

Povrcháři

3. číslo Květen 2017

Technologie žárových nástřiků: Aplikace, kvalita povlaků a rizika při jejich výrobě

Využití UV vytvrditelných laků v průmyslu, aplikace pomocí robota

Tryskací zařízení pro budoucnost – pro čištění různorodých klikových hřídelů

Co (ne)víme o zinku

Laserové čištění plastikářských forem

Tribologické vlastnosti fluoropolymerů ve strojírenství

Výzkum, vývoj a použití inovativního fotokalytického nátěrového systému

Slovo úvodem

Vážení povrcháři a strojaři,

vítejte v krásném májovém čase plném pohody, klidu na práci, důležitých svátků a hlavně dobře vykonávané práce, nejen na povrchu, ale i ve vyšších vrstvách.

Původně jsme měli oba společně připravený úplně jiný úvodník i obsah Povrcháře, ale pak jsme si to rozmysleli a chtěli být „IN“ a taky to „skončit“..... Ale teď jsme došli k závěru, tedy spíš já jsem došel.... Že už to s ním dělat nebudu.... A že prý nápodobně.... To mi řekl.... Řeknu Vám to tedy tentokrát úplně po pravdě..... Že prý píšu Povrcháře školní propiskou..... To řekl.... A co on?! Ať dokáže kde si koupil náplně..... Že prý je to už dávno, ještě před tím než začal dělat Povrcháře..... A že prý dostal celou propisku, ale již neví kde.... Ví to moc dobře, má ji z EU, je to tam na ní napsáno.

A navíc píše s chybama..... Já jsem slepil jeho desky od počítáku ze 4. třídy s mou písankou, a těch chyb co tam má.... Každému, kdo má zájem, to můžu ukázat.... Nadpis i jeho jméno i ty chyby..... Teď mi tady říká, že Jirásek taky psal všechno školním inkoustem..... Ne, krást se nemá a nebudu. A navíc já si přeci nebudu zvykat na inkoust..... Myslí si, že když mě srovná s Jiráskem, tak já se z toho..... No ale něco na tom je..... Jirásek a Já?.... Ne.... Já a Jirásek..... No ještě to s ním zkusím.

A navíc, to by se mu líbilo, teď skončit, když se musí připravit Fórum o „Zinku“ v Hustopečích.... Co je ale zajímavé?.... Proč pořád na Moravě.... V Čejkovicích, na Myslivně, v Hustopečích.... Prý o „Zinku“.... A taky říkal, že tam pálí z mandlí, a že to je moc fajnové pití.... No uvidíme.... Ale to v programu není, to se nedá.... To by Naši pantátové mysleli, že tam jezdíme jen košťovat a slopat a nechali by nás všechny doma.... Tak Vážení nenechte nás v tom samotné. Přihláška i program je v povrcháři a Fórum o zinku je v Hustopečích (a kdo bude chtít, ukážu mu ten jeho počíták).

Za Povrcháře zdraví všechny povrcháře.



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

P. S.: Ještě pár důležitých řádek, abychom nezapomněli co je hlavní!

V tento májový čas je potřeba myslet více než kdy jindy, na ty co máme všichni nejraději. A to nejen proto, že mají v květnu svátek. Tak na závěr s poděkováním jednu malou „čítankovou“ od básníka Jiřího Žáčka.

K čemu jsou holky na světě?

Aby z nich byly maminky,

aby se pěkně usmály

na toho, kdo je malinký.

Aby nás měl kdo pohládit

a povědět nám pohádku.

Proto jsou tady maminky,

aby náš svět byl v pořádku.

Žijeme totiž ve světě, jenž řečeno slovy básníka, vůbec není v pořádku. A tak nám to nesmí být jedno a něco málo pro to každý musíme udělat!

Technologie žárových nástřiků: Aplikace, kvalita povlaků a rizika při jejich výrobě

Ing. Ladislav Čelko, Ph.D., Ing. David Jech, Ing. Pavel Komarov, Ing. Michaela Remešová, Ing. Ivana Ročňáková, Ph.D. – Výzkumná skupina Charakterizace materiálů a pokročilé povlaky, CEITEC - Středoevropský technologický institut, Vysoké učení technické v Brně

Úvod

Z pohledu základních skupin povrchových úprav dlouhodobě náležely žárové nástřiky do oblasti technologií umožňující přípravu funkčních povlaků o tloušťkách od 50 až do 1200 μm na povrchu tvarově relativně jednoduchých součástí, kde nalézaly uplatnění přednostně při opravě zmetkovitých součástí pocházejících ze strojírenské výroby či při renovaci součástí poškozených provozem s cílem doplnění požadovaného rozměru a/nebo zvýšení jejich provozní životnosti. V důsledku rychlého rozvoje velmi přesné strojírenské výroby využívající programovatelné CNC stroje a technologie 3D tisku je však podstatná část tohoto trendu na postupném ústupu, a v současnosti jsou tak identifikovány nové směry pro využití tohoto typu technologií již v oblastech samotné prvovýroby. Proto je tento příspěvek zaměřen nejen na představení základních technologií řazených do skupiny žárových nástřiků, rizik spojených s přípravou a výslednou kvalitou povlaků, ale i na představení nových trendů v této skupině technologií, materiálů a potenciálních aplikací přesahující současné omezení těchto technologií přípravy funkčních povlaků.

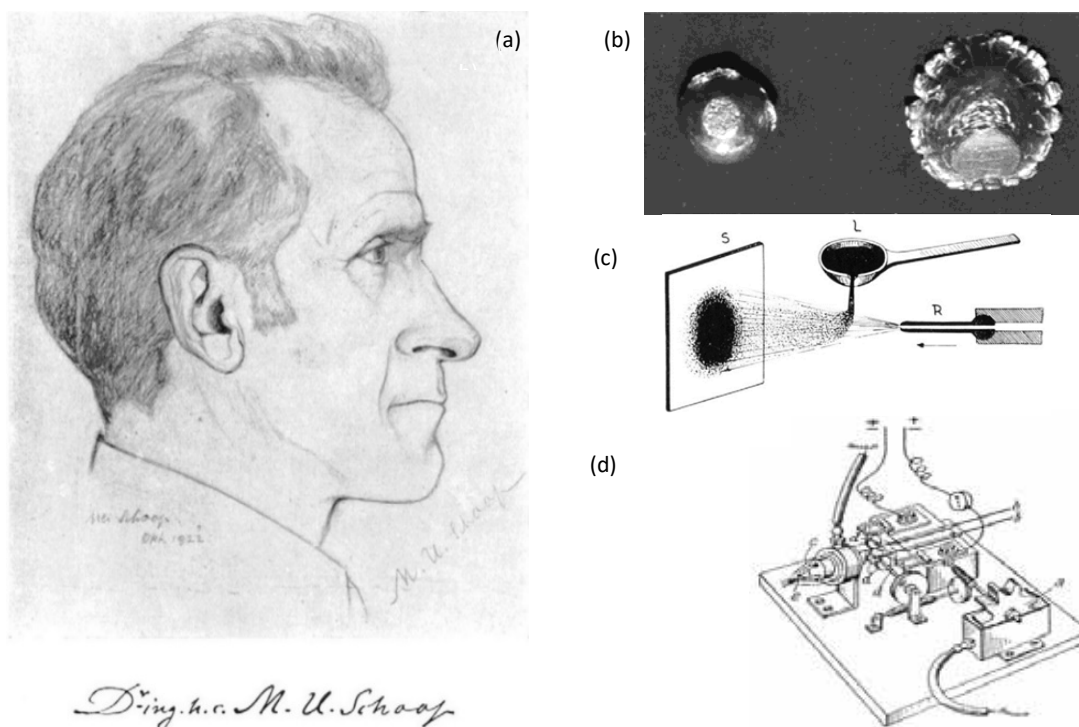
Historie technologií žárových nástřiků

Zakladatelem a otcem, v dnešní době již velmi rozsáhlé skupiny technologií žárových nástřiků, byl Dr.-Ing. h.c. Max Ulrich Schoop (obr. 1a), který se narodil 10. 4. 1870 ve Frauenfeldu a svět opustil 29. 2. 1956 v Zürichu. Za dobu své aktivní kariéry ve výzkumu a vývoji byl původcem více než

50 patentů z oblastí vývoje akumulátorů, elektrolyzy, fotografie, tisku, svařování hliníku, a samozřejmě žárových nástřiků. Vědeckou komunitou byl za svůj přínos oceněn Zlatou medailí Johna Scotta (1914 – BFIT Philadelphia), čestným doktorátem (1923 – TU Braunschweig) a v roli zakladatele vstoupil in memoriam do síně slávy technologií žárového nástřiku (1994 – ASM Thermal Spray Society).

Samotná myšlenka žárového nástřiku se zrodila, tak jak tomu někdy bývá zcela náhodně na jaře roku 1909, kdy Dr. Schoop na lavičce v parku pozoroval skupinku hochů střílejících olověné broky ze vzduchové pistole značky Flobert na zeď tamní budovy. Pověsil si tak, že při nárazu broku na cihlu dochází nejen k jeho zploštění v důsledku plastické deformace, ale i jeho ulpění na jejím povrchu (obr. 1b). První patent na žárový nástřik, kde bylo využito taveniny dávkované z lící pánve do proudu stlačeného vzduchu generovaného tryskou (obr. 1c), tak byl přihlášen k německému úřadu pro ochranu průmyslového vlastnictví již na podzim roku 1909. Celé čtyři roky do jeho udělení v roce 1913 pak trvaly zdoluhavá vyjednávání s patentovými referenty, kteří svým zamítavým postojem připodobňovaly tento proces nanášení roztavené čokolády na povrch věhlasných belgických pralinek. Druhým zásadním milníkem vývoje technologie žárových nástřiků bylo přihlášení patentu Friedou Neningerovou (druhou ženou

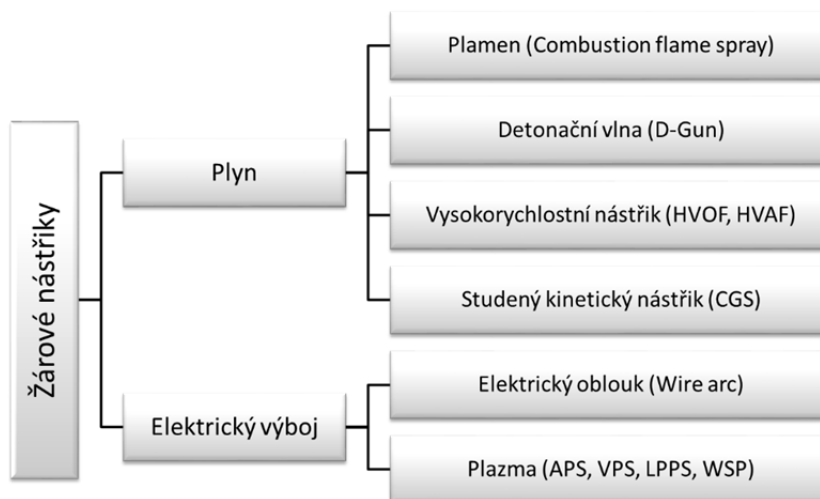
M. U. Schoopa) v roce 1918 na žárový nástřik elektrickým obloukem. Tento proces jako první využíval zdroj elektrické energie k tvorbě taveniny, jež byla urychlována směrem k povrchu povlakovaného materiálu. Postupným vývojem v čase a objevem schopnosti ionizace plynů bylo v období po druhé světové válce zkonstruováno zařízení využívající pro depozici funkčního povlaku stejnosměrného zdroje plazmatu.



Obr. 1: Historie technologie žárových nástřiků: (a) Dr.-Ing. h.c. Max Ulrich Schoop – zakladatel skupiny technologií žárového nástřiku, (b) deformace olověného broku po výstřelu vzduchovou pistolí značky Flobert na povrchu cihly, (c) schématické znázornění principu žárového nástřiku z prvního uděleného patentu v této vývojové oblasti, a (d) schématické znázornění principu žárového nástřiku elektrickým obloukem.

Technologie žárových nástřiků

Před zařazením technologií žárových nástřiků do procesu výroby je nezbytné si uvědomit, že žárový nástřik není svářecí proces, a že povlak, který vzniká je vytvářen roztavenými nebo natavenými částicemi keramiky, kovu a/nebo polymeru jenž je urychlován v proudu plynu k předem připravenému základnímu materiálu. Existuje tak dle jednotlivých technologií celá řada parametrů, které pak ovlivňují jeho výslednou kvalitu. Vlastní technologie žárového nástřiku pak lze rozdělit do jednotlivých skupin zejména podle zdroje tvorby plamene, jenž je využit pro natavení nebo roztavení přídavného materiálu (obr. 2). Mezi tyto technologie patří: (i) nástřik plamenem, (ii) nástřik detonační vlnou, (iii) vysokorychlostní nástřik plamenem, (iv) studený kinetický nástřik, (v) nástřik elektrickým obloukem, a (vi) nástřik plazmatem. Každá z těchto základních technologií má své výhody použití, ale i svá omezení, které jsou definovány jejich vstupními materiály a dosažitelnými technologickými parametry.



Obr. 2: Základní rozdělení technologií žárových nástřiků.

Žárový nástřik plamenem

Jedná se o nejstarší technologii žárového nástřiku, kde pro nástřik povlaku je přiváděn přídavný materiál ve formě drátu (obr. 3a) nebo prášku (obr. 3b), který vstupuje do zapálené směsi plynů (kyslík-acetylen, kyslík-propan-butan nebo kyslík-propylen) ve které je urychlován směrem k základnímu materiálu. Teplota plamene se pohybuje v závislosti na požadavku redukční, neutrální nebo oxidační atmosféry v rozmezí 2700 – 3100 °C. Rychlost dopadu natavených nebo roztavených částic je nízká 40 – 100 m/s. V důsledku nízkých dopadových rychlostí je rovněž i nízká adheze povlaku 15 – 25 MPa k základnímu materiálu, a tento typ nástřiku je tak využíván zejména pro staticky a/nebo atmosféricky nanášené povlaky. Nejčastěji bývá využívána pro nástřik povlaků z nízko-tavitelných kovů na bázi Al, Zn, Cu a jejich slitin. Doporučená tloušťka povlaku se pak pohybuje mezi 0,1 – 0,8 mm. Je také potřeba počítat s vysokou porozitou pohybující se mezi 6 – 15 %. I přes tyto nevýhody, vycházející zejména z nižší kvality nanášeného povlaku je nezměrnou výhodou této technologie velmi nízká provozní ekonomická nákladnost tohoto procesu.



Obr. 3: Hořáky pro nástřik plamenem s výchozím přídavným materiálem ve formě (a) drátu, a (b) prášku.

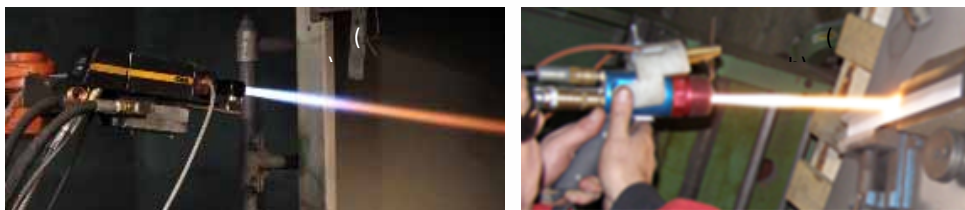
Nástřik detonační vlnou

Jedná se o technologii nástřiku povlaku, kde je do pracovní komory přiváděn přídavný materiál ve formě prášku společně se směsí kyslíku s acetylenem, která je zapalována elektrickou svíčkou v definovaných intervalech (až 100x / min). Při zapálení směsi tak dochází současně k detonaci a tavení přídavného materiálu, jenž je urychlován směrem k základnímu materiálu. Teplota plamene se pohybuje v rozmezí 2700 – 3100 °C. Rychlost dopadu natavených nebo roztavených částic je však velmi vysoká > 1000 m/s, čemuž odpovídá i vysoká adheze povlaku ≥ 70 MPa. Doporučená tloušťka povlaku se pohybuje mezi 0,1 – 2,0 mm s porozitou < 1 %. Tato technologie byla vyvinuta speciálně pro nástřik cermetů.

Vysokorychlostní nástřik plamenem

Vysokorychlostní nástřik plamenem byl vyvinut z výše uvedené technologie nástřiku detonační vlnou a v současnosti nabízí již několik derivátů v podobě kontinuálního spalování směsi kyslíku a kerosinu (HVOF s kapalným palivem – Obr. 4a), kyslíku a propanu či kyslíku a ethenu (HVOF s plynými palivy – Obr. 4b), nebo nově i směsí kyslíku a etanolu nebo směsí vzduchu, kyslíku a propanu, propylenu či zemního plynu (HVOF). Do hořáku je pak přes konvergentně-divergentní dýzu za vysokého tlaku nosného plynu, nejčastěji dusíku, přidáván materiál ve formě prášku a urychlován v průběhu depozice až na supersonické rychlosti. Výhodou zůstává nízká teplota plamene 2700 – 3100 °C pro technologie HVOF nebo 1900 – 1950 °C pro technologie HVOF, snižující míru nežádoucí oxidace přídavného materiálu v průběhu nástřiku. Dopadové rychlosti částic

se pohybují v rozmezí 400 – 1000 m/s pro HVOF a > 1000 m/s v případě HVOF. Povlaky nejčastěji z kovových materiálů na bázi MCrAlY, nebo cermetů vynikající velmi nízkou porozitou < 0,5 % a vysokou adhezí ≥ 60 MPa k základnímu materiálu.



Obr. 4: Hořáky pro vysokorychlostní nástřik plamenem (a) s kapalným palivem, a (b) s plynným palivem.

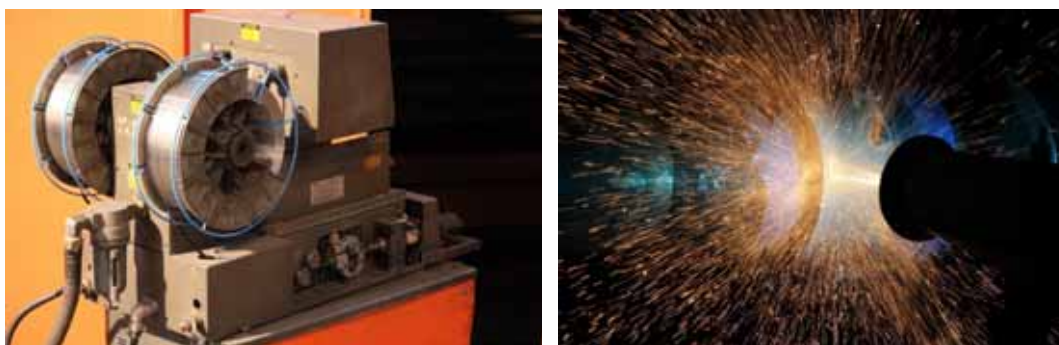
Studený kinetický nástřik

Využívá stlačeného plynu (dusík, hélium, vzduch), který je pro zvýšení viskozity a tlaku přehříván až na teploty 700 °C, jenž je společně s práškem přiváděn do Lavalovy konvergentně-divergentní trysky. Dochází tak k urychlení tuhých částic prášků, které jsou unášeny směrem k povrchu součásti. Je však zapotřebí s i uvědomit, že v případě studeného kinetického nástřiku není využíváno plamene k natavení nebo roztavení částic a pouze ohřáté částice jsou zastudena za pomoci mechanismu plastické deformace kineticky deponovány do povrchu základního materiálu. Rychlost částic přídavného materiálu, nejčastěji na bázi čistých kovů (Al, Cu, Ag, Pt), železných a neželezných slitin či jejich kompozitů se pohybuje v rozmezí

500 – 1200 m/s. Vytvářené povlaky o tloušťce v rozmezí 0,1 – 30 mm pak vynikají nízkou porozitou 1 – 3 % a vysokou adhezí 30 – 100 MPa k základnímu materiálu.

Nástřik elektrickým obloukem

Oproti plynným technologiím využívá tato technologie elektrického oblouku, který hoří mezi dvěma dráty a vytváří tak roztavené částice přídavného materiálu, které jsou za pomoci stlačeného vzduchu urychlovány směrem k povrchu základního materiálu (Obr. 5). Přídavný materiál je tak limitován pouze na elektricky vodivé dráty či plněné tyčinky, mezi nimiž vzájemně je možné vytvořit elektrický oblouk. Teplota oblouku se pak pohybuje mezi 3800 – 4000 °C. Dopadová rychlost roztavených částic je 100 – 240 m/s a tloušťka povlaku se běžně pohybuje mezi 0,1 – 15 mm. V kombinaci vysokého tlaku stlačeného vzduchu a nízké dopadové rychlosti částic se pohybuje porozita povlaku mezi 2 – 8 %.



Obr. 5: Technologie nástřiku elektrickým obloukem (a) podávací mechanismus a přídavný materiál ve formě drátu, a (b) průběh nástřiku elektrickým obloukem.

Plazmatický nástřik

V současnosti existuje řada modifikací stejnosměrného a radiofrekvenčního plazmatického nástřiku. V technické praxi využívanější stejnosměrný neizotermický plazmatický nástřik sestává z hořáku složeného z wolframové katody a měděné anody, mezi nimiž hoří elektrický oblouk a ve kterém je ionizován plyn (argon, vodík, dusík) za vzniku tak plazmatického prostředí do kterého je radiálně nebo axiálně radiálně podáván materiál

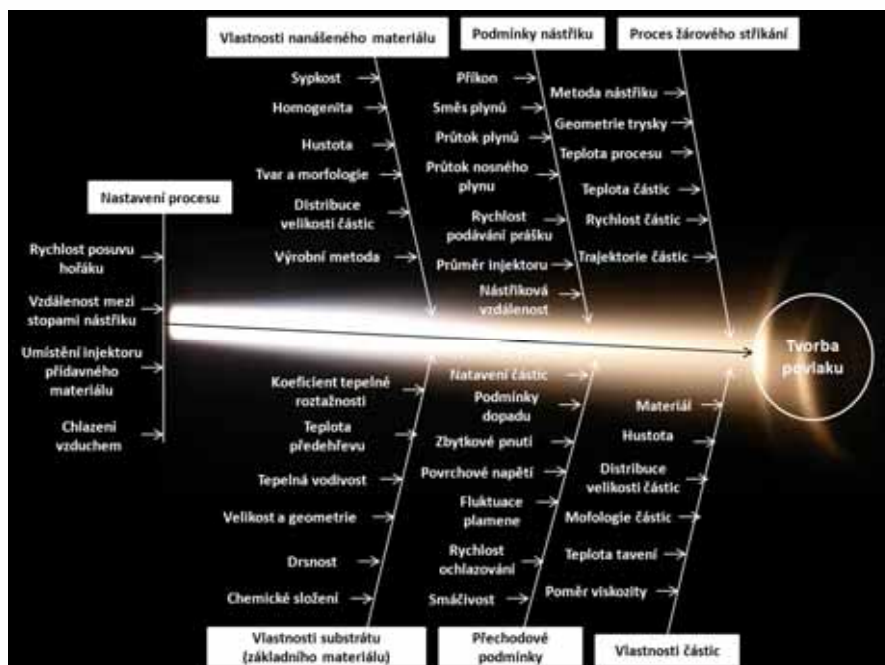
ve formě prášku. Tento je v prostředí plazmatu roztaven a v proudu plynů urychlen směrem k povrchu základního materiálu. Základní typy plazmatického nástřiku lze rozdělit následovně: atmosférický plazmatický nástřik (APS – Obr. 6a), plazmatický nástřik za sníženého tlaku (LPPS), plazmatický nástřik ve vakuu (VPS), vodou stabilizovaný plazmatický nástřik (WSP – Obr. 6b), hybridní plazmatický nástřik (WSP-H), podvodní plazmatický nástřik (UPS) nebo radiofrekvenční plazmatický nástřik (RFPS). Každá z těchto technologií pak dle svých možností, jakými jsou například vysoké teploty korony plazmatu 12000 – 25000 °C z pohledu roztavení jakéhokoli typu materiálu a rychlostí částic 60 – 400 m/s, umožňuje přípravu vysoce variabilních funkčních povlaků o tloušťkách od 0,05 – 3 mm s porozitou 2 – 8 % a adhezí 20 – 70 MPa.



Obr. 6: Technologie plazmatického nástřiku (a) atmosférický plazmatický nástřik, a (b) vodou stabilizovaný plazmatický nástřik.

Rizika a kvalita povlaků připravených žárovými technologiemi

Rizika přípravy povlaku a jeho výsledné parametry ovlivňuje množství parametrů, jež lze přímo spojit se znalostmi a vlastnostmi základního materiálu, zejména pak se způsobem jeho předpřípravy a maskováním, vlastnostmi přídavného materiálu, nastavení procesu, volby podmínek nástřiku, přechodovými vlastnostmi, vlastním procesem žárového nástřiku a vlastnostmi deponovaných částic, které jsou pro přehlednost blíže uvedeny na Obr. 7. S ohledem na zajištění vysoké reprodukovatelnosti a kvality nanášeného povlaku je v závislosti na nastavených parametrech procesu využíváno několik přístupů in-situ monitorování teploty plamene, a teploty, množství a rychlosti deponovaných částic (AccuraSpray, SpraySystem, DPVEvolution, apod.), které jsou dále na základě požadavků výsledné aplikace hodnoceny a přenastavovány na základě výsledků porozimetrie, měření fyzikálních vlastností a metalografických analýz, pokud však nejsou požadovány jejich další specifické metody testování.



Obr. 7: Technologické parametry procesu žárového nástřiku ovlivňující výslednou kvalitu povlaků.

Závěr

V současnosti lze nalézt povlaky připravované technologiemi žárových nástřiků prakticky v každém odvětví průmyslu, které specifikují požadavky na jejich výslednou životnost a kvalitu. Mezi základní pak patří zejména (i) povlaky odolné vůči opotřebení, které jsou aplikovány u hřídelů na funkční plochy pod ložiska, klikové hřídele, šroubovice, ojnice, náběžné hrany pluhů či lopatky vodních turbín, (ii) povlaky odolné vůči průrazu elektrickým proudem u ložisek a ložiskových štítů, kladek a kontaktů silnoproudých jističů, (iii) povlaky odolné vůči působení vysokých teplot nebo obrusitelné nacházející své uplatnění u statorových a rotorových lopatek leteckých či energetických turbín, spalovacích komor a ucpávkách leteckých motorů, (iv) povlaky pro medicínu využívané u zubních implantátů či kloubních náhrad a (v) povlaky se specifickými fyzikálními vlastnostmi, které pak definují jejich specifické oblasti využití.

Využití UV vytvrditelných laků v průmyslu, aplikace pomocí robota

Ing. Miroslava Banýrová – GALATEK a.s. Leděč nad Sázavou

Úvod

Využití UV vytvrditelných laků v průmyslu se neustále rozšiřuje, neboť tato technologie přináší ekologické a ekonomické výhody. Umožňuje snížení výrobních nákladů a energetické náročnosti, vykazuje nižší prostorové nároky na instalaci technologie, nízký nebo nulový obsah těkavých organických látek je spojen s výrazně nižšími emisemi do ovzduší a úsporou nákladů na jejich likvidaci.

Firma GALATEK a.s. v Ledčích nad Sázavou se již řadu let zabývá aplikacemi UV vytvrditelných laků. Kromě již zrealizovaných technologických linek na aplikaci UV laku na ocelové trubky byla ve výzkumném a vývojovém pracovišti provedena řada zkoušek aplikace UV laků na jiné druhy průmyslových dílů. V uvedených případech byla standardně použita technologie stříkání UV laku pevnými pistolemi, které byly rozmístěny a nasměrovány kolem dílů tak, aby došlo k pokrytí celého dílu UV lakem, pokrytí lakem bylo podpořeno vhodným umístěním dílů, případně jeho rotací na dopravním systému. Vytvrzení bylo prováděno většinou pevně umístěnými lampami.

V posledních cca 2 letech byl vývoj ve firmě GALATEK zaměřen na aplikaci a vytvrzení UV laků pomocí robota. V průběhu těchto dvou let byly zkoušeny robotické aplikace UV laků na plastové květináče, na hudební nástroje z dřevěných materiálů a na interiérové dveře a zárubně.

Hlavním tématem tohoto příspěvku je robotická aplikace UV laků na interiérové dveře. V rámci tohoto tématu byly řešeny dva úkoly:

- o náhrada stávajícího nátěrového systému kyselinou vytvrzitelných nátěrových hmot novým nátěrovým systémem s cílem navýšení kapacity lakování a zároveň s minimalizací emisí těkavých organických látek (VOC)
- o robotická aplikace a vytvrzení UV laků

Náhrada stávajícího nátěrového systému novým systémem s využitím UV laků

Dosavadní technologie povrchové úpravy dveří a zárubní:

- ruční stříkání vrstvy kyselinou vytvrzovaného základu, volné schnutí
- ruční broušení zaschlého základu
- ruční stříkání vrstvy kyselinou vytvrzované vrchní nátěrové hmoty, volné schnutí

Obě kyselinou vytvrzované nátěrové hmoty mají obsah VOC cca 39% hm. bez naředění ředidlem.

Byla provedena řada zkoušek a testů, při kterých byly odzkoušeny různé nátěrové systémy od dvou dodavatelů nátěrových hmot. Nátěrové systémy byly zkoušeny jednak na plochy desek, ze kterých jsou dveře vyráběny, jednak na díly zárubní (tj. ostění a obložky).

Podkladový materiál:

- desky s naválcovaným „penetračním“ transparentním UV lakem
- díly zárubní opatřené fólií (papír hladký nebo papír s pórem nebo jasanová dýha s transparentním UV lakem).

Zkoušky pro vyhodnocení a výběr nového nátěrového systému byly provedeny na menších kusech rozřezaných desek, ostění a obložek.

Byly zkoušeny tyto typy nátěrových systémů:

- o 100%-ní bílá UV barva (1 až 3 vrstvy)
- o 2-komponentní bílý polyuretan („klasická nátěrová hmota“)(předstřík + 1 vrstva)
- o vodouředitelná UV barva pigmentovaná vrchní bílá (1 až 2 vrstvy)
- o vodouředitelná UV barva základní bílá + vodouředitelná UV barva pigmentovaná vrchní bílá
- o vodouředitelná barva základní bílá + vodouředitelná UV barva pigmentovaná vrchní bílá
- o vodouředitelná barva základní bílá + vodouředitelná barva pigmentovaná vrchní žlutá nebo červenohnědá
- o vodouředitelná UV barva základní bílá + vodouředitelná UV barva pigmentovaná vrchní hnědá
- o vodouředitelná UV barva pigmentovaná vrchní hnědá (2 vrstvy)

Před nanesením první vrstvy na základní materiál a pak před každou další vrstvou bylo vždy provedeno broušení s ofukem. V rámci zkoušek byl provedena také předúprava plasmatem, bylo však zjištěno, že plasmatická předúprava nemá výrazný příznivý vliv na sledované vlastnosti povlaku, proto bylo v dalších testech od této předúpravy upuštěno.

Aplikace nátěrových systémů byla prováděna ruční pistolí, UV vytvrzení lampou dotovanou galiem, případně v kombinaci se rtuťovou lampou.

Vzhledem k tomu, že cca 80% produkce dveří je v bílé barvě, byly zkoušky zaměřeny především na odzkoušení bílé barvy. Byly však provedeny zkoušky i s jinými barevnými odstíny (žlutá RAL 1018, červeno-hnědá RAL 8012, hnědá) – viz níže.

Zákazník podrobil vzorky hodnocení z vizuálního hlediska – lesku a vzhledu, dále hodnocení přilnavosti a otěruvzdornosti. Na základě toho byly vybrány nátěrové systémy, které pak byly odzkoušeny robotickou aplikací.

Na menších vzorcích rozřezaných desek a zárubní byly nejlépe hodnoceny nátěrové systémy:

- *vodouředitelná UV barva bílá pigmentovaná 2 vrstvy*
- *vodouředitelná UV barva základní bílá + vodouředitelná UV barva pigmentovaná vrchní bílá*
- *vodouředitelná UV barva základní bílá + vodouředitelná UV barva pigmentovaná vrchní hnědá*
- *vodouředitelná UV barva pigmentovaná vrchní hnědá (2 vrstvy)*

Pro díly zárubní s různým povrchem pak byly nejlépe hodnoceny systémy

- *bílá s pórem, 1. vrstvý systém, vodouředitelná UV barva bílá vrchní*
- *dýha jasan transparent - bílá, 1. i 2. vrstva vodouředitelná UV barva bílá vrchní*

Vodouředitelné UV laky mají obsah VOC cca 3% hm, obsah VOC je tedy řádově nižší než dosavadní nátěrový systém kyselinou vytvrzovaných nátěrových hmot. Použité vodouředitelné barvy („klasické“) měly obsah VOC 3 g/l, tedy 0,3% hm.

Všechny zkoušené nátěrové systémy tedy splňují požadavek na minimalizaci emisí VOC.

Robotická aplikace a vytvrzení UV laků

Nejlépe hodnocené nátěrové systémy dle předchozího odstavce byly následně naneseny na celé díly obložek a ostění. Pro desky dveří byla zákazníkem zvolena metoda naválcování UV laku, nikoli stříkání, z tohoto důvodu již nebylo ve zkouškách lakování desek pokračováno.

Aplikace a vytvrzení UV barev na celé díly zárubní bylo provedeno roboticky.

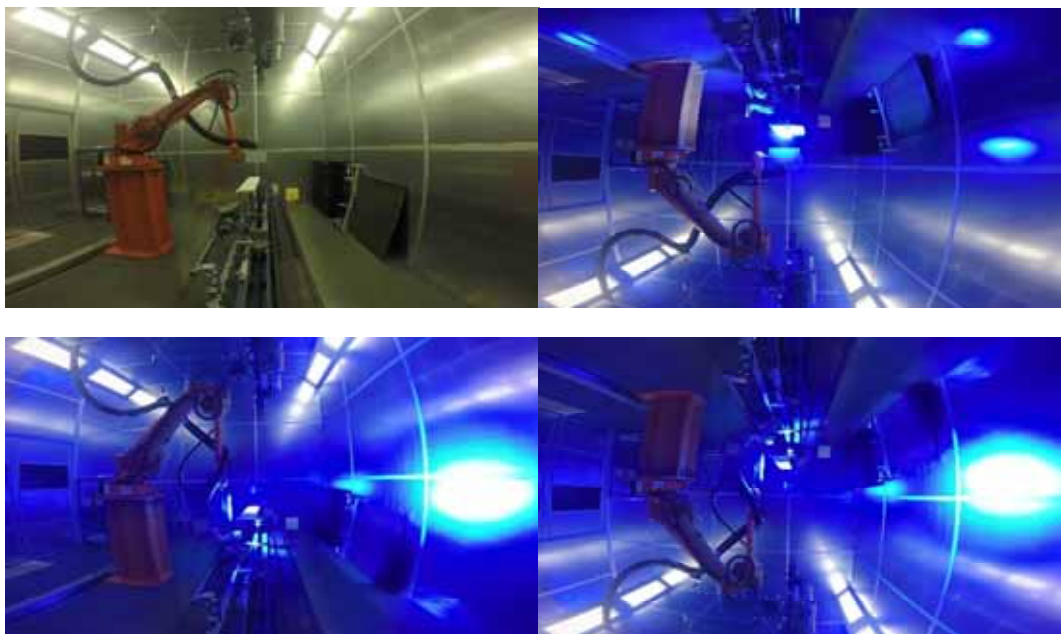
Nalakované díly pak byly podrobeny opracování standardním výrobním postupem na výrobní lince s dobrými výsledky. Nejlepší hodnocení získaly tyto nátěrové systémy:

- obložky - *bílá s pórem, 1. vrstvý systém, vodouředitelná UV barva bílá vrchní*
- ostění - *dýha jasan transparent - bílá, 1. i 2. vrstva vodouředitelná UV barva bílá vrchní*

Hodnocení:

průchod výrobní linkou
vrtání otvorů pro panty
frézování pro protiplech
řezy na obložkách
řezy na ostění
mřížková zkouška
stupeň lesku
pór na obložkách
povrch ostění

- bez poškození
- čisté, dobrá přilnavost barvy
- čisté bez otřepů či poškození
- čisté, dobrá přilnavost barvy
- čisté, dobrá přilnavost barvy
- obložky i ostění v pořádku
- obložky 9, ostění 13
- viditelný, nezalitý, kryvost dobrá
- v pořádku, pór nezalitý a viditelný, kryvost dobrá



Obr. 1: Fotografie vytvrzování vodouředitelné UV barvy Ga-dotovanou lampou na robotu

Závěr

Nově navržený nátěrový systém s použitím vodouředitelných UV pigmentovaných barev včetně robotické aplikace byl zákazníkem vyhodnocen jako odzkoušená technologie s dobrými výsledky. Případné zavedení technologie do výroby je nyní zvažováno z ekonomického hlediska.

Tento úkol byl řešen v rámci Centra kompetence - konkrétně Centra výzkumu povrchových úprav, Projektu TE0200011. Tento projekt je realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Technologické agentury České republiky.

Tryskací zařízení pro budoucnost – pro čištění různorodých klikových hřídelů



Firma Rösler koncipovala pro thyssenkrupp Gerlach GmbH inovativní tryskací zařízení na kontinuální čištění klikových hřídelů s taktem výroby 7,5 sekund. Vedle vysokého výkonu toto zařízení přesvědčí svým promyšleným řešením, které se pak jednoduše přizpůsobí budoucímu rozvoji produkce.

Společně s mezinárodním sídlem Business Unit Forging & Machining je v Homburgu domácí thyssenkrupp Gerlach GmbH světovým lídrem v oblasti tvářených klikových hřídelů. Závod v Homburgu vyrábí kolem šesti miliónů klikových hřídelů ročně pro celé spektrum motorů. Ve chvíli, kdy díky přestavbě produktového portfolia a kapacity, bude třeba nového tryskacího zařízení, prosadí se Rösler se svým na míru řešeným tryskačem RKWS ¾. Integrace do stávající haly se stísněnými prostory vyžaduje, aby byl filtrační systém umístěný ve vzdálenosti cirká 40 metrů od tryskacího zařízení v chráněném venkovním prostoru.

Kontinuální tryskání ve třech komorách

Zařízení o průměru kolem třech metrů je koncipováno jako kruhové, bez základů s tryskáním ve třech komorách. Zde se tryskají vždy dvě hřídele zároveň a po 7,5 sekundách se přesunou do další komory. Zavážení a vyvážení je prováděno robotem. První manipulační systém odebírá otryskané díly, druhý je přesně umístí do speciálně vyvinutého přípravku. Ten je vybaven na 300 až 500 mm dlouhé díly s hmotností mezi 6,5 a 28 kg. Díky rychlovýměnnému systému se snadno a v krátkém čase přizpůsobí jednotlivým typům klikových hřídelů.

Díky vysoké intenzitě tryskání rychle na SA3

Každá komora je vybavena čtyřmi metacímí koly Gamma 400 G s Y-Designu s pohonem o výkonu 22 kW. Tato vysocevýkonná metací kola vyvinutá firmou Rösler dosahují v porovnání s běžnými metacímí koly až o 20% vyššího výkonu při nižší spotřebě energie. Mimo to se mohou lopatky použít na oba směry otáčení a využít z obou stran. Výměna je díky rychlovýměnnému systému a je jednoduchá a lze ji provést na zabudovaném metacímí kole. Toto má za výsledek minimálně dvojnásobnou životnost.

Pozice a následný tryskací obraz byl zjišťován pomocí simulací. Toto zajišťuje, společně s velkým výhozem tryskacího média kolem 290 kg na metací kolo za minutu, že na všech plochách rotující hřídelí je v daném taktu dosaženo požadovaného výsledku tryskání SA3. Inovativní utěsnění magnety zabraňuje úniku tryskacího média do okolí tryskacích komor.

Optimální ochrana proti opotřebení a uživatelsky přívětivá údržba

Ochrana proti opotřebení RKWS ¾ je navržena na velký výhoz tryskacího média. Tryskací komory jsou vyrobeny z odolné manganové oceli a ve zvláště zatížených místech jsou, mimo to, opatřeny výměnnými ochrannými deskami rovněž z manganové oceli. Rovněž automatické dodávkování a příprava tryskacího média jsou navrženy pro objemný výhoz média.

U zařízení pracující ve vícesměnném provozu se soustředí pozornost také na vysoce uživatelsky přívětivou údržbu a spolehlivost. Prostorná lávka pro údržbu proto umožňuje snadný přístup ke všem servisovaným komponentům. Demontážní pomoc ulehčuje a zrychluje vytažení a transport metacího kola k údržbě.

Rösler Oberflächentechnik GmbH je jako kompetentní firma nabízející a mezinárodní vedoucí firma na trhu ve výrobě omílacích a tryskacích zařízení, lakovacích a konzervačních systémů, tak jako provozní prostředky a technologie pro racionální úpravu povrchů (odhrotování, odstranění otřepů, odpískování, leštění, omílání...) kovů a dalších materiálů. Ke skupině Rösler – patří vedle německých podniků v Untermerzbach/Memmelsdorf a Bad Staffelstein/Hausen dceřiné společnosti ve Velké Británii, Francii, Itálii, Holandsku, Belgii, Rakousku, Švýcarsku, Španělsku, Rumunsku, Rusku, Srbsku, Brazílii, Indii, Číně a USA.



Obr. 1: Tryskací zařízení pro klikové hřídele je vybaveno třemi tryskacími komorami. Vysoké uživatelské přívětivosti a spolehlivosti přispívá prostorná lávka pro údržbu, díky které jsou všechny komponenty, které je třeba udržovat, snadno a rychle přístupné.



Obr. 2: Každá ze třech tryskacích komor je vybavena čtyřmi metacímí koly Gamma 400 G s výkonem pohonu 22 kW. Díky simulaci se zajistí přesná pozice metacímí kol, aby všechny oblasti rozdílných klikových hřídelí byly optimálně otryskány. Speciálně vyvinuté upínky jsou vybaveny pro díly dlouhé 300 až 500 mm a o hmotnosti mezi 6,5 a 18 kg.

Co (ne)víme o zinku

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

Zinek v povrchových úpravách

Zinek patří k nejpoužívanějším kovům v oblasti protikorozních ochranných materiálů na bázi železa a zinkové povlaky se zhotovují téměř všemi dostupnými technologiemi. K nejčastějším patří galvanické (elektrolytické) pokovení, žárové pokovení v lázni a žárové stříkání. Méně časté, ale pro řadu aplikací výhodné jsou technologie termomodifuzního a mechanického pokovení. K důležitým způsobům využívajícím výhodných vlastností zinku patří organické a anorganické povlaky s vysokými obsahy zinku. Mimo klasické technologie z rozpouštědlových nátěrových hmot s vyššími obsahy částic zinku jsou to především tenké povlaky s mikrolamelami zinku a povlaky z práškových plastů s vysokými obsahy zinku. Vzhledem k rozdílným vlastnostem zinkových povlaků (tloušťka, porezita, drsnost, vzhled) a především k negativním vlivům některých operací při zinkování na upravovaný materiál a následně i další povlaky, zhotovované převážně v lakovnách, je nezbytné obezřetně volit způsob a technologické postupy zinkování.

Zinek

Zinek je lehce tavitelný kov. Má stříbřitě modrobílý zabarvení s výrazným leskem. Za běžné teploty je houževnatý, za teplot mírně zvýšených nad 100 °C se velmi dobře tváří. Při nízkých teplotách se stává křehkým. Má velmi nízkou pevnost a tvrdost. Pro průmyslové využití je důležitá jeho velmi dobrá odlévatelnost, vyrábějí se z něho tvarově členité odlitky. Zinek se vyznačuje rovněž dobrou slévatelností, dobře se spojuje s jinými kovy.

Je důležitou legurou pro výrobu mosazi. Oxid zinečnatý se využívá k výrobě zinkové běloby a značný podíl jeho produkce je spotřebován i jako plnivo používané v gumárenském průmyslu. Velmi významnou oblastí průmyslového využívání zinku jsou povrchové úpravy materiálů. Zinkové povlaky poskytují vysoce účinnou a trvanlivou ochranu ocelových konstrukcí a výrobků proti korozi. Přehled nejdůležitějších vlastností zinku je uveden v následující tabulce.

Tab. 1: Přehled nejdůležitějších vlastností zinku

Zinek		
Chemická značka	Zn	
Atomové číslo	30	
Atomová hmotnost	65,37	
Charakteristická skupina	Přechodové kovy	
Mocennství	2	
Barevný odstín	Stříbřitě modrobílý, lesklý až matný	
Krystalická struktura	Šesterečná (s nejtěsnějším uspořádáním)	
Měrná hmotnost ρ_{20}	7 140	[kg. m ⁻³]
Teplota tání t_0	419,5	[°C]
Teplota varu t_1	907	[°C]
Součinitel tepelné roztažnosti α_{20}	29.10 ⁻⁶	[K ⁻¹]
Měrné skupenské teplota tání l_t	102	[kJ.kg ⁻¹]
Tepelná vodivost λ_{20}	109	[W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
Měrná tepelná kapacita C	385	[J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]
Pevnost v tahu σ_t	120	[MPa]
Tažnost A	60	[%]
Tvrdost	72	[HB]
Modul pružnosti v tahu E	100.10 ³	[MPa]
Modul pružnosti v krutu G	40.10 ³	[MPa]
Elektrická vodivost G	16,6.10 ⁶	[S.m ⁻¹]
Měrný elektrický odpor ρ	59	[nΩ.m]
Elektroodový potenciál	-0,76	[V]
Magnetické vlastnosti	Diamagnetický	

V zemské kůře i v mořské vodě, kde se vyskytuje výhradně ve formě sloučenin, je přítomen v poměrně vysoké koncentraci. Hlavními surovinami pro jeho získávání jsou sulfidové a oxidové rudy. Praženec obsahující zinek ve formě oxidu se následně aglomeruje a destiluje nebo se při hydrometalurgických pochodech nejprve loužením převádí do formy sulfátu, z něhož je následně vylučován elektrolyticky.

Čistý zinek na vzduchu rychle oxiduje. Za příznivých atmosférických podmínek je schopen se pokrývat konzistentní vrstvičkou nerozpustného uhličitanu zinečnatého, a tak se pasivovat.

Jako stopový prvek se zinek vyskytuje v živých organismech a ve všech částech lidského těla (v orgánech, tkáních i kostech). V organismech je nezbytný především pro růst a pro posilování imunitního systému. Zinek je netoxický, organismy ho přijímají spolu s potravou a nadbytečné množství vylučují. Je nezbytnou surovinou pro farmaceutický průmysl.

Způsob, kterým zinek chrání materiály na bázi železa, je dán jeho fyzikálními a chemickými vlastnostmi, jež jsou právě pro tento účel velmi vhodné. Jde především o tyto skutečnosti:

- Zinek v elektricky vodivém spojení s materiály na bázi železa se za vhodných podmínek chová jako obětovaná anoda, která přednostně oxiduje a zajišťuje, že chráněný materiál na bázi železa je katodou, přechází do stavu imunity a nekoroduje.
- Při pokovení materiálů na bázi železa se na jejich povrchu vytvoří kovová bariéra zinku o potřebné tloušťce, která upravovaný materiál odděluje od korozního prostředí.
- Důležitou vlastností zinku je schopnost účinně se pasivovat.

Příčiny vad při zinkování

Nejčastějším potenciálním nebezpečím pro materiály na bázi železa "pod" i "nad" zinkem je především vodík. Ten vniká do upravovaného materiálu při operacích moření a při katodických procesech v elektrolytech. Atomární vodík difunduje do krystalové mřížky, a pokud nedojde bezprostředně k odstranění vodíku tepelnými úpravami materiálu, způsobuje jeho zkrěhnutí. Intenzita tohoto poškození je vedle množství vznikajícího vodíku na povrchu závislá i na chemickém složení a struktuře upravovaného materiálu.

K negativním jevům při procesu zinkování patří i teplotní ovlivnění materiálů, resp. svarů, pokud teplota procesů již ovlivňuje mechanické vlastnosti upravovaných materiálů (např. žárové pokovení vysokopevnostních ocelí).

Vlastnosti zinkovaného materiálu může podstatně ovlivnit i jeho vnitřní pnutí (např. procesy tryskání). Především tvar tryskacího prostředku i parametry tryskání ovlivňují zpevnění povrchových vrstev materiálu, iniciaci trhlin a následné praskání nebo zvýšení korozní aktivity takto upraveného materiálu.

Velmi důležité je dbát rozdílných požadavků jednotlivých technologií na konstrukční provedení součástí a detailů. Jmenovat je možno obtížné pokovení vnitřních prostor a nebezpečí plynoucí z nedokonalého odstranění chemikálií i vody, požadavky na dostatek odvětrávacích a výtokových otvorů, vhodné provedení svarů a spojů, možnost provedení dokonalých a vhodných předúprav povrchu. Pozornost je nutné věnovat i rozdílné hodnotě tlouštěk i tolerancí povlaků u jednotlivých technologií.

Při vhodné konstrukci, technologickém zpracování a provedení zinkových povlaků podle příslušných norem poskytují zinkové povlaky vždy spolehlivou protikorozní ochranu samotné, případně v kombinaci s anorganickými úpravami (chromátováním, fosfátováním) či vhodnými organickými povlaky.

Pokud je na zinkovém povlaku vytvořen následně povlak z nátěrové hmoty či plastu, spočívá ochrana tohoto kombinovaného, resp. duplex povlaku ve spojení bariérového a katodického principu ochrany. Vzhledem k vysoké korozní odolnosti, která je 2 až 3 násobkem součtu odolností jednotlivých povlaků, jsou tyto kombinace povlaků velmi žádané a výhodné.

Nanášení organických materiálů na anorganický zinkový povlak je však náročné z důvodů logistických a především technologických. Vzhledem k obsahu plynů (hlavně vodíku) v oceli i v zinku dochází při tepelném zpracování povlaků z organických materiálů (nejčastěji u práškových plastů) k místním vzhledovým defektům při jejich chladnutí po tepelném zpracování. Problém může být v nízké přilnavosti nátěrového systému na neupraveném nebo nevhodně upraveném zinkovém povlaku. Důvodem může být i tvorba korozních produktů na povrchu zinku, které vzhledem k jejich značnému objemu působí negativně na přilnavost nátěrů. Je proto nezbytné věnovat zvýšenou pozornost u předúprav zinku při tvorbě kombinovaných povlaků. Předúpravy na zinku mohou být vytvořeny některou z dostupných konverzních úprav, tedy vrstvou fosfátů, chromátů či oxidů, eventuálně lehkým tryskáním (sweepováním) vhodným (lehkým) tryskacím prostředkem, případně i spolu s odplyněním (odvodňováním) v patřičném pořadí použitých předúprav zinkového povlaku. Zvýšení drsnosti povrchu zinku lze provést i progresivními fyzikálními způsoby.

Technologie zinkování

Povrchové úpravy na bázi zinku se zhotovují různými technologiemi, které se vzájemně odlišují principiálně, řadou vlastností i cenou. Podle předpokládané technologie zinkování je nutné přistupovat ke konstrukčnímu řešení a technologičnosti konstrukce. Stejně tak ve výrobě musí být věnována technologická pozornost předpokládané funkci i životnosti konstrukce a povlaku.

V souvislostech s možným vznikem defektů povlaků zinku v lakovnách, mnohdy nedostupností potřebných technologií povlaků zinku, konstrukčních požadavků i potenciálního nebezpečí poškození samotného materiálu u některých aplikací pokovení zinkem se do popředí zájmu dostávají nové technologie výše zmíněných organických a anorganických povlaků s vysokými obsahy zinku, případně povlaky s mikrolamelami zinku. Částice zinku jsou obecně důležitým pigmentem pro povlaky z nátěrových hmot, určených k protikorozní ochraně. Především do prostředí s vysokou agresivitou, respektive pro povlakové systémy s dlouhodobou životností.

Přes rozdílnost názorů odborné veřejnosti na velikost a množství zinkových částic v povlaku, na principy ochrany těchto vysoce odolných povlaků či na mechanismus působení zinku v povlacích našly tyto technologie rychle svá uplatnění. Především z důvodu vysoké protikorozní odolnosti, náhrady technologií používajících šestimocný chrom (např. Cr^{6+} u chromátování po galvanickém zinkování) a speciální případy konstrukčního řešení.

Tyto technologie mohou nahradit některé z technologií pokovení, i když se o způsob "pokovení" samozřejmě zásadně nejedná. Pokovení a povlakování jsou rozdílné technologie, které se však mohou vhodně nahrazovat a doplňovat. Povlaky s vysokými obsahy částic zinku rozšiřují možnosti povrchových úprav, především u vysoce náročných aplikací, přičemž splňují náročné ekologické požadavky nejlepších dostupných technik, tzv. technik BAT (Best Available Technique) ve smyslu integrované prevence.

Elektrolytický (galvanický) povlak zinku: Velmi důležitý a užívaný způsob pokovení pro přesné strojírenské výrobky. Ionty zinku obsažené ve vodném roztoku zinečnatých solí jsou postupně vylučovány na pokovovaný předmět (katodu) pomocí stejnosměrného proudu procházejícího elektrolytem. Podmínkou dokonalého mechanického zakotvení zinku je kovově čistý povrch. Tloušťka povlaku vyloučeného zinku se zpravidla pohybuje mezi 10 až 20 μm a je možné ji velmi přesně regulovat. Kromě povlaků zinkových lze vytvořit i povlaky slitinové (Zn-Ni, Zn-Fe, Zn-Co) a kompozitní s řadou různých dispergovaných částic.

Žárové zinkování ponorem do lázně roztaveného zinku: Důležitý a rozšířený způsob pokovení především ocelových konstrukcí a prvků pro stavebnictví i strojírenství. Po chemických předúpravách se získá kovově čistý povrch, který se aktivuje tavidlem a následuje ponoření do lázně roztaveného zinku (450 až 460 $^{\circ}\text{C}$), kde se za daných okamžitých podmínek vytvoří metalurgická vazba povlaku zinku na pokovovaném povrchu vlivem vzájemné difuze atomů železa a zinku. Povlaky vytvořené různými postupy mají specifické vlastnosti a uplatnění. Tloušťka povlaku závisí na

době ponoření v lázni, ale též na chemickém složení zinkovaného materiálu. Tloušťka povlaku se volí podle požadované životnosti povlaku, respektive určení a funkce. Obvyklé tloušťky povlaku zinku u kusových zakázek se pohybují od 50 do 60 μm v závislosti na tloušťce pokovovaného materiálu. Kromě povlaku zinku se používají i povlaky legované (např. Sn nebo Al).

Zakázkové kusové žárové zinkování se provádí tzv. „suchým“ nebo „mokřým“ způsobem (dle způsobu aplikace tavidla). Pro drobné díly se uplatňují způsoby odstředěním (nízkoteplotní, vysokoteplotní). Kontinuální zinkování plechů, pásů trubek a drátů speciálními technologiemi lze řadit k hutním způsobům úpravy polotovarů.

Zinkování žárovým stříkáním (metalizace): Zinek je nataven plamenem nebo elektrickým obloukem a proudem vzduchu jsou jeho částice stříkány na předem mechanicky upravený povrch na potřebnou drsnost a čistotu (Sa 2 $\frac{1}{2}$, Sa 3). Zinkování z protikorozních důvodů může být prováděno zinkem nebo jeho slitinami (nejčastěji s Al). Povlaky se nanášejí v tloušťkách mezi 80 až 250 μm . Po aplikaci zinku je vhodné nanést povlak zinku opatřit povlaky z organických materiálů a využít synergického efektu duplexního protikorozního systému.

Termodifuzní zinkování (Sherardizování): Vytváření tenkých slitinových vrstev konverzního charakteru probíhá na předupraveném povrchu tryskáním nebo mořením postupně difuzí atomů zinku do materiálu na bázi železa za teploty cca 350 až 380 °C po dobu 1 až 10 hodin v rotační peci se vsázkou práškového zinku a křemičitého písku. Vysoká protikorozní odolnost materiálu je dána nalegováním vrchních vrstev upravovaného materiálu vysokým obsahem zinku.

Mechanické zinkování: Po speciálních předpravách povrchu jsou součásti v rotačním bubnu omílány ve směsi vody, práškového zinku, skleněných kuliček a řady potřebných přísad (katalyzátorů reakcí). Mechanickými rázy kuliček dochází k zakotvení zinku v povlakovaném materiálu a vytvoření velmi rovnoměrných tloušťek zinku 10 až 15 μm na povrchu součástí (především kalených, resp. zušlechťených).

Povlaky z práškových plastů s vysokým obsahem zinku: Takovéto povlaky jsou používány jako základní povlaky s přímou aplikací na upravený základní ocelový (popř. litinový) materiál s předpokladem následného vrchního povlaku. Tepelné zpracování je shodné s režimem používaným u epoxidových práškových plastů (180 °C, 10 minut). Při obsahu 60 objemových % zinku v povlacích se jednotlivé částice dotýkají, jde o optimální množství zinku, což bylo ověřeno řadou korozních zkoušek. Oxidační produkty zinku utěsní dokonale všechny póry mezi částicemi zinku v povlaku. Povlak je nevodivý, protikorozní ochrana je zabezpečena bezporézní bariérou. V případě porušení povlaku vnějším vlivem zinek místně chrání ocel na principu katodické ochrany před podkorodováním a výskytem červené rzi.

Neelektrolyticky nanášené povlaky z mikrolamel zinku: Tyto progresivní technologie protikorozních úprav povrchu, vyvinuté v 70. letech v USA původně pro automobilový průmysl, se postupně pod označením Dacromet, Geomet, Delta-MKS, Delta-Protect rozšiřují i u evropských výrobců. Investiční nároky na tuto technologii a legislativní podmínky výrobců těchto materiálů zatím omezovaly širší rozšíření této technologie u nás.

V porovnání s klasickými technologiemi zinkování i ostatními povlaky poskytují tyto technologie poměrně tenké (4 – 12 μm) povlaky s dobrou ochranou proti korozi a vylučují poškození základního upravovaného materiálu zkřehnutím v důsledku absence vodíku. Tyto elektricky vodivé povlaky zabezpečují oceli ochranu na principu katodické ochrany (náhrada galvanického zinku u spojovacích součástí), dosahují ochrany i proti chemicky agresivním látkám, případně zlepšují i tribologické vlastnosti upravovaných povrchů. Povlaky se nanášejí technologií dip-spin coating (namáčením a odstředěním), ale i stříkáním v jedné či více vrstvách podle požadavků na povlak na základní kovově čistý (nejlépe otryskaný) povrch nebo zinkový či fosfátový základ. Následně se povlaky tepelně vytvrzují dle typu materiálu. Povlaky obsahují až 80 obj. % Zn, resp. Zn a Al ve speciálních pojivech. Vysoká korozní odolnost těchto povlaků spočívá v charakteristickém tvaru částic zinku, bezporéznosti povlaku a vlastnostech pojivové složky, která při tepelném vytvrzení reaguje s upravovaným základním materiálem. Tyto povlaky jsou vzhledem k možnostem hromadného povlakování aplikovány především u spojovacích elementů pružin a velmi drobných dílců.

Porovnání technologií zinkování

Znalosti jednotlivých technologií umožňují optimální volbu vhodného způsobu zinkování pro dané prostředí a funkci. V podobných tabulkách jsou mnohdy účelově zvýhodňovány vlastnosti jednotlivých technologií. Je proto velmi důležité, aby projektanti, konstruktéři i technologové si doplnili sami své zkušenosti z různých svých aplikací a především zodpovědných nezávislých vzdělávacích akcí.

Technologie	Galva-nika	Žár. zinek	Žár. střík.	Sherardizace	MKS	Prášky se Zn	NH s obs. Zn	Mech. povl.
Vlastnosti								
Tloušťka povlaku [μm]								
Možnost kontroly								
Přesnost								
Přilnavost [MPa]								
Korozní odolnost								
Aplikace								
Předúprava								
Lze provádět hromadně								
Spojení se zákl. mat.								
Životnost povlaku								
Elektrochemická odoln.								
Odolnost proti namáhání								
Vhodnost pod nátěr								
Cena [Kč/dm ²][Kč/kg]								

Z pohledu úprav povrchu je význam profesí projekčních i výrobních nezastupitelný. Jak konstruktér, tak technolog, musí pro společný optimální výsledek přispět v plném významu své profese. Oba se také musí při své specializaci dívat profesním pohledem toho druhého. Konstruktér pohledem technologa, aby se zamýšlený záměr dal vyrobit a technolog zvolit vhodný způsob naplnění a realizace konstrukčního záměru. Tedy umožnit realizaci a realizovat myšlenku funkce. Je těžko posoudit, kdo má pro společný cíl a záměr větší význam v případě pozitivního řešení. V případě negativního výsledku nalezneme obvykle chybu u toho druhého. Přiznat nedostatek poznání, možností a omezujících podmínek je vždy obtížné.

A přitom stačí pro správná rozhodnutí udělat jen ten příslovečný krok k poznání. Aby nebyl přílišnou zátěží v návalu každodenních povinností obou profesí, připravilo ČPÚ ve spolupráci s InPÚ společné fórum o významu, volbě a realizaci technologií zinku v ochraně kovů. Tento, dnes nezastupitelný kov v povrchových úpravách a povlaky z něj, si zaslouží nezbytnou pozornost, neboť patří v současné době z pohledů konstrukčních i technologických k hlavním způsobům ochrany povrchů.

Použitá literatura

- [1] Kreibich, V., Hoch, K.: Koroze a technologie povrchových úprav, skripta FS, ČVUT, 1991
- [2] KREIBICH, V., Strojírenské materiály a povrchové úpravy. 1989. Praha: ČVUTv Praze, 77 s. ISBN 80-01-00045-1.
- [3] FLIMEL, K., HRDINOVÁ H., Laserové čištění povrchu. Povrcháři. Praha, 2017, (1), 3. ISSN 1802-9833.
- [4] KUCHAR, J., KREIBICH, V. Čištění otopných a energetických zařízení. Technologie, kvalita a rizika ve výrobě 2016. TISK AS, s. r. o., Jaroměř, 2016. ISBN 978-8087583-16-6.
- [5] KUKLÍK, V., KUDLÁČEK J., Asociace českých a slovenských zinkoven. Havlíčkův Brod:, 2014. ISBN 978-80-905298-2-3.

Laserové čištění plastikářských forem

Ing. Jan Řeřucha – LASCAM systems s.r.o.

Ing. Hana Hrdinová – ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie

Laserové čištění je progresivní technologie z hlediska úspor nákladů provozních energií a spotřebních materiálů s ověřenou stabilitou. Laserové systémy představují vysoce efektivní, ekonomickou a ekologickou alternativu k dostupným konvenčním technologiím. Nevyžadují žádná abraziva ani chemikálie, které by bylo nutné skladovat a ekologicky likvidovat. Jsou šetrné k životnímu prostředí.



Tato technologie se v plastikářském světě, zejména v německých a amerických koncernech, stává velmi rychle zavedeným standardem díky dokonale čistému povrchu, levnému provozu a vysoké efektivitě. V České republice se ročně prodá desítky systémů a očekává se, že v roce 2017 se tento počet ztrojnásobí. Vše nasvědčuje tomu, že se tato technologie brzy stane zavedeným standardem i u nás.

Před použitím technologie čištění laserem je potřeba její optimalizace nastavení, aby se zamezilo poškození povrchu formy, které by ve výsledku mohlo způsobit větší škodu, než je samotná pořizovací cena laseru. LASCAM systems s.r.o. zařízení nejen dodává, ale také zajišťuje jejich optimální nastavení, a samozřejmě je i proškolení budoucích uživatelů.

Technologie čištění forem

Mnoho firem se potýká s problémem čištění forem, které je se stávajícími technologiemi velmi zdoluhavé a ekonomicky i ekologicky náročné. Formy je potřeba demontovat z výrobního zařízení a následně podrobit chemickému či mechanickému čištění. Při chemickém čištění jsou použity kyseliny, se kterými je potřeba patřičně zacházet a vlastnit prostory s dobrým odsáváním vzniklých výparů. Samozřejmě je ekologická likvidace použitých kapalin. Tryskání je vhodné provádět v odvětraných komorách z důvodu vyšší prašnosti a značného množství vzniklého odpadu.

Laserové čištění se jeví jako velmi vhodná alternativa čištění forem. Laserový paprsek je absorbován pouze organickým materiálem, jako jsou kaučuk a nátěrový systém. Znečištěný povrch tedy není ovlivněn procesem čištění. Kovové materiály používané u forem, odrážejí laserový paprsek, nedochází tedy k mechanickému, tepelnému ani chemickému poškození povrchu.

Způsoby čištění povrchu

- Chemické čištění (chemické a elektrochemické čištění)
- Mechanické čištění (tryskání suchým ledem, abrazivy, broušení, kartáčování)
- Chemicko-mechanické čištění (omílání)

Tab. 1: Porovnání technologií čištění povrchu

Proces čištění	Ovlivnění povrchu	Bezpečnost a životní prostředí
Chemické	Nebezpečí vodíkové křehkosti	Nebezpečné chemikálie, nutnost ekologické likvidace
Tryskání médii	Úběr materiálu, vytvoření drsnosti povrchu	Odpad tvořený tryskacími tělísky a nečistotami z tryskaného povrchu nutná likvidace
Tryskání suchým ledem	Bez poškození	Odpad tvořený z nečistot tryskaného povrchu, vyšší prašnost a hlučnost procesu
Laser	Bez poškození	Odpad tvořený z nečistot tryskaného povrchu

Laserem je možné odstranit jednotlivé vrstvy znečištění, jelikož hloubka odstranění může být řízena v rozmezí 5 – 10 µm. Doba čištění jedné formy při použití běžných technologií může trvat i 10 hodin. Při použití mobilního laserového systému je možné čistit formu přímo v zařízení a tím ušetřit čas potřebný k demontáži formy ze stroje. V 60 minutách je možné očistit cca 1 m² povrchu formy.

Jaké jsou výhody?

- Lze čistit i povrchy, které se nedají ošetřit standardními technologiemi
- Formy lze čistit přímo na stroji bez potřeby demontáže
- Velice efektivní a ekologicky šetrná technologie s nízkou náročností na energii
- Rychlá návratnost investice
- Nízká poruchovost a dlouhá životnost s nízkými servisními náklady
- Laserové čištění je bezkontaktní, nepoškozuje povrch materiálu
- Čistí dokonale na jeden přechod povrchy, které se doteď čistily v několika dlouhých cyklech



Využití laserového čištění na plastikařské formy

- Čištění plastikařských a gumárenských forem bez povrchové úpravy
- Leštěné a pískované povrchy
- Plochy se zrcadlovým leskem
- Vyhazovače a periferie forem
- Vnitřní a vnější části forem
- Selektivní odstranění korozních vrstev
- Čištění olejových povlaků a separátorů
- Odstraňování zbytků napařených vrstev po procesu pokovení a lakování
- Odstranění organických nečistot z plastů a kompozitních součástí

Tak jako každá technologie, i laserové čištění má svá omezení a není tedy možné čistit plastikařské a gumárenské formy s povrchovou úpravou – PVD a nitrídané vrstvy, také hluboké oblasti nebo složité tvary, kam laserový paprsek nemá šanci dosáhnout.

Ekonomické výhody laserového čištění

Při počáteční vyšší investici do laserového čistícího systému může uživatel počítat s rychlou návratností. Pro porovnání můžeme využít technologii tryskání suchým ledem, kde jsou náklady cca 41,40 €/h a náklady laserové technologie čištění 5,90 €/h, náklady jsou tedy nižší o 87 % oproti tryskání suchým ledem. Návratnosti investice je ve dvousměnném provozu přibližně jeden rok.

Případným zájemcům autoři článků poskytnou potřebné informace, případně provedou zkušební vzorek této technologie.

Tribologické vlastnosti fluoropolymerů ve strojírenství

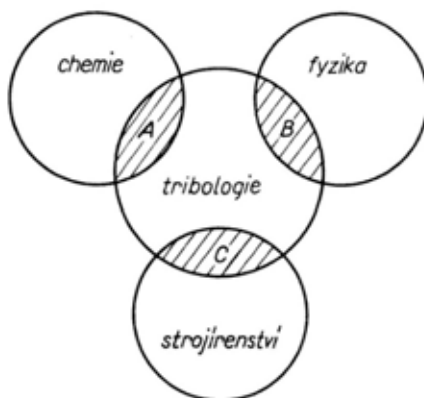
Ing. Vratislav Hlaváček, CSc., SVÚM a.s. Čelákovice

Uplatnění tribologie u polymerů

Tribologie je vědní obor o chování dotýkajících se povrchů při jejich vzájemném pohybu anebo pokusu o tento pohyb. Zabývá se současně probíhajícími procesy tření, opotřebení a mazání.

Hlavní úlohou tribologie je tedy zajistit, aby vzájemný pohyb povrchů s mazivem i bez něj se děl s nejmenší ztrátou energie a materiálů. Úloha tribologie se stále více dostává do podvědomí techniků, konstruktérů a inženýrů.

Tribologie jako věda stojí na pomezí mezi strojírenstvím, chemií a fyzikou (viz obr.1). Název je odvozen od řeckého slova tribos, jenž znamená v překladu tření.



Obr. 1: Souvislost tribologie se základními vědními obory [1]
A - tribochemie, B - tribofyzika, C – tribotechnika

Tribologie má v současnosti velké uplatnění u polymerů. Její využití neustále roste s rozvojem používání těchto materiálů. Při zpracování polymerů se používají často plniva pro zušlechťování jejich vlastností.

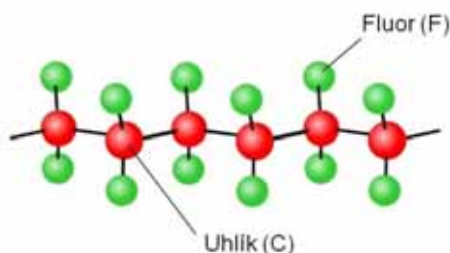
Mezi polymery s dobrými kluznými vlastnostmi za sucha patří zejména *polytetrafluorethylen* (PTFE), který má vůbec nejlepší kluzné vlastnosti (viz tab. 1), dále *polyoxymethylen* (POM), *polyamid* (PA), *polyethylen s maximální molekulovou hmotností* (PE-UHMW), *polyethylentereftalát* (PET), *polybutylentereftalát* (PBT) a také některé polymery používané pro špičkové aplikace. Rovněž některé typy reaktoplastů a kaučuků se vyznačují nízkým koeficientem tření.

Tab. 1 Typické hodnoty koeficientu tření pro vybrané polymery ve styku s ocelí (za sucha)

Polymer	Zkratka	Koeficient tření
Polytetrafluorethylen	PTFE	0,06
Polyoxymethylen	POM	0,21
Polyamid 6	PA 6	0,28
POM + 20% PTFE	POM/PTFE	0,15

Vlastnosti a použití fluoropolymerů

Floropolymery jsou organické polymery, u kterých několik nebo všechny atomy vodíku (H) jsou nahrazeny atomy fluoru (F). V případě polytetrafluorethylenu (PTFE) jde o nahrazení všech atomů vodíku atomy fluoru.



Obr. 2: Molekulová struktura PTFE

Polytetrafluorethylen $[-CF_2-CF_2-]_n$ se vyznačuje vysokou molekulovou hmotností, obsahuje pouze atomy uhlíku a fluoru s vysokou pevností vazby, což určuje jeho charakteristické vlastnosti. Jedná se o chemicky vysoce odolný polymer s vysokým stupněm krystalinity. Lze jej použít v teplotním rozsahu (-200 až +260) °C. Má však některé nepříznivé mechanické vlastnosti, což značně omezuje jeho uplatnění v čistém stavu. Zlepšení jeho vlastností se dosahuje kombinací s práškovými plnivy (prášky kovů, grafit, MoS₂ aj.) Má značný sklon ke studenému toku při zatížení. Je silně antiadhesivní, má nízký koeficient tření, nevyskytuje se u něj žádný „stick-slip“ jev.

Vzhledem k jeho velké tepelné a chemické odolnosti se obtížně zpracovává, nelze užít technologie běžné u termoplastů, ale používají se metody připomínající práškovou metalurgii nebo zpracování keramiky (slisování za studena a následné slinování za zvýšené teploty). Slinovaný a vychlazený polytetrafluorethylen je mléčně bílá neprůhledná termoplastická látka. Je naprosto nepolární, s vynikajícími elektroizolačními vlastnostmi až do velmi vysokých kmitočtů a vysokých teplot.

Další fluoropolymery jsou např. FEP, PFA, MFA, ETFE, ECTFE a PVDF. Nemají tak výborné vlastnosti jako PTFE, jsou však lépe zpracovatelné. Jejich přesné označení včetně obchodních názvů je uvedeno v následujícím přehledu:

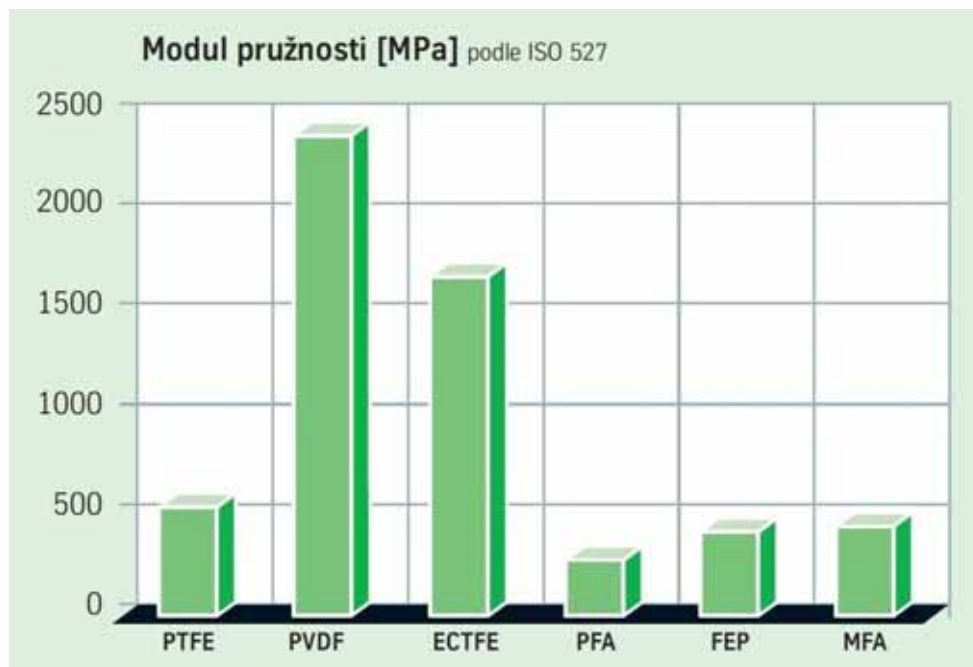
- PTFE - **P**oly**t**etra**f**luorethylene (Teflon)
- FEP - **F**luorinated **E**thylene **P**ropylene (Xylan)
- PFA - **P**erfluoralkoxy (Hyflon)
- MFA - **M**odified **P**erfluoralkoxy (Hyflon)
- ETFE - **E**thylene **T**etrafluorethylene (Tefzel)
- ECTFE - **E**thylene **C**hlor**t**ri**f**luorethylene (Halar)
- PVDF - **P**olyvinylidene**d**ifluoride (Solef)

Tab. 2: Porovnání fyzikálně - mechanických vlastností fluoropolymerů [2]

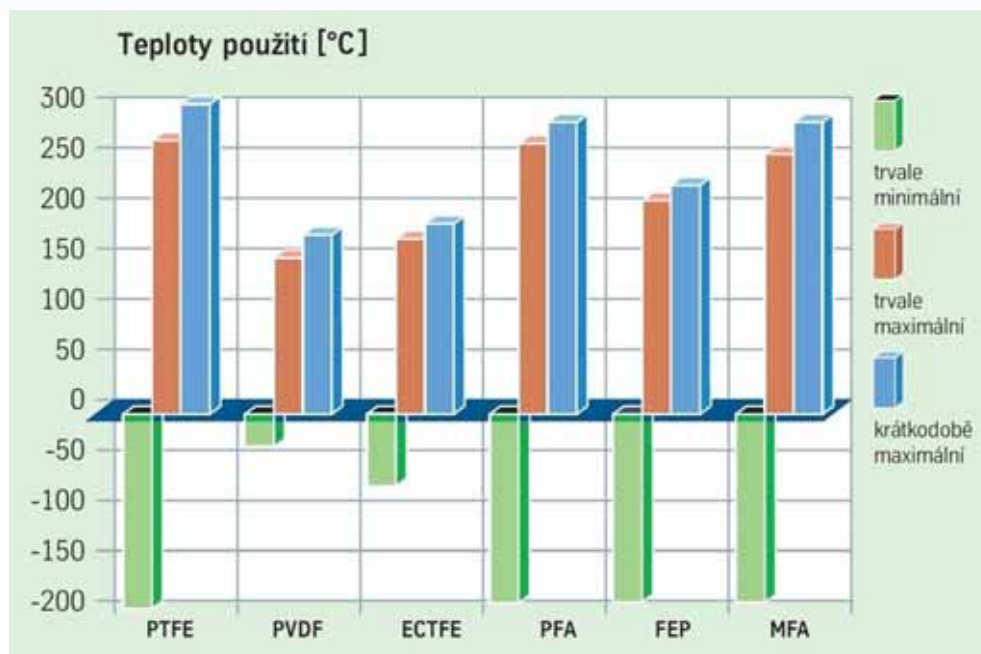
Fyzikálně - mechanické vlastnosti	PTFE	PVDF	ECTFE	PFA	FEP	MFA
Tvrdost	+	++	++	+	+	+
Pevnost v tahu	++	+++	+++	++	+	++
Protážení při přetržení	++	+	++	+++	+++	+++
Odolnost vůči chemikáliím	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Sklon k tečení	+++	+	+	++	++	++
Teplota pro trvalé použití	+++	++	++	+++	++	+++
Třísková obrobiteľnosť	++	++	++	+	+	+

+++ = vysoký stupeň, ++ = střední stupeň, + = nízký stupeň

Porovnání fyzikálně - mechanických vlastností fluoropolymerů je uvedeno v tab. 2. Porovnání modulů pružnosti je uvedeno ve sloupcovém diagramu na obr. 3, teploty použití fluoropolymerů a jejich porovnání jsou uvedeny na obr. 4.



Obr. 3: Porovnání modulů pružnosti fluoropolymerů [2]



Obr. 4: Teploty použití fluoropolymerů [2]

Mechanické vlastnosti lze u PTFE výrazně zlepšit plnivý. Mezi ně patří např. grafit, skleněné vlákno, bronzový prášek, keramické prášky, sulfid molybdeničitý (MoS_2) a další.

Kluzné vlastnosti jsou ovlivněny celou řadou faktorů, jde o materiály pohybující se dvojice, drsnosti povrchů, měrný tlak, kluznou rychlost a také především o způsob odvodu tepla, který se v procesu tření vyvíjí. Tepelná vodivost fluoropolymerů je velmi nízká a zvýšení teploty nad kritickou hodnotu zvětšuje jejich koeficient tření, proto je vhodné zvýšit tepelnou vodivost polymeru přidáním tepelně vodivých přísad (např. mědi, grafitu, uhlíkových vláken apod.).

Příklady výrobků z plněného PTFE jsou uvedeny na obr. 5. Jedná se o folie, lisované a obráběné součásti, pístní kroužky, těsnicí kroužky, ucpávky, kluzná pouzdra apod.



Obr. 5: Výrobky z plněného PTFE



Obr. 6: Kluzná pouzdra ze samomazné ložiskové folie METALOPLAST®

Mechanické vlastnosti folií z PTFE mohou být zlepšeny plnivý - např. bronzovým práškem, ale také bronzovou tkaninou. Jako příklad lze uvést samomaznou ložiskovou folii METALOPLAST®, viz obr. 6.

METALOPLAST® je samomazná ložisková folie z plněného PTFE vyztužená kovovou tkaninou, případně tahokovem. Vyrábí se ve SVÚM a.s. dle vlastního know-how a původního českého vynálezu.

Jedná se o ložiskový materiál s nízkým součinitelem tření vysokou odolností vůči opotřebení, vysokou únosností a nízkými nároky na údržbu, jednoduchou ruční a strojní zpracovatelností a dalšími přednostmi:

- Vysoká únosnost - měrný tlak až do 250 MPa
- Použitelnost až do teploty 260 °C
- Samomaznost při chodu za sucha
- Nízká tepelná roztažnost
- Dobrá tepelná vodivost

- Nenasákavost
- Vysoká korozní odolnost vůči palivům, olejům a agresivním látkám
- Nízké pořizovací a provozní náklady
- Jednoduchá konstrukční řešení

METALOPLAST® se vyrábí v pásech o šířce 300 ± 1 mm, tloušťkách $0,48 \pm 0,02$ mm a $0,78 \pm 0,02$ mm, ve svitcích o délce 25 m. Dodává se v provedeních:

- MP- B48 o tl. 0,48 mm s tkaninou z cín. bronzu CuSn6 / CW452K / 2.1020 podle DIN 17662
- MP- B78 o tl. 0,78 mm s tkaninou z cín. bronzu CuSn6 / CW452K / 2.1020 podle DIN 17662
- MP- S48 o tl. 0,48 mm s tkaninou z nerez. oceli X5CrNi18-10 / 1.4301 podle DIN EN 10088
- MP- S78 o tl. 0,78 mm s tkaninou z nerez. oceli X5CrNi18-10 / 1.4301 podle DIN EN 10088

Provedení s úpravou povrchu pro lepení se označuje písmenem T, např. MP- B48 - T.

U označení provedení s tahokovem se přidává za písmeno B nebo S písmeno E,

např. MP- BE48, MP- SE48.

Tab. 3 Vlastnosti ložiskové folie METALOPLAST® v provedení MP- B48

Vlastnost	Zkušební metoda	Hodnota
Měrná hmotnost	DIN 53479	$3,75 + 0,25 \text{ g.cm}^{-3}$
Plošná hmotnost	-	1900 to 2000 g.m^{-2}
Teplota použitelnosti	-	- 200 až $260 \text{ }^\circ\text{C}$
Pevnost v tahu min.	DIN 53455	50 MPa
Tažnost min.	DIN 53455	25 %
Součinitel tření za sucha	-	0,12
Součinitel opotřebení K	-	$0,15 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3 \cdot \text{km}^{-1} \cdot \text{N}^{-1}$
Součinitel teplot. délk. roztažnosti (23 - 260) °C	ASTM D 696-70	$18,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Součinitel tepelné vodivosti	DIN 52612	$2,74 \cdot 10^{-3} \text{ J.m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Nejvýznamnějšími aplikacemi ložiskové folie METALOPLAST® jsou ložiska závěsů a kapot, uložení pedálů a kluzná vedení tlumičů v automobilovém průmyslu. Mimo tento obor jsou to kluzná vedení vřeten armatur, kluzná ložiska závěsů oken, dveří a kancelářského nábytku, dopravních prostředků a balicích strojů. Ve stavebnictví se osvědčily kluzné desky s touto folií pro posuny zejména mostních konstrukcí.

Zajímavým příkladem použití fluoropolymeru je náhrada materiálu pouzder kulových čepů řízení u přední nápravy autobusu. Původní materiál polyoxymethylen (POM) byl nahrazen polytetrafluorethylenem (PTFE) plněným bronzovým práškem, viz obr. 7 a 8.



Obr. 7: Pouzdro kulového čepu z polyoxymethylenu (POM)



Obr. 8: Pouzdro kulového čepu z polytetrafluorethylenu (PTFE)

Závěr

Příspěvek byl zpracován na základě dlouhodobých zkušeností autora a firemní literatury společnosti Feron Thyssen Plastics, s.r.o. s cílem seznámit odbornou veřejnost s použitím fluoropolymerů ve strojírenství a v příbuzných oborech.

Literatura

- [1] Vocel, M., Dufek, V. a kol.: Tření a opotřebení strojních součástí, SNTL, Praha 1976
 [2] <http://www.feronthyssen.cz/produkty/technicke-plasty.html>

Výzkum, vývoj a použití inovativního fotokatalytického nátěrového systému BALCLEAN: příklad úspěšné spolupráce akademických výzkumníků s průmyslovými podniky s podporou odborné společnosti

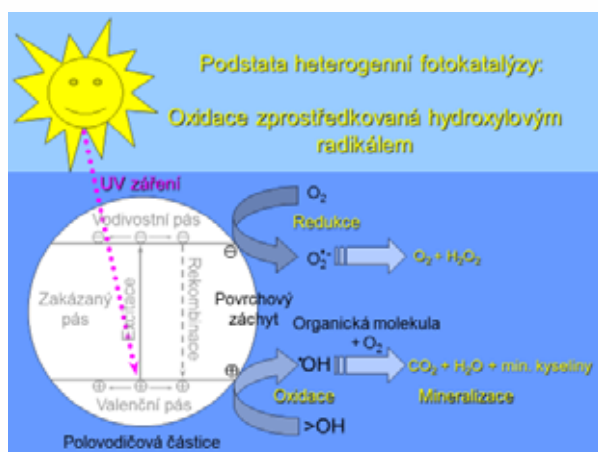
Ing. František Peterka, Ph.D., Radek Kubálek – Technická univerzita v Liberci, Pragotherm

Produkt s obchodním názvem BALCLEAN, který od letošního roku vyrábí společnost BARVY A LAKY TELURIA, je transparentní nanokompozitní systém se solární fotokatalytickou samočisticí a desinfekční funkcí, určený zejména k povrchové úpravě fasádních a minerálních podkladů. Tato úprava zabraňuje usazování prachu, porůstání řasami či jinými mikroorganismy, díky čemuž si ošetřená plocha dlouhodobě zachovává svůj původní čistý vzhled. Od obdobných tuzemských i zahraničních přípravků se liší dvěma zásadními inovacemi, a to vysokou transparentností a potlačením tzv. samodestrukčního fotokatalytického efektu, které způsobuje nežádoucí degradaci organických komponent nátěrových hmot. Systém BALCLEAN byl vyvinut v rámci grantového projektu Technologické agentury České republiky. Jde o komplexní optimalizovaný postup, který zahrnuje postupnou aplikaci fasádní barvy specifické kompozice, dále speciální transparentní mezivrstvy s vysokou přilnavostí a chemickými vlastnostmi bránícími průniku fotogenerovaných radikálů a nakonec svrchní fotokatalytické nanokompozitní vrstvy. Nátěrový systém BALCLEAN byl podroben testování dle standardů ISO pro fotokatalytické materiály, a to metodami na samočistitelnost, antimikrobiální účinnost a odstraňování oxidů dusíku. Na základě výsledků těchto testů získal příslušné certifikáty České asociace pro aplikovanou fotokatalýzu. Produkt BALCLEAN získal čestné uznání v soutěži

o Cenu Inovace roku 2016.

Záslouhou společnosti PRAGOTHERM byly začátkem roku 2016 zahájeny první komerční fotokatalytické povrchové úpravy systémem BALCLEAN. Tato společnost se dlouhodobě zabývá revitalizací panelových domů, u nichž se jako nový fenomén objevuje růst řas a lišejníků na jejich zateplených fasádách, což vedle možných zdravotních rizik kazí vzhled jinak hezkých renovovaných budov. Je všeobecně známo, že specifíkem bytového fondu v České republice je výrazné zastoupení panelových domů, které byly v posledních dvou desetiletích díky programům státní podpory masově revitalizovány. Vzhledem k velmi vysokému počtu objektů určených k potenciální aplikaci systému BALCLEAN byla nově založena společnost NANOTEC SYSTEM, která za účelem pokrytí budoucí poptávky již v současnosti buduje síť obchodních zastoupení.

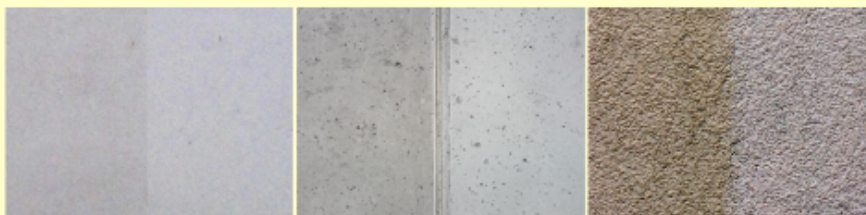
Samočisticí a desinfekční účinky systému BALCLEAN jsou založeny na využití heterogenní fotokatalýzy. Jejím působením dochází na povrchu fotokatalyzátoru vystaveném ultrafialovému záření, např. ozařovaných částicích či vrstvách fotoaktivní formy oxidu titaničitého, k postupné oxidativní degradaci organických látek, včetně mikroorganismů. Nakonec se i ty nejsložitější organické molekuly přemění na neškodné jednoduché anorganické sloučeniny, jimiž jsou oxid uhličitý, voda a příslušné minerální kyseliny. Fotokatalyticky upravené povrchy jsou proto působením slunečního svitu průběžně zbavovány organických látek adsorbovaných ze vzduchu. Jde např. o vsudypřítomné zplodiny spalování, které na běžných površích tvoří lepkavý povlak, na němž pevně ulpívají prachové částice, jež povrch špiní. U fotokatalytické úpravy k tomu nedochází a povrch zůstává i v exponovaných lokalitách dlouhodobě čistý, a to průběžným odstraňováním usazujících se nečistot a prevencí růstu řas a jiným



mikroorganismů.

Obr. 1: Schéma fotokatalytické mineralizace organických látek probíhající na polovodičové částici působením ultrafialového záření.

BALCLEAN - transparentní nátěr s fotokatalytickou samočisticí a desinfekční funkcí



Obrázek

Srovnávací testy systému BALCLEAN aplikovaného na fasádní barvu (vlevo), betonovou stěnu (uprostřed) a strukturovanou omítku s nárůstem řas (vpravo); fotokatalyticky ošetřené plochy jsou v pravých částech snímků.

Obr. 2: Srovnávací testy nanokompozitního systému BALCLEAN aplikovaného na různé podložky.



Obr. 3: Ukázka zatepleného panelového domu napadeného řasami před ošetřením systémem BALCLEAN (vlevo) a po něm (vpravo).



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

GALVANICKÉ POKOVENÍ ZAHÁJENÍ KURZU - 30. května 2017

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

**V případě potřeby jsme schopni připravit školení dle požadavků
Vaší firmy.**

Kromě specializace na technologie povrchových úprav je možné připravit školení z dalších výrobních technologií či individuálně:

- Základní kurz pro pracovníky práškových lakoven
„Povlaky z práškových plastů“ – (dle počtu zájemců)
- Základní kurz pro pracovníky lakoven
„Povlaky z nátěrových hmot“ – (dle počtu zájemců)
- Odborný kurz zaměřený na protikorozní ochranu a povrchové úpravy OK
„Povrchové úpravy ocelových konstrukcí“ – (dle počtu zájemců)
- Odborný kurz zaměřený na žárové nástřiky
„Žárové nástřiky“ – (dle počtu zájemců)
- Odborný kurz zaměřený na žárové pokovení
„Žárové pokovení“ – (dle počtu zájemců)

Rozsah jednotlivých kurzů: 42 hodin (6 dnů)

✉
info@povrchari.cz

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



Ing. Jan KUDLÁČEK, Ph.D.
+420 605 668 932

🌐
www.povrchari.cz

Připravované kurzy

Kvalifikační a rekvalifikační kurz pro pracovníky práškových lakoven

„Povlaky z práškových plastů“

Obsah kurzu:

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

Rozsah hodin:

42 hodin (6 dnů)

Zahájení:

Dle počtu uchazečů (min. 10) – předpoklad duben 2015

Garant kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



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

Kurz korozivzdorné oceli I.

(jednodenní školení - 8 hodin)

- Úvod, informační zdroje, druhy korozivzdorných ocelí
- Vlastnosti korozivzdorných ocelí a technologie zpracování (slévání, obrábění, tváření, svařování)
- Formy koroze korozivzdorných ocelí
- Volba korozivzdorných ocelí a konstrukční uspořádání
- Povrchové úpravy korozivzdorných ocelí (předúpravy povrchu, moření, leštění)
- Manipulace a přejímky korozivzdorných ocelí

Kurz korozivzdorné oceli II.

(dvoudenní kurz - 16 hodin)

1. Den

- Úvod, informační zdroje, značení korozivzdorných ocelí
- Rozdělení a druhy korozivzdorných ocelí
- Technologie zpracování korozivzdorných ocelí (slévání, obrábění, tváření, svařování, dělení, prášková metalurgie)
- Formy koroze korozivzdorných ocelí
- Mechanické a korozní zkoušky

2. Den

- Volba korozivzdorných ocelí a konstrukční uspořádání
- Povrchové úpravy korozivzdorných ocelí (předúpravy povrchu, moření, leštění)
- Manipulace a přejímky korozivzdorných ocelí
- Vliv technologických operací na korozní odolnost korozivzdorných ocelí
- Vysokoteplotní koroze a žáruvzdorné oceli
- Průmyslové využití korozivzdorných ocelí

Technologie a materiály pro strojírenství

(dvousemestrální studium v rozsahu 120 - 150 hodin)

Část 1: Fyzikální metalurgie, teorie tepelného zpracování, mechanické zkoušky, druhy ocelí a jejich zkoušení.

Část 2: Technologie zpracování materiálů ve strojírenství.

- výroba surového železa
- výroba ocelí
- výroba litin
- neželezné kovy
- plasty
- slévání
- tváření
- obrábění
- svařování a pájení
- povrchové úpravy

Přihlášky do studia

Studium se bude konat v rámci CTIV – Centra technologických informací a vzdělávání na Ústavu strojírenské technologie, Fakulty strojní, ČVUT v Praze, Technická 4, 166 07 Praha 6 – Dejvice nebo přímo ve firmě, která si potřebný kurz objedná.

Informace:

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

email: Jan.Kudlacek@fs.cvut.cz

tel: 605 868 932

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

email: Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

tel: 602 341 597

Mgr. Tillingerová Pavla

email: Pavla.Tillingerova@fs.cvut.cz

tel: 224 352 629

www.povrchari.cz

Inzerce

Hledáme zájemce o eloxování střešních nosičů osobních automobilů s kapacitou 100t až 800t kusů/rok. S náběhem výroby (2020 – 2023) a dále s kapacitou 1 milionu kusů ročně. Požadujeme technologii elektrochemického leštění.

info@povrchari.cz



Máte zkušenosti v oboru tryskání a lakování?



**HLEDÁME OBCHODNÍHO ZÁSTUPCE
PRO OBLAST ČECHY**

Pracoviště: Praha, Středočeský, Pardubický a Královéhradecký kraj
Kontaktujte nás: koval@wista.cz, +420 731 616 609





Institut
povrchových
úprav



si vás dovoluji pozvat na odborné fórum

PROTEZINK

(*PRO*gresivní *TE*chnologie *ZINK*ování)

ve dnech 21. a 22. června 2017
v Hotelu CENTRO v Hustopečích

konané pod záštitou prezidenta ČAOK

a

Generální partner



Partneři



Mediální podpora

Technický týdeník



PRŮMYSLOVÉ
SPEKTRUM



KONSTRUKCE



www.inpu.cz

Odborné fórum „PROTEZINK“

(*PRO*gresivní *TE*chnologie *ZINK*ování)

Odborné fórum „PROTEZINK“ se uskuteční v hotelu CENTRO v Hustopečích ve dnech 21. a 22. 6. 2017.

Přijměte tímto pozvání na další společné přemýšlení, tentokrát na společné fórum projektantů, konstruktérů, architektů, povrchářů, ocelářů, výzkumníků, stavařů i strojařů a vůbec všech uživatelů a přátel ZINKU.

Tento kov a jeho technologické aplikace si bezesporu zaslouží šíření nových kvalitních poznatků a znalostí, které napomohou jeho optimálnímu používání na základě odborných vědomostí, ale i společných setkání a výměny informací široké odborné technické veřejnosti.

Vzhledem k řadě Vašich podnětů a požadavků připravili InPÚ – Institut povrchových úprav spolu s Centrem pro povrchové úpravy a s řadou spolupracovníků z předních firem, organizací a pracovišť nedaleko Brna v „povrchářských“ i „ocelářských“ Hustopečích odborné setkání.

Tímto setkáním chceme přispět k rozšíření vědomostí o používání zinku v povrchových úpravách i v protikorozních ochránách. Zároveň představit nové poznatky s cílem správné volby technologií zinkování i předúprav a kontroly kvality zinkových povlaků.

To vše formou odborných přednášek, odpovědí na aktuální otázky, setkáváním a navazováním kontaktů, i krátkou exkurzí do provozů povrchových úprav a prezentací odborných firem.

Doufejme, že se nám všem společně tento záměr v Hustopečích letos v červnu povede naplnit. A to nejen s laskavým přispěním kvalifikovaných autorů odborných příspěvků, ale především Vás, kteří si uvědomujete, že vlastní vzdělávání je nejkratší cesta k profesionalitě i k osobní svobodě.

Rámcový program odborného fóra

- ◆ poznatky o zinku
- ◆ zinek ochrana proti korozi, koroze zinku
- ◆ žárové zinkování
- ◆ galvanické zinkování
- ◆ žárové stříkání
- ◆ povlaky s mikrolamelami,
- ◆ duplexní systémy
- ◆ povlaky na bázi zinku
- ◆ speciální technologie zinkování
- ◆ předúpravy a čištění povrchů
- ◆ kvalita, normy, měření, zkušebnictví
- ◆ zinek a životní prostředí

Přihláška

Elektronický formulář pro vyplnění závazné přihlášky na webové stránce:

www.inpu.cz



X. Konference PIGMENTY A POJIVA

Pigmenty – Pojiva – Speciální materiály

6.-7. listopad 2017

Kongres hotel JEZERKA*, Seč u Chrudimi**

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

Uzávěrka zařazení přednášek do programu konference: 30.8.2017.

TÉMATATA KONFERENCE

PIGMENTY – VÝROBA, VLASTNOSTI A APLIKACE

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

POJIVA – VLASTNOSTI A APLIKACE

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

SPECIÁLNÍ MATERIÁLY / LEGISLATIVA

- Kovové nanomateriály (NM) – Fe, Ag, Au atd.
- Uhlíkové NM – nanotrubičky, fullerény, saze, nanodiamanty
- Organické NM – nanovlákná, dendrimery, polystyren
- Oxidy kovů – TiO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , ZnO , ZrO_2
- Anorganické NM – anorganická vlákna, jíly, zeolity, silikáty
- Aplikace nanomateriálů
- Smart coatings
- Legislativa a ochrana životního prostředí

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

Kontakt – vědecký výbor:

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

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

Kontakt – organizátor:

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



Hlavní sponzor



Organizátoři

CHEMAGAZÍN



Univerzita
Pardubice
Fakulta
chemicko-technologická



ČIŠTĚNÍ VNITŘNÍCH POVRCHŮ



Nabídka služeb čištění a úprav povrchu

Na základě dlouhodobých zkušeností našich pracovníků a externích spolupracovníků z oboru teplárenství, energetiky i průmyslových zařízení nabízíme:

- Analýzu stavu povrchů i otopných a chladicích systémů*
- Výběr a návrh optimálních způsobů čištění a čisticích prostředků*
- Bezpečné vyčištění otopných i chladicích zařízení*
- Kontrola stavu povrchů a systémů po vyčištění*
- Návrh úsporných opatření při vytápění budov*

Zetfaza s.r.o.

Dukelských hrdinů 2730, Rakovník II, 269 01 Rakovník
Kontakt: ermalinka@email.cz, tel: 601 387 542



Institut
povrchových
úprav



INSTITUT POVRCHOVÝCH ÚPRAV ZAJIŠŤUJE

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



www.inpu.cz



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

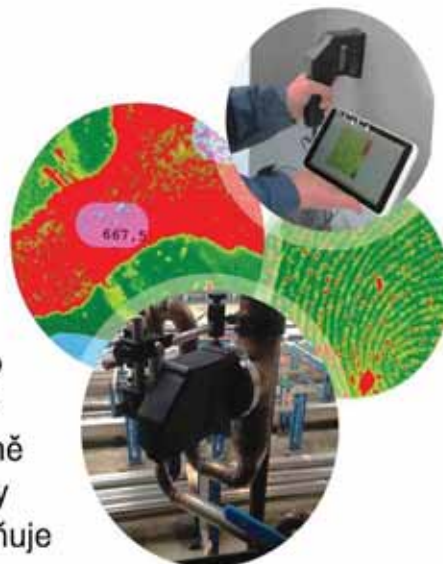


Recognoil

nondestructive oil layer detector

Firma TechTest, s.r.o. se zabývá vývojem detekčních zařízení a metod pro kontrolu kvality povrchů a kapalin. V roce 2014 společnost TechTest představila novou verzi unikátního zařízení pro detekci mastných nečistot Recognoil. Vyvinuté zařízení je schopno v reálném čase poskytnout obsluze informace o znečištění povrchu předmětu mastnotou ve formě obrazových dat, včetně stanovení tloušťky vrstvy a plošné koncentrace. Zařízení Recognoil umožňuje díky neustálemu vývoji využití v celé řadě oborů.

Kombinací vhodného příslušenství a softwarových doplňků lze navíc dosáhnout plnohodnotných výstupů s celou řadou užitečných informací pro popis stavu složitých a obtížně přístupných povrchů.



Vývoj optických detekčních zařízení
Vývoj nových zařízení a softwarových řešení.



Optimalizace procesů
Detekce mastných nečistot za účelem z kvalitnění vašich procesů.



Automatizace / řešení na klíč
Automatizace procesu měření a vývoj zařízení dle specifických požadavků zákazníka.



Servisní činnost
Servisní činnost a technická podpora pro naše zákazníky.



Poradenská činnost
Poradenská činnost v oboru povrchových úprav.



www.techtest.eu

TechTest, s.r.o., Na Studánkách 782, 551 01, Jaroměř, Česká republika

OLYMPUS

Your Vision, Our Future



Nový mikroskopický systém pro hodnocení mikročistoty OLYMPUS CIX100

Systém OLYMPUS CIX100 představuje optimální řešení navržené pro potřeby automatické inspekce čistoty. Každá součást tohoto systému je optimalizována pro přesnost, reprodukovatelnost, opakovatelnost a bezproblémovou integraci a zajišťuje spolehlivost získaných dat. Vynikající optické vlastnosti a automatizace důležitých úkonů pomáhají minimalizovat výskyt lidských chyb.

Spolehlivost - dokonale integrovaný hardware a software spolu vytvářejí odolný systém, který poskytuje spolehlivá a přesná data

Intuitivní používání - intuitivní pracovní postupy minimalizují uživatelské zásahy a zaručují spolehlivost získaných dat bez ohledu na zkušenost obsluhy

Rychlost - možnost dvakrát rychlejšího snímání než u jiných inspekčních systémů

Výstupy - vytváření reportů jedním kliknutím splňuje požadavky a postupy stanovené v mezinárodních formách

Scientific Solutions Division

Olympus Czech Group, s.r.o., člen koncernu,
Evropská 176/16, 160 41 Praha 6, tel.: +420 221 985 211
e-mail: info-industrial@olympus.cz

www.olympus-ims.com




MSV 2017

59. mezinárodní
strojírenský
veletrh



8. mezinárodní
veletrh dopravy
a logistiky

AUTOMATIZACE

Měřicí, řídicí, automatizační
a regulační technika



Mezinárodní veletrh
technologií
pro ochranu
životního prostředí



Poslední volná místa!

9.–13. 10. 2017

Brno – Výstaviště

www.bvv.cz/msv



Central
European
Exhibition
Centre



BVV
Veletrhy
Brno

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

Časopis Povrcháři je registrován jako pokračující zdroj u Českého národního střediska ISSN.

Tento on-line zdroj byl vybrán za kvalitní zdroj, který je uchováván do budoucna jako součást českého kulturního dědictví.

Povrcháři ISSN 1802-9833

Šéfredaktor

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., tel: 602 341 597

Redakce

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Ing. Michal Pakosta, Ph.D.

Ing. Petr Drašnar, Ph.D.

Ing. Dana Benešová, Ph.D.

Ing. Michal Zoubek

Ing. Jakub Svoboda

Ing. Jiří Kuchař

Ing. Hana Hrdinová

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605 868 932

Redakční rada

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

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

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

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

Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

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

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

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

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