cz e-mail: ekochem@sendme.cz



Ekomaziva s.r.o.

Výrobky pro lakování, galvanizaci i anodickou oxidaci

Maskování: krytky, zátky, pásky, nátěry



Závěšová technika: háky a závěsy (ocel vč. nerez a pružinové, mosaz, měď, titan, hliník), možnost poplastování.



Galvanizační bubny, kontaktní a čisticí lůžka, katody, kabely, filtrační čerpadla, odstředivé sušičky



Ekomaziva s.r.o., info@ekomaziva.cz, +420 374 802 803, www.ekomaziva.cz

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

Redakční rada

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

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

Ing. Jakub Horník, 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 vyšší čísla je možné stáhnout na www.povrchari.cz

Vydavatel

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605 868 932

Povrcháři ISSN 1802-9833

Časopis Povrcháři byl vybrán v roce 2011 jako kvalitní pokračující zdroj informací u Českého národního střediska ISSN.

Tento on-line zdroj je uchováván jako součást českého kulturního dědictví.