

Povrchové úpravy

Koroze

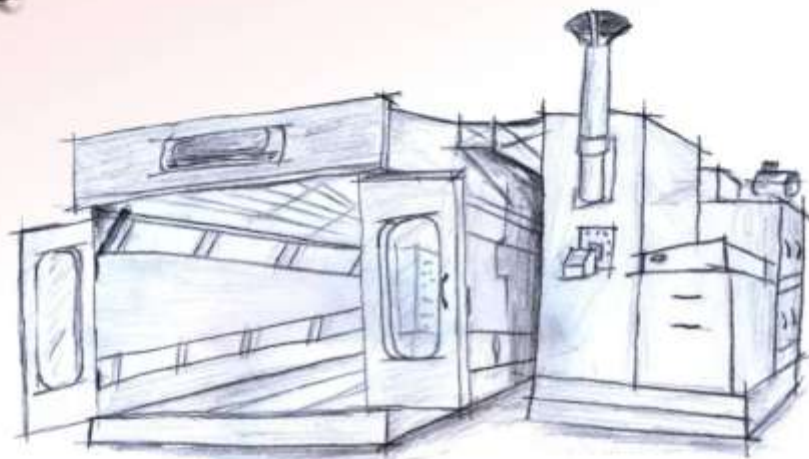
Kvalita

Legislativa

Ekologie

Kultura

Inzerce



Slovo úvodem

Vážení přátelé,

doufáme, že i u vás je přes ten listopadový čas plno hezkých dnů a dobré práce. I podzim má své místo v životě běhu. Je to prostor pro finišující povinnosti blížícího se závěru roku i pro důležité svátky vzpomínání. Ale třeba i pro velká a malá setkávání.

Z těch nedávných povrchářských to byl začátkem října především Mezinárodní veletrh technologií pro povrchové úpravy Profintech v Brně, kde se povrcháři setkali již popáté, letos již tradičně v rámci Mezinárodního strojírenského veletrhu. K úspěchu této veletržní akce přispěla vysoká účast téměř stovky povrchářských firem od nás i ze zahraničí a silná účast návštěvníků na všech souběžně konaných technologických veletrzích (IMT, Welding, Fondex, Plastex, Profintech) i velmi úspěšný průběh letošního 56. MSV v Brně.

Veletrh Profintech pořádaný každým druhým rokem v Brně opět potvrdil správnou volbu místa i četnosti konání této reprezentační akce našeho oboru v ČR a úzkou spolupráci s celým strojírenstvím.

Veletržní doprovodná akce Nové trendy v mechanických úpravách povrchů s odbornými přednáškami, pořádaná Centrem pro povrchové úpravy, potvrdila svou vysokou účastí zájem naší technické veřejnosti o vzdělávání a informace využitelné ve výrobě.

V letošním říjnu se tradičně uskutečnilo setkání žárových zinkářů. Na mezinárodní 20. konferenci žárového zinkování v Praze v hotelu NH Prague se setkali žároví zinkáři z Čech, Slovenska, Polska, Německa a Rakouska. Na velmi zdařilé akci bylo předneseno 20 odborných přednášek z této i související problematiky povrchových úprav. Akci uspořádala Asociace českých a slovenských zinkoven.

Dalším setkáním povrchářů byla velmi zajímavá a úspěšná konference o korozivzdorných ocelích Fórum nerezářů v poslední říjnový den v Ostravě, kterou uspořádala firma Focus Nerez. Vysoká úroveň přednášejících a zodpovědně připravená akce shromáždila téměř stovku specialistů na tuto problematiku. Tato konference byla zároveň velmi zdařilou pozvánkou na 8. ročník důležité veletržní prezentace nerezářů Stainless 2015 do Brna 5. - 6. května. 2015.

Minulý měsíc nám všem přinesl i setkání volební. Letos s více jak čtvrt milionem kandidátů, kteří měli potřebu být zvoleni. Do postů nižších, vysokých i vyšších. Doufáme, že jsme si zvolili dobře a ty lepší.

A ještě jedno zavzpomínání patří k podzimu. Letos pětadvacáté. Po všech těch pětadvaceti letech myšlenkových střetů a přesvědčování, že „pravda zvítězí,“ se zdá, že naše země se vrací k víře v sama sebe. Hlavně ve svou pracovitost, schopnosti a pravdu, s kterou její slušní a pracovití lidé přežili vždy v minulosti všechny ty reformy, okupace i osvobození, či v modernějších dobách restituce a privatizace. Důkazem toho nejlepším je opětovný rozvoj průmyslu i zemědělství a již i růst HDP přestože zisky respektive tržby ve většině odchází za zahraničními vlastníky firem.

Doufáme, že jsme přitom nedávným evropským až globálním přerozdělování hodnot, vlivů a majitelů již zaplatili dost! Abychom mohli již v klidu pracovat, obchodovat, ale i trochu žít a při setkání s listopadem jen vzpomenout a třeba i tiše pozdravit: Buď zdrav listopade.

V dnešním úvodníku jsme trochu zavzpomínali na setkání povrchářů. A tak na závěr ještě malá pozvánka na připravované povrchářské setkání v Brně na Myslivně 26. a 27. listopadu. Stále totiž platí: učit se, učit se... a proto setkávat se, setkávat se. Tak příště třeba na Myslivně.

Na shledanou, na viděnou, aktuálně: Kurňa hoši guten Tag.

Vaši

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

PS: Kdo nepřijede, neuslyší, ale hlavně ani nekoštuje!

Myslivna 2014 - Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav

11. Mezinárodní odborný seminář „Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav“ se uskuteční v celém areálu Hotelu Myslivna na okraji Brna ve dnech 26. a 27. 11. 2014.

Centrum pro povrchové úpravy si Vás dovoluje pozvat letos již na 11. Mezinárodní odborný seminář „Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav“, kde se tradičně setkávají povrcháři z Čech, Moravy, Slezska, Slovenska a okolí.

Spolu s Vámi chceme i nadále chceme pokračovat v tradici této povrchářské akce, kdy každý z účastníků těchto setkání je nejen posluchačem, ale především aktivním členem této vzdělávací akce povrchářů, kteří se pravidelně schází, aby si vyměnili to nejcennější – technické myšlenky a informace.

Těšíme se všichni, že i letos najdeme prostor a čas pro tolik potřebná mimopracovní setkání a rozhovory ve společenské části semináře.

Věříme, že tak jako minulá setkání, napomůže i tento 11. Mezinárodní seminář dalšímu rozvoji vzdělávání, a že získané informace přispějí k rozvoji a úspěchu Vašich firem i celého oboru povrchových úprav.

Jestliže přijmete naše pozvání k účasti na tomto seminář, budeme se těšit na setkání s Vámi se všemi opět letos na Myslivně.

Elektronická přihláška www.povrchari.cz

Předběžný program semináře

Defekty v technologiích povrchových úprav

Ing. Ladislav Obr, CSc. - ČSPÚ, Jihlava

Volba korozivzdorné oceli pro technologická zařízení

Ing. Otakar Brenner, CSc. - ČVUT v Praze, FS, ústav strojírenské technologie

Funkční keramika jako faktor úsporného a kvalitního sušení laku

Dr. Peter John, prof. Georgy Chatschieff - RPE.InfraTherm GmbH

Mikroskopie – účinný nástroj v oboru povrchových úprav

Ing. Lubomír Mindoš – SVÚOM, s.r.o.

Vliv nové legislativy na používání prostředků řady Star v provozní praxi a kontrolní metody stupně odmaštění prostředky řady Star.

Ing. Ladislav Holeček - EVERSTAR, s.r.o.

Každý originál má své jméno! - „Flexa“ slaví 60 let

Antonin Pomeisl - FLEX-Elektrowerkzeuge GmbH, Mnichovo Hradiště

Provádění zkoušek povrchových úprava odhad nejistoty měření

Ing. Jaroslav Sigmund

Využití svíčkových filtračních vložek PP EKOFIL, filtračních tkanin a ochranných obleků OPO v galvanizovnách.

Ing. Vladimír Dušek - Sintex, spol. s r.o., Česká Třebová

Vliv přípravy povrchu na kvalitu povrchové úpravy

Alexander Sedláček - S.A.F. Praha, spol. s r.o.

Výzkumné a vývojové aktivity firmy GALATEK a.s.

Ing. M. Banýřová - Galatek a.s. Ledec nad Sázavou

Použití fluoropolymerových povlaků ve strojírenství

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

Provádění oprav povlaku žárového zinku

Ing. Vlastimil Kuklík, Ph.D. - Asociace českých a slovenských zinkoven

Potažení kluzným lakem – mazivo jako „konstrukční element“

Ing. Zdeněk Nacházel – Nacházel, s.r.o. Praha

Procesní řízení jako základ systémového managementu

Ing. Václav Machek – Ústav strojírenské technologie, Fakulta strojní ČVUT v Praze

Centrum výzkumu povrchových úprav

Ing. Miroslav Valeš – Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s. Praha

Vady při funkčním chromování

Ing. Alena Faltýnková - Czech Airlines Technics a.s.

Výzkum difuzních povlaků na bázi hliníku pro oceli v energetice

Ing. Jakub Mlnařík - SVÚM a.s. Čelákovice

Duplexní povlaky ocelových konstrukcí

Ing. Petr Strzyž, AČSZ; Ing. René Siostrzonek, Ph.D., VŠB – Technická univerzita Ostrava

Parametry povrchu, tribologické testy a řezný výkon povlakovaných HSS závitníků při obrábění a tváření ocelí

Miroslav Píška, Petra Sliwková, Aleš Polzer – Ústav strojírenské technologi, FSI VUT v Brně

Abstrakt

Příspěvek se zabývá vybranými technologickými vlastnostmi HSS závitníků povlakovaných PVD metodami při obrábění uhlíkové oceli 12 050.1 a tváření zušlechtnuté oceli 42CrMo4V. Hlavní pozornost je zaměřena na analýzu fyzikálních parametrů zatížení (kroučící moment, celková energie a měrná energie) závitníků měřených piezo-elektrickým dynamometrem Kistler 9272 v průběhu celé trvanlivosti nástrojů. Byla nalezena souvislost mezi kvalitními PVD povlaky a jejich vlivy na kvalitu obrobenej závitové plochy, životnosti nástroje závitníků a tribologických parametrů a parametrů struktury povrchu. Výsledky ukázaly bezpečné a stabilizované řezání a tváření s vynikající kvalitou závitů při použití závitníku z HSSE s TiN/DLC povlakem.

Klíčová slova: řezání závitů; výkon; řezný moment; tvářecí moment, drsnost

Seznam použitých symbolů a jednotek

a_p	mm	axiální šířka řezu
E	J/mm ³	měrná energie řezání
n	1/min	velikost otáček
v_c	m/min	řezná rychlost
f	mm	posuv na otáčku
A	J	deformační práce
D_m	mm	střední průměr závitů
F_T	N	tangenciální síla
F_N	N	normálová síla
M_c	Nm	řezný moment
M_t	Nm	kroučící moment
M_F	Nm	tvářecí moment
T	s	čas
K_r	°	úhel nastavení hlavního ostří
μ	-	koeficient tření

Úvod

Vnitřní závitů jsou často používány v mnoha technických aplikacích. Standardní technologie výroby je řezání, nicméně tváření za studena se zdá být také významnou technologií díky beztržkové výrobě, lepší pevnosti závitů, lepší odolnosti proti korozi a proti únavě [1-6].

Základním materiálem pro tyto nástroje je rychlořezná ocel, neboť dokáže zaručit přesný tvar závitníku a odolávat změnám během reverzního chodu. Nízkou tepelnou odolností a tvrdostí materiálu ve srovnání se slinitými karbidy, lze zvýšit pomocí PVD povlaků [6]. Jako specifické problémy při řezání závitů lze pozorovat:

- neshodu mezi hodnotami strojního posuvu a stoupáním závitů,
- nevhodný průměr díry, který může způsobit, že se závitník poruší přetížením,
- nekolinearitu os závitů a vrtaného otvoru, způsobující přídavný ohyb za rotace,
- ucpání třískami v důsledku nedostatečného výkonu nebo špatného odvodu třísek,
- špatné chlazení nebo mazání, nízká intenzita průtoku a jeho nasměrování do místa řezu.

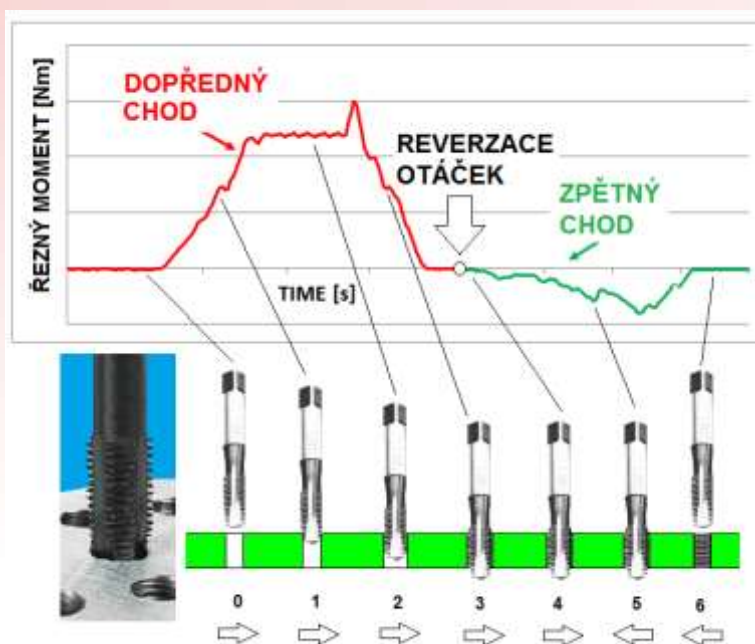
Problémy mohou být vyřešeny například řezáním závitů s vyrovnávacím pouzdem, aplikací procesních kapalin s vysokotlakými přísadami a tvrdými ochrannými povlaky, odolnými proti opotřebení [7,8].

Tvrde povlaky pro tyto řezné nástroje jsou výhradně vyráběny PVD procesy. Volba základního materiálu nebo ochranného povlaku při obrábění může mít dopad na produktivitu obrábění a ekonomiku. Povlak chrání nástroj proti otěru, adhezi, difuzi, tvorbě hřebenových trhlin [9,10,11]. Mezi používané PVD povlaky pro HSS nástroje patří TiN, Ti(C,N), (Ti,Al)N, (Al,Ti)N, (Ti,Al,Si)N, (Al,Cr)N a CrN. Důvody vynikajících vlastností povlaků na bázi (Ti, Al) je možno sledovat ve vysoké tvrdosti (25-38 GPa), relativně nízkých zbytkových tlakových napětích 3-5 GPa, vysokoteplotní odolnosti (nízká ztráta tvrdosti až do teplot 800 °C), zvýšené odolnosti proti oxidaci (rychlost oxidace je u Ti(C,N) při 800 °C stejná, jako pro TiN při 400 °C), nízké teplotní vodivosti (až o 30 % nižší vodivosti než pro TiN) [12].

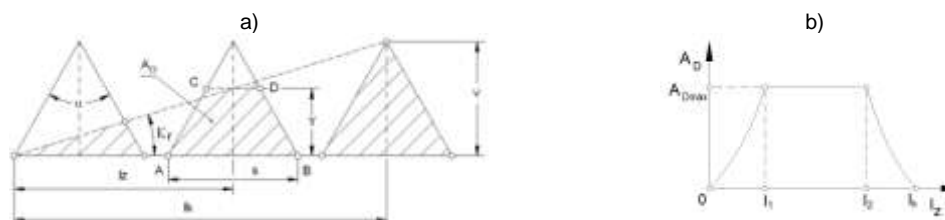
Nicméně, opačné zatížení závitníku po reverzní otáčky v dolní úvratí může způsobit ulpívání materiálu na břitů a výrazné pasivní zatížení na hřbetu, které může vést ke zlomení břitů. Pro odolání těmto náročným podmínkám byly vyvinuty duplexní a triplexní povlaky vedoucí ke zlepšení tribologických vlastností kontaktních ploch, např. DLC povlaky (povlaky podobné diamantu, TiC-C s sp³ vazbami).

Teorie výroby závitů řezacími závitníky

Časové řady hodnot kroučícího momentu při řezání a tváření závitů jsou podobné. Hlavní zatížení závitníku je způsobeno průřezem odebíraného materiálu a měrnou řeznou/tvářecí silou [6,7] - obr. 1. Celkový průřez třísek závisí na hloubce řezání a geometrii řezného nástroje - obr. 2.



Obr. 1 Časový průběh hodnot řezného momentu při řezání závitu.



Obr. 2 a) analýza průřezu třísky, b) průřez závitu, jako funkce dráhy nástroje.

S ohledem na časové intervaly a-b-c nominálního průřezu třísky v materiálu podle hodnoty α je možno průřez třísky (obr. 2) vyjádřit vztahy:

$$a) \quad I \in (0, l_k) \\ A_{D1} = A_{Dmax} \cdot (2 \cdot l_z \cdot \operatorname{tg} K_r / v - l_z^2 \cdot \operatorname{tg}^2 K_r / v^2) \quad (1)$$

$$b) \quad I \in (l_k, L), \text{ kde } L \text{ je celková hloubka závitu;} \\ A_{D2} = A_{Dmax} = s \cdot v / 2 \quad (2)$$

$$c) \quad I \in (L, L+l_k) \\ A_{D3} = A_{Dmax} \cdot (1 - (2 \cdot l_z \cdot \operatorname{tg} K_r / v - l_z^2 \cdot \operatorname{tg}^2 K_r / v^2)) \quad (3)$$

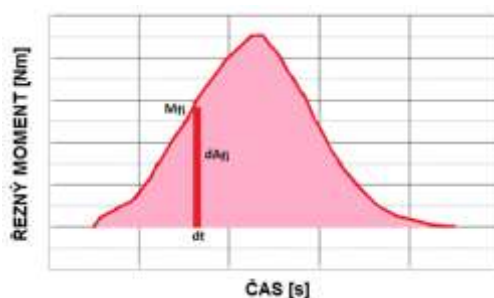
Nejdůležitější časový úsek řezání závitu pro statistické vyhodnocení je interval b , když je závitník zcela zařezán a řezný nástroj je zatížen na maximum. Pro ostrý závitník je tato hodnota téměř stabilizovaná, blízká normálnímu rozdělení, a proto může být hodnocena průměrnou hodnotou a směrodatnou odchylkou. Pro opotřeбенý závitník tato hodnota prudce roste v důsledku pasivní i aktivní sil. Řezná síla F_c [N], řezný moment M_c [Nm] a řezný výkon P_c [kW] jsou definovány normami [13], kde D_m je střední průměr závitu v [mm], n velikost otáček [min^{-1}] a k_c je měrná řezná síla [MPa]:

$$F_c = k_c \cdot A_D, \quad (4)$$

$$M_c = F_c \cdot D_m / 2000, \quad (5)$$

$$P_c = M_c \cdot n / 9.55. \quad (6)$$

Tyto výpočty jsou složitější, pokud jsou do rovnic zahrnuty pasivní síly a opotřeбенí, které se dále rozvíjí v závislosti na čase.



Obr. 3 Analýza průběhu kroučícího momentu při řezání/tváření.

Práce vynaložená na řezání nebo tváření podle obr. 3 může být vyjádřena ve tvaru

$$A_f = \int_0^T dA_{f_i} \cong \sum_{i=0}^T \Delta A_{f_i} = \sum_{i=0}^T P_{f_i} \cdot t_i / 9.55 = \sum_{i=0}^T M_{f_i} \cdot n \Delta t_i / 9.55, \quad (7)$$

a měrná energie deformace pak analogicky:

$$e_c = A_i / V_m. \quad (8)$$

Tribologické zkoušky byly provedeny na speciálním tribologickém zařízení (obr. 4) a koeficient tření byl vyhodnocen podle Newtonova vztahu jako poměr tečného a normálního zatížení

$$\mu = F_T / F_N. \quad (9)$$

Dle předchozích testů byly normálová síla a rychlost velmi blízké reálným hodnotám řezného/tvářecího zatížení.

Experimentální část a dosažené výsledky

Pro experimentální část byly použity polotovary o rozměrech 200x25-6000 mm (rozměrové a tvarové odchylky tolerance podle EN 9445), které byly nařezány na délky 200 mm. Chemické složení a mechanické vlastnosti materiálu obrobku jsou uvedeny v tab. 1 a 2. Polotovary byly upnuty do speciálního upínače, uchyceného na dynamometr pomocí šroubů. Dynamometr byl dále upnut na pracovní stůl CNC frézovacího centra MCV 1210 (TAJMAC-ZPS, Zlín) s řídicím systémem Sinumerik 840D pl. Pro měření axiálních síly a kroutícího momentu byl použit dynamometr Kistler 9272 s nábojovými zesilovači 9011, mechanicky kalibrovaný, se vzorkovací frekvencí 3 kHz, dolnoprostupným filtrem 10 Hz, s dlouhou vybíjecí časovou konstantou a plně řízený počítačem se softwarem Dynoware. Pro automatické obrábění závitů byl napsán speciální CNC program s použitím cyklů. Experiment byl realizován s následujícími parametry:

a) řezací závitníky

- vrtáky ze slinutého karbidu \varnothing 8,52 mm, termoupínač Bilz – HSK A63 \varnothing 10 mm ($v_c = 90$ m/min, $f = 0,12$ mm) – vrtání otvorů pro závit,
- zahlobení $90^\circ/\varnothing$ 30 mm, DIN 335, Gühring, Art. Nr. 327 nástrojový držák - termoupínač Bilz – HSK A63 \varnothing 20 mm, ($v_c = 60$ m/min, $f = 0,12$ mm),
- závitníky M10-6HX Enorm1-Z, HSS-E, Emuge-Franken, nepovlakované a povlakované PVD metodou s monovrstvou TiN a s multivrstvami TiN+DLC, od každého druhu je testována série tří nástrojů, celková tloušťka povlaku pod $2,0 \mu\text{m}$, ($v_c = 20$ m/min, $f = 1,5$ mm),

b) tvářecí závitníky

- vrtáky ze slinutého karbidu \varnothing 9,36 mm, termoupínač Bilz – HSK A63 ($v_c = 70$ m/min, $f = 0,10$ mm)
- HSS-E závitníky tvářecí za studena M10-6HX InnoForm1, Emuge-Franken, nepovlakované a povlakované monovrstvou TiN (tloušťka $2,0 \mu\text{m}$) a multivrstvou TiN+DLC, od každého druhu je testována série tří nástrojů (tloušťka vrchní vrstvy DLC povlaku $1,0 \mu\text{m}$), ($v_c = 10$ m/min, $f = 1,5$ mm).

Řezací a tvářecí závitníky (obr. 5) byly upnuty přes vyrovnávací pouzdro v adaptéru Emuge Franken KSN Synchrono IKZ pro zajištění kompenzace nesouladu programovaného posuvu a stoupání závitníku. Byla použita procesní kapalina Cimperial CIMSTAR 597 (koncentrace 10%, tlak 60 barů, průtok 50 l/min) a vnější systém chlazení se zásobníkem emulze o objemu 1 200 litrů. Teplota procesní kapaliny byla měřena v průběhu testování a pohybovala se v rozsahu $20-22^\circ\text{C}$. Pro prvotní kontrolu vyrobených závitů byl použit kalibr M10-6H DIN ISO 13 Schmalkalden/UNIMETRA Ltd., ale podrobnější hodnocení topologie povrchu vybraných závitů bylo provedeno na přístroji Alicona IF-G4. Tvrdé povlaky závitníků byly vytvořeny metodou PVD LARC® (Lateral Rotating ARC-Cathodes) a SCiL® technologií firmy Platit (Switzerland) - $\pi 411$. Katody byly postaveny v těsné blízkosti u sebe a bylo použito vysoce ionizované plazmy, silného magnetického pole a rychlého rotačního pohybu povlakovaných závitníků.

Tribologický test ukázal velmi dobrou shodu výsledků (obr. 6) s prodlouženou dobou záběhu a nižší hodnotou tření pro duplexní povlaky, především na plochách v neustálém kontaktu. Převládala abrazivní otěr nových povlaků a DLC povlak vykazoval nízkou hodnotu tření. Příčný průřez vyrobených závitů (obr. 7) byl analyzován v leštěném stavu s použitím leptadel. Geometrie profilu řezu byla celistvější u závitů vytvořeného řezacím závitníkem ve srovnání s geometrií profilu závitů, vytvořeným tvářecím závitníkem.

Na obr. 8 je uveden přehled časových řad řezných momentů. Průběh kroutícího momentu pro všechny tvářecí závitníky byl parabolický ve srovnání s řezacími závitníky, který byl ve většině případů lineární - obr. 9. Typické formy opotřebení břitů testovaných nástrojů pro obě technologie jsou zobrazeny na obr. 10. Jako kritérium opotřebení nástrojů, pro celkové porovnání životností, byly zvoleny hodnoty kroutícího momentu pro tvářecí závitníky 30Nm a 10Nm pro řezací závitníky - obr. 11. Výsledky měrné řezné energie povlakovaných a nepovlakovaných řezacích a tvářecích závitníků a jejich statistické porovnání jsou uvedeny v tab. 3, 4.

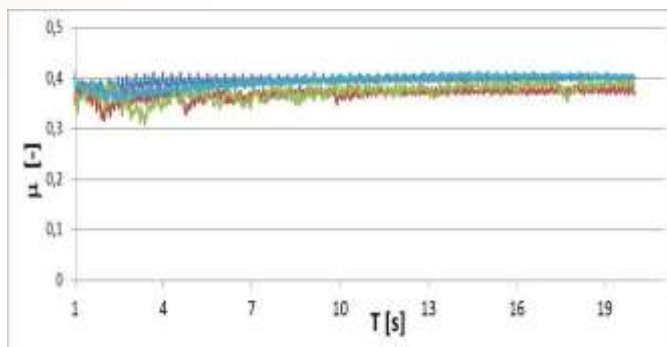
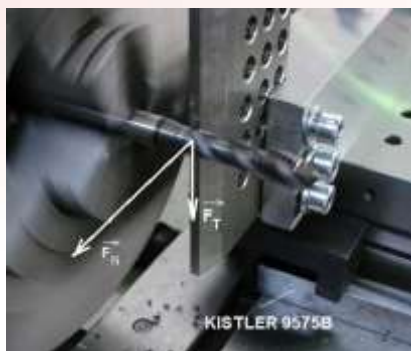
Všechny vyrobené závitů byly zkontrolovány pomocí dílenského závitového kalibru a byly rozměrově vyhovující. Textura povrchu vybraných vzorků byla vyhodnocena přístrojem Alicona GF4 - obr. 12. Po prvním řezu byla drsnost všech povlakovaných nástrojů velmi dobrá a nejnižších hodnot bylo dosaženo s povlakem TiN+DLC (tab. 5).

Tab. 1 Chemické složení a mechanické vlastnosti materiálu obrobku – ocel 12 050.1 (C45 DIN 17200-84 (1.1191)).

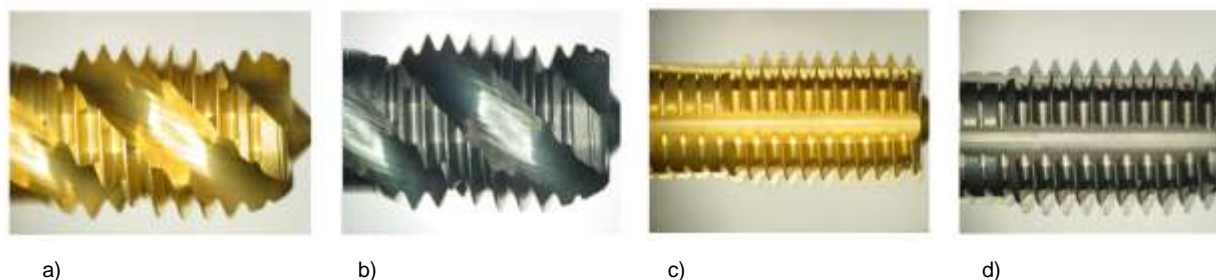
Chemické složení (%)							
C	Mn	Si	Cr	Cu	P	S	Fe
0,50	0,69	0,25	0,15	0,12	0,023	0,017	zbytek
Mechanické vlastnosti							
Mez kluzu $R_{p0.2}$ [MPa]			Pevnost v tahu R_m [MPa]		Youngův modul pružnosti [GPa]		
342			580		211		

Tab. 2 Chemické složení a mechanické vlastnosti materiálu obrobku – ocel 42CrMo4V ČSN EN 10083-1: 1991+A1: 1996; DIN 17200 – vytvrzený stav.

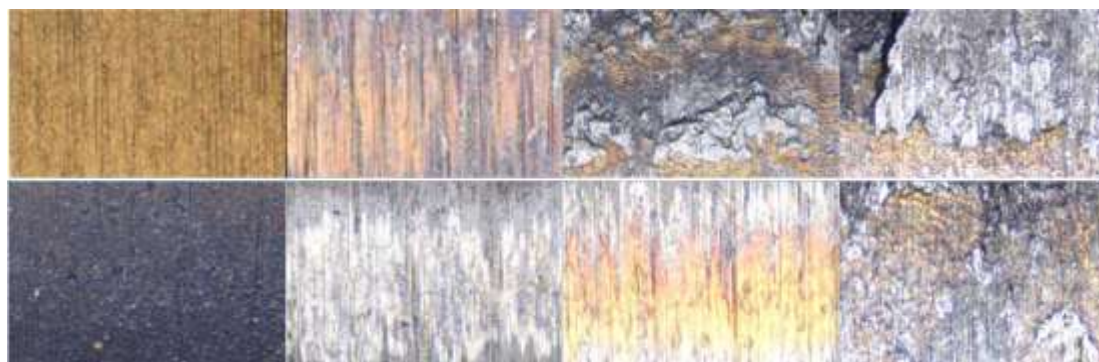
Chemické složení (%)							
C	Cr	Mo	V	Si	P	S	Fe
0,38	0,15	0,15	0,15	0,22	0,013	0,017	zbytek
Mechanické vlastnosti							
Mez kluzu $R_{p0.2}$ [MPa]		Pevnost v tahu R_m [MPa]		Youngův modul pružnosti [GPa]			
920		1120		224			



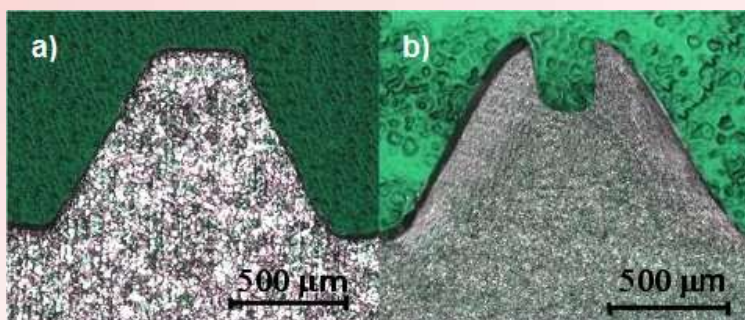
Obr. 4 Ukázka principu tribologického testu a časového průběhu koeficientu tření.



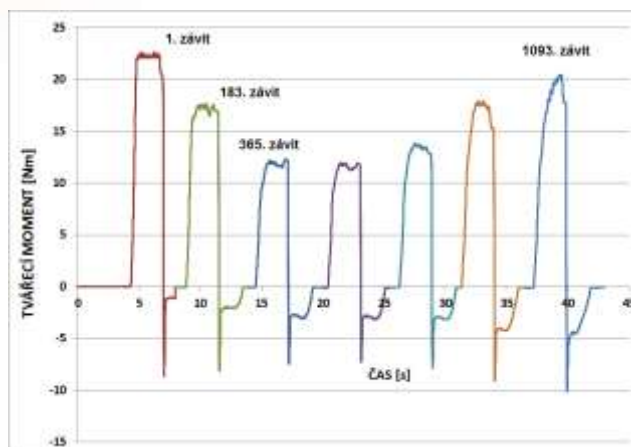
Obr. 5 Přehled povlakovaných testovaných nástrojů - řezací závitníky (a, b), tvářecí (c, d); povlaky – TiN (a,c), TiN+DLC (b,d).



Obr. 6 Textura povrchu povlakované válcové stopky nástroje při tribologickém testu – horní série TiN, spodní série TiN+DLC (zvětšení 10x).



Obr. 7 Průřezy vytvořených závitů (Nital 2 %) - a) řezaný závit v oceli 12 050.1, b) tvářený závit v oceli 42CrMo4V (nedotvářený hřeben závitu).



Obr. 8 Příklad časových řad tvářecích momentů HSS závitníku s povlakem TiN+DLC.

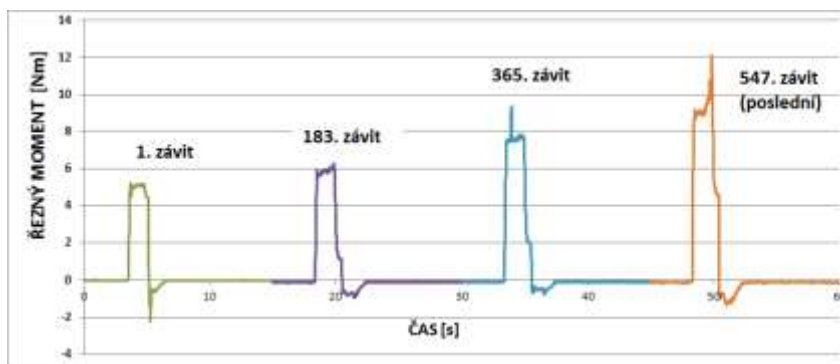
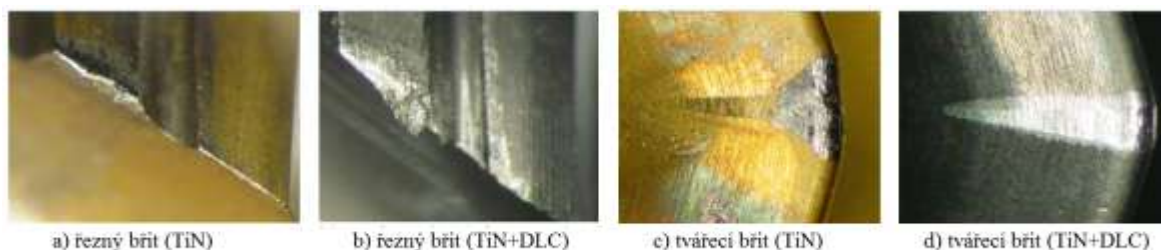


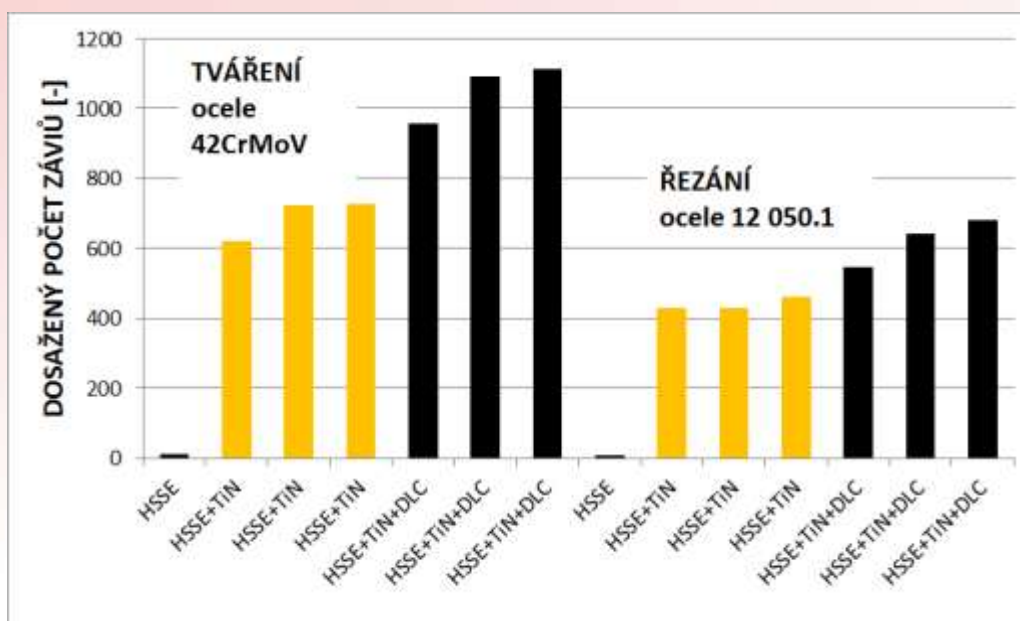
Fig. 9 Příklad časových řad řezných momentů HSS závitníků.



Obr. 10 Typické formy opotřebení břitů testovaných nástrojů - řezací závitníky (a,b), tvářecí závitníky (c,d); povlaky - TiN (a,c), TiN+DLC (b,d).

Tab. 3 Měrná řezná energie povlakovaných a nepovlakovaných tvářecích závitníků, statistické porovnání.

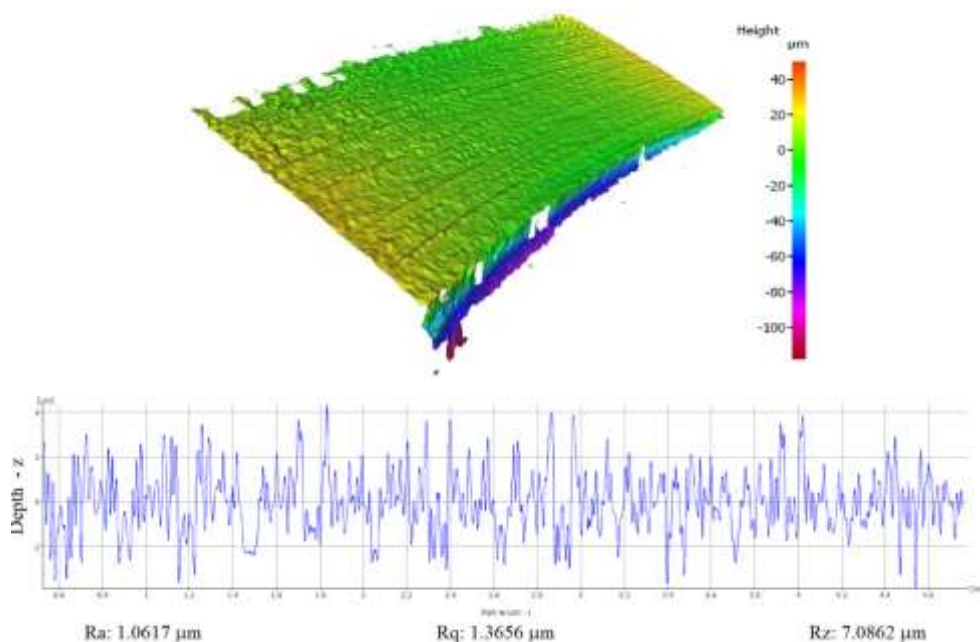
Druh povlaku	Měrná řezná energie [J/mm ³]	
	1. řez	Měrná řezná energie [J/mm ³] poslední řez
HSSE	32,622±3,820	-
HSSE+TiN	22,242±0,562	24,924±0,562
HSSE+TiN+DLC	20,684±0,414	21,266±0,420



Obr. 11 Přehled výsledků testovaných závitníků.

Tab. 4 Měrná řezná energie povlakovaných a nepovlakovaných řezacích závitníků, statistické porovnání

Druh povlaku	Měrná řezná energie [J/mm ³]	
	1. řez	poslední řez
HSSE	6,842±0,862	-
HSSE+TiN	5,824±0,148	5,914±0,136
HSSE+TiN+DLC	5,186±0,124	5,244±0,104



Obr. 12 Příklad struktury povrchu závitů vyrobeného HSSE závitníkem s povlakem TiN+DLC.

Tab. 5 Bodové odhady středních hodnoty drsností profilů závitů, statistické porovnání.

Druh povlaku	Tváření		Obrábění	
	Drsnost	Drsnost	Drsnost	Drsnost
	Ra[µm]	Ra[µm]	Ra[µm]	Ra[µm]
	1. řez	poslední řez	1. řez	poslední řez
HSSE (nepovlakovaný)	1,242±0,226	-	1,424±0,220	-
HSSE+TiN	0,886±0,248	1,116±0,211	1,212±0,368	2,466±0,562
HSSE+TiN+DLC	0,668±0,142	0,916±0,236	0,912±0,240	2,262±0,422

Závěr

Kombinace PVD povlaků TiN+DLC mohou být doporučeny pro velmi efektivní výrobu závitů zvláště v oceli v zušlechtném stavu, kde lze očekávat velmi dobrou přesnost (IT 9-10) pro technologie závitování, drsnost nosných ploch závitů v oblasti středního průměru $Ra < 1,6 \mu m$ a živostnost 1000 tvářených závitů. Podobné velmi příznivé výsledky (přibližně 600 závitů) byly dosaženy třískovým obráběním. Závitníky bez povlakování dosáhly mnohem nižších trvanlivostí a kvality vyrobených závitů. Výzkum bude pokračovat v oblasti triplexních povlaků (TiAlN), použití vnitřního chlazení a nanostrukturovaných TiAlSiN materiálů, dále v 3D rozborech struktury povrchu. Další práce budou zahrnovat zkoušky pevnosti v tahu, únavy a korozní odolnosti těchto vyrobených závitů.

Poděkování

Tento výzkum byl podpořen Specifickým výzkumem FSI VUT v Brně, projektem „Výzkum pokročilých technologií obrábění pro konkurenceschopné strojírenství“, reg. č. FSI-S-13-2138, ID 2138. Poděkování patří taktéž společnosti Intemac Solutions, s.r.o., Kuřim.

Seznam použitých zdrojů

- [1] Henderer, W.E., B.F. von Turkovich, Theory of the cold forming tap, Annals of the CIRP, 1974, 23, pp. 51-52.
- [2] Fromentin, G., Poulachon, G., Moisan, A., 2002, Thread forming tapping of alloyed steel, ICME Proceedings, Naples, Italy, 115-118.
- [3] Fromentin, G., Poulachon, G., Moisan, A., 2002, Thread forming tapping of alloyed steel, ICME Proceedings, Naples, Italy, 115-118.
- [4] Klocke, F., Gerschwiler, K., Schiffler, M., Morstein, M., Dessarzin, P., Lung D., Frank, H. Angepasste DLC-Schichten ermöglichen hohe Leistungssteigerungen beim Gewindebohren in TiAl6V4. Mat.-wiss. u. Werkstofftech. 44, No. 8, 2013, pp. 710-715.
- [5] Bouzakis, K.D. et al. Cutting with coated tools: Coating technologies, characterization methods and performance optimization. CIRP Annals - Manufacturing Technology 61, 2012, pp. 703-723.
- [6] Piska, M., Polzer, A. On the advanced PVD coatings for threading in austenitic steel Proceedings of the 23rd International DAAAM Symposium, Vienna, pp.831-834, ISBN 978-3-901509-91-9, (2012), ISBN 978-3-901509-83-4.
- [7] Veprek S. et al. Limits to the strength of super and ultrahard nanocomposite coatings. J. Vac. Sci. Technol. A, Vol. 21, No. 3, 2003, pp. 532-545.
- [8] Veprek S. et al. Mater. Sci. Eng., (2004) A 366202.
- [9] Prochazka J., Karvankova, P. Veprek-Heijman M.G.J. & VEPREK S. (2004). Conditions required for achieving superhardness of ≥ 45 GPa in nc-TiN/a-Si3N4 nanocomposites. Materials Science and Engineering. A 384, pp. 102-116.
- [10] Cselle T., Holubar P. Driving forces of today's manufacturing technology. In: Milling III. pp. 33-60, Brno, 2003, ISBN 80-214-2436-2.
- [11] Veprek, S., Veprek-Heijman, M.G.J., Jilek, M., Piska, M. Zeng, X., Bergmaier, A., Fang, Q. F. Oxygen Impurities in Ti-Si-N and Related Systems are Hindering the Phase Segregation, Formation of Stable Nanostructure and Degrading the Cutting Performance of Tools Coated with the Nanocomposites, 20th International Symposium on Plasma Chemistry <http://ispc20.plasmainstitute.org/>, pp.54-57, ISBN 9241562676, 2011, A.J. Drexel Plasma Institute.
- [12] Veprek, S., Veprek-Heijman, M.J.G., Holubar, P., Cselle, T., Galassi, I., Piska, M. Applications of Hard and Superhard Nanocomposite Coatings on Tools for Machining, Forming and Stamping - A Guide for SMEs, 3/2011; VINP (The Virtual Institute of Nano Films)
- [13] ISO 3002-4 (Basic Quantities in Cutting and Grinding -Part 4: Forces, energy, power).

Funkční keramika jako faktor úsporného a kvalitního sušení laku

Dr. Peter John, prof. Georgy Chatschieff – RPE.InfraTherm GmbH

V porovnání s většinou zemí EU má Česká republika větší energetickou náročnost ekonomiky. To vyžaduje další úsilí o zavedení moderních energeticky úsporných technologií a to zejména v těch výrobních sektorech, které spotřebovávají značné množství energie. Mezi tyto sektory patří sušení laku v automobilovém průmyslu a u řady dalších sektorů ve strojírenství.

Náročný konvenční způsob sušení

Sušení laku vyžaduje značné energetické, časové a další náklady. Samozřejmě, známé technologické řešení na bázi infračerveného záření ve srovnání s konvekčním (tepelným) prouděním v mnoha případech poskytuje určité přednosti v délce sušení, energetické náročnosti a kvalitě povrchového pokrytí. Zářiče dávají příliš jasné světlo, jako například v sušárnách německých automobilek [1].



Obr. 1.

Klasické zářiče spotřebovávají více energie, než je nezbytné pro sušení a vytvrzování lakované vrstvy. Skutečnost je taková, že asi 60% vyzařené energie – je viditelné světlo (od 0,3 do 0,7 μm) a krátkovlnné infračervené (0,7 až 2,5 μm). Oba druhy energie proces lakování nepotřebuje. Kromě toho, energie se přenáší za relativně nízké rychlosti (rychlost zvuku) a emisní spektrum ϵ a absorpční spektrum α se shodují velmi málo.

Funkční keramika a IR.C

Významným přínosem k řešení výše uvedených problémů je technologie použití infračerveného záření na základě funkční keramiky (IR.C). Funkční keramika se syntetizuje v solární peci. Solárním tavením možné získat požadované homogenní stechiometrické složení, díky čemu se dosahuje reprodukovatelnost charakteristik funkční keramiky.



Obr. 2.

Funkční keramika poskytuje dvě nové vlastnosti, odpovídající požadavkům sušení laku:

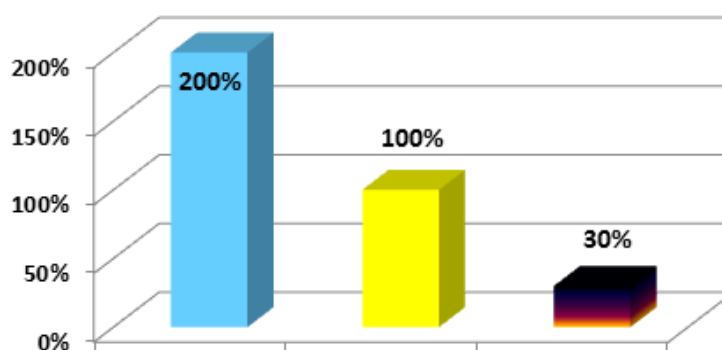
- Infračervené impulsy až do 320 W na 1 cm² na dobu 20-10 μs a frekvenci 450 Hz [2] působí následující účinky: extrémně rychlý přenos energie (s rychlostí světla), sušení prakticky uvnitř a tvorba vysoce kvalitních povlaků díky dlouhým polymerním řetězcům molekul laku.

- Infračervená spektra v rozsahu od 3-10 μm jsou blíže ke spektru absorpcí a vytvrzení laku. Tento rozsah optimálního přenosu energie na molekuly, zapojené v rezonanci v hloubce pokrytí, poskytuje efektivní sušení a polymeraci laku [3].



Obr. 3.

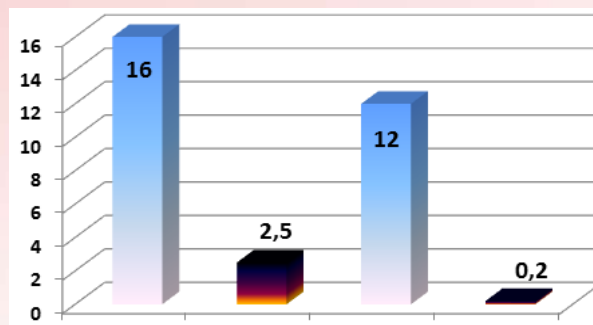
IR.C-technologie má velké výhody ve srovnání s běžnými technologiemi sušení tekutých nátěrů. Doba sušení ve vodě rozpustného laku může být snížena (v závislosti na konkrétních podmínkách a dokonalosti nových technologií) v porovnání s tradiční konvekce téměř 7krát, a v porovnání s krátkovlnným infračerveným zářením dvakrát. Stejně tak se snižuje spotřeba energie. To je zvláště důležité při použití neob-



Modrý sloupec – Tradiční konvekce.
 Žlutý sloupec – Krátkovlnné infračervené záření.
 Tmavý sloupec – IR.C.
 Obr. 4.

novitelných zdrojů primární energie (zemní plyn, ropa). Při použití odpadního tepla nebo solární tepelné energie v kombinaci s IR.C, variabilní náklady na energii jsou téměř blízké nule.

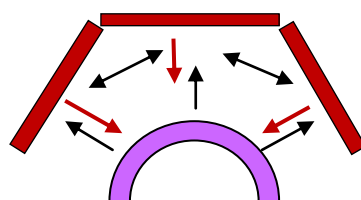
Ještě větší ekonomický efekt přináší IR.C-technologie v procesu lakování s pomocí práškového laku. Jestli doba sušení a vytvrzení ve vodě rozpustného laku na plastových dílech může být snížena od 16 minut do 2,5 minut, to v procesu lakování ocelového plechu s pomocí práškového laku – od 12 minut do 0,2 minut. Stejně tak se snižuje spotřeba energie.



Modrý sloupec – Tradiční konvekce.
Tmavý sloupec – IR.C.
Obr. 5.

Duplexní efekt

Prostor určený k sušení a lakování mezi zářiči a povrchem je trojrozměrný. Zářiče vyzařují energii a také ji absorbují, vrstva laku i nejen absorbuje, ale také částečně odráží. V důsledku toho, při maximálních příznivých podmínkách, může být dosažena až 50 %-ní úspora energie.



- Záření přímo na vrstvu laku →
- Výměna záření mezi radiátory ↔
- Odrážení záření od vrstvy laku →

Obr. 6.

Sušení laku pomocí IR.C-technologie přináší dvojitý účinek (i když proces se označuje jako "sušení", je ve skutečnosti procesem polymerace). Na jedné straně, z lakovaného povrchu se odstraní vlhkost. Na druhé straně, se zvyšuje rozdíl v úrovních vlhkosti: to je způsobeno tím, že v důsledku ohřívání vzduchu na povrchu výrobku relativní vlhkost klesá s rostoucí teplotou. To však pomáhá absorbování uvolněné vlhkosti. Tato kombinace IR.C a vzduchu vede k výraznému zlepšení sušení, což zvyšuje úsporu času a energie pomocí technologie IR.C (bez konvekce) v porovnání s technologií IR.C (s konvekce) téměř dvakrát [4].

Efekt obohacení laku přísadou funkční keramiky

Velmi důležité účinky poskytuje obohacení laku přísadou funkční keramiky v poměru 0,5%-2% objemu laku.

Sušení a vytvrzování laků je mnohem ekonomičtější, pokud jde o čas a energii. Jejich náklady jsou sníženy o 30% ve srovnání s procesy IR.C, ve kterých lak se používá bez přísady funkční keramiky. Nové a zajímavé funkční vlastnosti získává vlastní lakovaný povrch.



Obr. 7.

Sušení a vytvrzování některých druhů automobilových laků s přísadou funkční keramiky probíhá maximálně 5 minut, při relativně nízkých teplotách. Pro porovnání: automobilový lak se suší běžnými způsoby při zahřátí povrchu na teplotu ne menší než 130°C po dobu 30 minut. Přilnavost a trvanlivost obohaceného lakovaného povrchu vůči mechanickému namáhání (tvrdost, pevnost v ohybu) prostřednictvím IR.C-technologie se zvyšují. Pevnost povlaku se zvyšuje až 1,5 krát, přilnavost také se zvyšuje – a to natolik, že při opakovaném prudkém ohybu kovu není možné odstranit povlak nebo vytvořit praskliny. Kromě toho, díky IR.C-technologie není potřeba provádět jednou z nejtěžších a práce náročných operací – odmašťování lakovaných částí.

Použití funkční keramiky v automobilovém průmyslu a dalších odvětvích může výrazně zlepšit kvalitu povlaku, snížit počet technologických operací a výrazně redukovat spotřebu energie.

Závěr

Důležitým cílem průmyslu, vyrábějícího vozidla, nábytek a plastové díly, je vyhledávání takové technologie schnutí laku, která by umožnila největší úspory energie, času, investičních a dalších nákladů, a zároveň zlepšení kvality lakové vrstvy.

Použití infračervených převodníků na základě funkční keramiky ukazuje nové možnosti technologií sušení pro lakování povrchů a přidání jim nových funkčních vlastností. IR.C-technologie výrazně urychluje proces výroby, zvyšuje energeticky úsporné a další ekonomické efekty a zároveň zlepšuje kvalitu a vlastnosti hotového výrobku. Všechny tyto účinky a přednosti prokazují zásadní význam funkční keramiky, která je základem inovací.

Pokrokový systém pulzního záření s různými spektry záření urychluje polymeraci, a v porovnání s tradičním konvekčním sušením může velmi značně snížit dobu sušení a vytvrzování laku.

Řada návrhů je již připravena pro praktické uplatňování na trhu. Další návrhy vyžadují některých technických a technologických úprav a adaptaci do praxe. Třetí skupina návrhů ještě vyžaduje další výzkum.

Literatura

- [1] John, P.: Infrarot bedarfsgerecht steuern. Besser lackieren. 18/2014 vom 7.11.2014.
- [2] Rachimov, R., John, P.: Mechanismus zur Erzeugung von Infrarotimpulsen mit funktionellen Keramiken. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:105-qucosa-135637>
- [3] Rachimov, R., Ermakov, V., John, P., Rachimov, M.: Anwendung funktioneller Keramiken für Technologien des Trocknens mit Impuls-Infrarot. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:105-qucosa-151116>
- [4] John, P.: Schnelle und energiesparende Trocknung von Wasserlacken - IR und Konvektion kombiniert. JOT, 6/2009 S. 2-4

Předúprava povrchu – nástroj kvality povrchových úprav

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

Jan Kudláček – ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie

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

Realizace povlakového systému prochází několika fázemi. Tou první je vlastní návrh povrchové úpravy, druhou je vlastní realizace a tou třetí je kontrolní činnost a prokázání kvality provedení povrchové úpravy.

Výchozím bodem je stav povrchu součásti, výrobku či ocelové konstrukce, která se dostává do procesu povrchové úpravy. Stav materiálu, který nám vstupuje do výroby má nějaké parametry kontaminace obecným znečištěním (mastnota, prach, okuje a korozní produkty). Z dalších výrobních operací se mohou přidávat další znečištění a vady povrchu, které pokud je neodstraníme, sníží kvalitu konečné povrchové úpravy.

Základem celého procesu povrchové úpravy je správný návrh a stanovení technologického postupu, který zohlední všechny vlivy, které mají vliv na kvalitu provedení.

Návrh povrchové úpravy

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

Návrh musí též řešit i proveditelnost povrchové úpravy a poskytnout dostatek informací pro stanovení technologických postupů pro vlastní realizaci. V návrhu by se měl zpracovatel též vyjádřit ke způsobu kontroly a k požadovaným měřením, které budou prováděny během a po provedení povrchové úpravy. Samozřejměostí je uvedení příslušných norem a předpisů, podle kterých budou ty, které technologické operace prováděny či kontrolovány. Řada norem je dnes velmi obecně pojatých a bez přesně stanovených parametrů je velmi těžké se obejít.

Návrhem povrchové úpravy je možné se zabývat z hlediska funkčního a nejen korozního. Povlaky mohou mít funkci např. kluznou, odolnost proti abrazi, erozi, teplotní bariéru apod.

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

Přejímky před provedením povrchové úpravy

Tato činnost je neméně důležitá jako ostatní činnosti spojené s prováděním povrchových úprav. Důkladná prohlídka nám může odhalit nekvalitně připravené díly pro PÚ, jako například špatná kvalita svarů, jejich těsnost, neodstraněné rozstříky svarového kovu apod. Ne všechno se dá schovat do operace tryskání, silně zamaštěné svařence v tryskacím zařízení neodmastíme a naopak kontaminujeme tryskací prostředek mastnotou. Na trhu jsou sice nabízeny různé odmašťovací přípravky, které se ve formě prášku vsypávají

do tryskacího zařízení za účelem navázání mastnoty z tryskacího prostředku, ale jejich účinnost je sporná, navíc se tím značně snižuje životnost filtračních medií v odlučovačích prachu. Dále to mohou být nedokončené obráběcí operace, nesražené hrany a chybně provedené svary, které se nám v budoucnu mohou projevit jako iniciátory poškození povrchové úpravy a místa začínající koroze.

Kontroly a přejímky je důležité provádět v souladu s platnými normami [3, 4, 5], nebo podle interních předpisů vycházejících z těchto norem a zahrnující specifické provozní podmínky.

Předúpravy povrchu a přilnavost povlaků

Kvalitní příprava povrchu materiálu je jedním ze základních faktorů významně ovlivňující kvalitu a životnost následné povrchové úpravy. Nedostatečná příprava povrchu materiálu se nemusí projevit hned po aplikaci povrchové úpravy, ale až po určité době, kdy dojde k porušení celistvosti povrchové úpravy, vyloučený ochranný povlak je pórovitý, nebo se odlupuje, na nátěrové hmotě vznikají puchýře, hliník je nedokonale eloxován a je neprobarven, fosfátový povlak je nerovnoměrný a nemá příslušné antikorozi vlastnosti. Nekvalitní příprava povrchu znamená znehodnocení finálního výrobku, někdy i celého zařízení, respektive funkce povrchové úpravy.

Do přípravy povrchu materiálu řadíme technologické procesy, nazývané předběžné úpravy povrchu, nebo též předúpravy, vedoucí ke zkvalitnění parametrů povrchu potřebných pro následnou povrchovou úpravu materiálu. Předúprava povrchu s cílem dosáhnout maximální čistoty výrobků hraje v technologii povrchových úprav důležitou roli, která rozhoduje o kvalitě a životnosti povrchové úpravy.

Předúpravy povrchu mohou mít různé formy od prostého odmaštění povrchu, přes další mokré chemické procesy jako je moření a fosfátování k mechanickým předpravám – otryskávání povrchu. V některých případech mohou tyto předúpravy být kombinovány. Velmi časté je chemické odmaštění s následným tryskáním povrchu. Jakákoliv odchylka od navrženého a praxí ověřeného postupu může vést k degradaci celého povlakového systému.

Důležitým faktorem a stupněm analýzy při odmašťování je dosažitelná čistota povrchu. Pro zajištění čistoty povrchu je nutné dodržet zásadní požadavky na čištěné součásti a to volba vhodného odmašťovacího prostředku a volba vhodné technologie odmašťování. Vše musí vycházet z podmínek a možností daného pracoviště a použití vhodné technologie odmašťování.

Pro kontrolu čistoty odmašťovaných součástí existuje mnoho metod, avšak většina z nich je buď jen orientační a málo přesná nebo velmi zdoluhavá a použitelná pouze v laboratorních podmínkách. U většiny výrobních provozů se využívá vizuální kontrola, či kontrola pomocí inkoustů a fixů. V některých provozech se kontrola odmaštění ani nevyžaduje. V současné době je možné využít i progresivní a rychlou bezkontaktní detekci založenou na principu luminiscence (zařízení Recognoil). Tato detekční metoda, umožňuje kontrolovat technologický proces odmašťování a případně volit optimální parametry odmašťovacích lázní, což se projeví na prodloužení jejich životnosti, na snížení doby odmašťovacích operací a tudíž na snížení výrobních nákladů.

Při otryskávání povrchu se řídíme především dvěma parametry. Stupněm čistoty a drsností povrchu po otryskání. Oba parametry mají své normy a jsou vždy uváděny v doporučeních např. výrobců nátěrových systémů. Stupeň tryskání a výsledná drsnost je rozhodujícím faktorem pro určení přilnavosti každého povlaku. Dalším faktorem, který určuje, jakým způsobem daný povlak bude držet na podložce je i následná metoda nanášení povlaku. Obecně platí pravidlo, čím je podklad drsnější, tím bude následný povlak lépe držet. Ale toto pravidlo má také své omezení, kterým je nutná minimální tloušťka vrstvy povlaku, který musí vyplnit prohlubně drsného podkladu. Při zbytečně velké drsnosti povrchu bychom museli nanášet zbytečně velké tloušťky povlaku a tím by se zvyšovala cena PÚ.

Přilnavost povlaku k podkladu jako vlastnost je parametr, který byl v minulosti velmi studován a z experimentálních prací vychází řada doporučení, která bychom měli při návrhu respektovat. Příkladem mohou být měření drsnosti a přilnavosti povlaků prováděná na termicky nanášených povlacích ve SVÚOM [1], nebo v Saf [2]. Obě práce potvrdily přímou závislost přilnavosti na změně parametru drsnosti. Čím byla drsnost vyšší, tím byla i přilnavost vyšší. Absolutní hodnoty nejsou v mnohých případech důležité. Vždy je třeba je přesně formulovat pro konkrétní případ, tj. tryskací prostředek, jeho zrnitost a typ povlaku včetně jeho tloušťky.

V praxi povrchových úprav se často uvádí jako určující parametr drsnosti hodnota Ra. V tabulce 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty parametrů drsnosti tryskaných vzorků různou zrnitostí hnědého korundu.

Tab. 1 Výškové parametry povrchů

parametr [μm]	povrch otryskaný HK			
	F 20	F 24	F 30	F 40
Ra	9,28	8,50	6,60	4,69
Rq	11,62	10,80	8,40	6,00
Ry	66,00	62,00	49,80	37,60
Rtm	56,80	54,00	43,35	32,70
Rv	35,90	33,00	27,15	21,30
Rp	31,90	33,00	25,95	18,90
Sm	183,00	173,00	148,00	123,00

Stupně přípravy povrchu a závady povlakových systémů

Norma [5] ČSN EN ISO 8501-3, Stupně přípravy svarů, hran a ostatních ploch s povrchovými vadami rozlišuje tři stupně přípravy:

- P1 - Lehká příprava:** žádná nebo jen minimální nutná příprava před nanesením nátěru
- P2 - Důkladná příprava:** většina vad je odstraněna
- P3 - Velmi důkladná příprava:** povrch je bez významných viditelných vad

Stupeň přípravy P1 až P3 volíme v závislosti podle užití ocelové konstrukce a její životnosti. Lehkou přípravu P1 volíme u nenáročných výrobků s krátkou projektovanou užitnou dobou. Naopak velmi důkladnou přípravu volíme u náročných ocelových konstrukcí kde je požadována dlouhá životnost. Kláštní neoprávněně vysoké požadavky na přípravu může s sebou nést i značně zvýšené náklady, a prodražují cenu výrobku a užitnou hodnotu nezvyšují.

Veškeré výrobní vady, které se neopraví před povrchovou úpravou, nám způsobí její degradaci nebo snížení životnosti. Příkladem jsou vady na obrázcích 1 až 4.

Závěr

Je třeba si uvědomit, že sebelepší předpis nebo směrnice, která má za účel popsat kvalitu provádění povrchové úpravy nám nenahradí důslednou kontrolu technologické kázně během celého technologického procesu od přejímky materiálu, jeho dělení, svařování až k vlastnímu provedení povrchové úpravy. Proto je nutné mít proškolený odborný personál se zkušenostmi, které nám zaručí, že výrobky přejímané k povrchové úpravě budou vždy v optimálním stavu stupně přípravy.



Obr.1 Netěsný svar v rohu madla zábradlí – stav po 6 měsících vystavení na venkovní atmosféře



Obr.2 Degradace dočasné ochrany základním nátěrem při nedodržení minimální předepsané tloušťky vrstvy 40 μ m – stav po 3 měsících vystavení na venkovní atmosféře



Obr.3 Nedůsledně odstraněná část svaru po odstranění manipulačního oka při montáži OK – chybná přejímka před započítím povrchové úpravy.



Obr.4 Neodstraněný otřep po vyvrtání díry – chybná přejímka před započatím povrchové úpravy.

Literatura a použité normy:

- [1] Havrda, M., Pitter, J., Laštovková, O., Vliv kvality otryskávání na přilnavost metalizovaných povlaků, Koroze a ochrana materiál 25 (1981), str. 35 až 38
- [2] Sedláček, A., Příkryl, J., Zkoušky přilnavosti žárově stříkaných povlaků, interní zpráva 1/08, SAF Praha, Praha 2008
- [3] 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
- [4] 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
- [5] ČSN EN ISO 8501-3: 2008; 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

Volba korozivzdorných ocelí pro technologická zařízení

Ing. Otakar Brenner, CSc. – ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav strojírenské technologie

Základním požadavkem na provoz technologických zařízení je jejich spolehlivost a bezpečnost. Pro technologická zařízení v chemickém, petrochemickém a farmaceutickém průmyslu se velmi často používají jako konstrukční materiál korozivzdorné oceli. Použití těchto ocelí je dáno požadavky nových výrobních procesů nebo zvyšováním provozních parametrů stávajících zařízení. Korozivzdorné oceli se používají často jako konstrukční materiál, když volba korozivzdorné oceli je jediným možným řešením z hlediska provozu, životnosti, bezpečnosti a hygieny.

Korozivzdorné oceli patří do skupiny ušlechtilých legovaných ocelí, která se vyznačuje přesným chemickým složením, speciálními podmínkami výroby a specifickými podmínkami zkoušení. Obsahují jako základní legující prvek více než 12 % Cr (až 30 %) a další legující prvky (Ni až 30 %, Mn až 24 %, Mo 2 - 7 %, Cu 1 - 4 % a dále Si, Al, Ti, Nb, Ta, W, V a N). Charakteristické jsou nízké obsahy S a P, většinou max. 0.03 %, obsah uhlíku se obvykle pohybuje v rozmezí 0.01 až 0.4 %.

Optimální výběr korozivzdorné oceli pro požadované parametry výroby musí zahrnovat správný návrh typu korozivzdorné oceli a konstrukčního uspořádání jako základ provozu technologických zařízení. Někdy je při výběru korozivzdorné oceli preferována snaha o splnění požadovaných funkcí daného zařízení za co nejnižší cenu a volba o materiálu pro dané podmínky může být zdroj podstatných úspor v pořizovacích nákladech. To obvykle přináší pozdější nárůst nákladů na opravu nebo výměnu daného zařízení při jeho poruše a zvýšená bezpečnostní a ekologická rizika. Příčiny snížení kvality výroby vzniklé vlivem koroze nebo kombinací koroze a jiných vlivů u korozivzdorných ocelí může především způsobit:

- chybné projekční rozhodnutí při výběru korozivzdorné oceli
- neznalost nových typů korozivzdorných ocelí vyvinutých pro dané podmínky
- nízké znalosti degračních mechanismů v daném prostředí a nesprávná interpretace chování korozivzdorných ocelí pro dané podmínky
- podcenění volby výběru korozivzdorné oceli
- neproběhlo posuzování vhodnosti korozivzdorných ocelí ve všech provozovaných režimech

- nevhodné konstrukční řešení z hlediska koroze korozivzdorné oceli
- použití nevhodných nebo neověřených technologických postupů při montáži nebo výrobě zařízení z korozivzdorné oceli
- nerespektování specifik konkrétního typu korozivzdorné oceli a přecenění její korozní odolnosti
- upřednostnění okamžitých ekonomických ukazatelů proti dlouhodobým

Rozdělení korozivzdorných ocelí podle struktury

martenzitické

feritické

austenitické

dvoufázové - feriticko austenitické

- martenziticko feritické

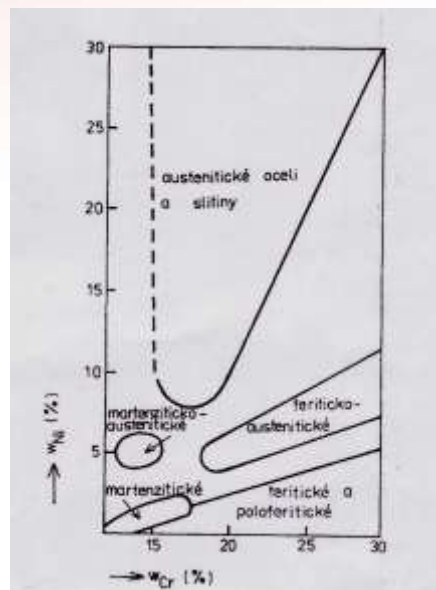
- martenziticko austenitické

precipitačně vytvrditelné

- s přímou martenzitickou přeměnou

- s nepřímou martenzitickou přeměnou

- austenitické vytvrditelné



Skupiny korozivzdorných ocelí v závislosti na obsahu Cr a Ni

Struktura korozivzdorných ocelí

- | | |
|---------------------|--|
| základní matrice | - ferit |
| | - austenit |
| | - martenzit |
| | - deformační martenzit |
| | - delta ferit |
| intermetalické fáze | - σ (sigma) a ζ (chi) |
| precipitáty | - karbidy MeC (Ti, Nb, W, Ta) |
| | Me ₂ C (W, Mo), Me ₇ C ₃ (Cr, Fe) |
| | Me ₂₃ C ₆ (Cr) |
| | - nitridy (TiN, CrN) |
| vytvrzující fáze | - Me ₃ Ti, Me ₃ Al |

Základní formy koroze korozivzdorných ocelí

- rovnoměrná
- lokální (bodová, štěrbinová)
- strukturně ovlivněná (mezikrystalová)
- mechanicky ovlivněná (korozní praskání za napětí)

Pro vytvoření pasivní ochranné vrstvy na povrchu oceli (Cr₂O₃) je rozhodující je obsah Cr v tuhém roztoku (min. cca 12 %). Základem použití korozivzdorných ocelí je nízká rychlost při rovnoměrné korozi (nejlépe pod 0.1 mm/rok). Při porušení ochranné pasivní vrstvy vznikají lokální formy koroze, vlivem působení prostředí a namáhání vzniká korozní praskání za napětí.

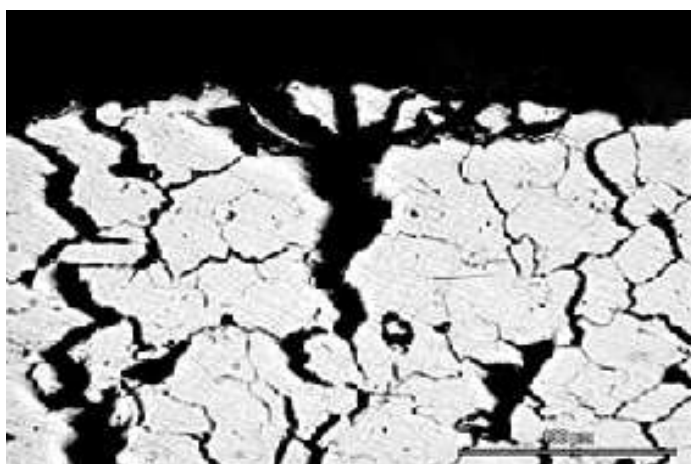
Korozní napadení korozivzdorných ocelí typu 06CrNi18-10



Bodová koroze



Štěrbínová koroze



Mezikystalová koroze



Korozní praskání za napětí

Správně navržená korozivzdorná ocel jako konstrukční materiál a správně navržené konstrukční uspořádání je základem pro zamezení vzniku předčasných poruch zařízení a případných korozních problémů v oblasti korozivzdorných ocelí. Proto je třeba přistupovat k řešení případných korozních problémů v oblasti korozivzdorných ocelí již v období projekce. Projektant má velký výběr z různých typů korozivzdorných ocelí, norma ČSN EN 10088-1 zahrnuje cca 110 různých typů a v jejich použití a volbě je třeba se správně orientovat.

Koncepce volby korozivzdorné oceli z hlediska koroze

- formulace problematiky koroze resp. protikorozní ochrany na konkrétním zařízení
- volba optimálního typu korozivzdorné oceli na základě znalostí a poznatků o chování podobných zařízení
- na základě dalších literárních údajů zhodnotit jiná nebezpečí korozního napadení
- zhodnotit korozní chování korozivzdorné oceli v provozních podmínkách a při změně technologických parametrů
- posouzení vztahů mezi návrhem konstrukčního uspořádání a možností vzniku korozního napadení korozivzdorné oceli
- posouzení kritických korozních míst v konstrukčním uspořádání
- četnost napadení korozního korozivzdorné oceli v předpokládaných kritických místech

Volba korozivzdorných ocelí

Základní specifikace	Popis technologického postupu a funkce zařízení Provozní media Provozní parametry Přípustnost korozního napadení a předpokládání životnost Další specifické požadavky
Průzkum informací	Korozivzdorné oceli na podobných zařízeních Odborná literatura Firemní literatura Patenty, normy a předpisy
Rozbor základních požadavků	Stanovení korozních podmínek Stanovení degradačních mechanismů Omezující podmínky pro volbu Vyhodnocení vlivu změny parametrů Hygienické a ekologické požadavky
Mechanické, fyzikální, technologické vlastnosti	Pevnostní hodnoty a houževnatost Mechanická namáhání Teplotní charakteristiky resp. žárupevnost Elektrické a magnetické hodnoty Tvařitelnost, obrobiteľnosť, svařitelnost Strukturní stabilita
Dodavatelské možnosti	Sortiment Dostupnost Cena

Správná volba korozivzdorných ocelí výrazným způsobem zajišťuje při dlouhodobém kontinuálním provozu: kvalitu výroby, životnost, bezpečnost a spolehlivost výroby. Projektant musí již při navrhování zařízení minimalizovat navrhnout správný typ korozivzdorné oceli. V současnosti, kdy se intervaly inspekcí, se stanovují především na základě hodnocení rizik, je se volba optimálního typu korozivzdorné oceli rozhodující pro spolehlivost technologického procesu. Proto se vždy vyplatí spolupracovat při výběru korozivzdorných ocelí s odborníkem v oblasti koroze.

Centrum pro povrchové úpravy CTIV – Celoživotní vzdělávání

CTIV a Fakulta strojní ČVUT v Praze ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy, nabízí technické veřejnosti, pro školní rok 2014 – 2015, v rámci programu Celoživotního vzdělávání studijní program

POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ

Korozní inženýr.

Od února 2015 se předpokládá zahájení dalšího běhu studia, do kterého je možné se ještě přihlásit.

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

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

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

Korozní inženýr.

Podrobné informace včetně učebních plánů a přihlášky ke všem formám studiu je možno získat na adrese:

Fakulta strojní ČVUT v Praze, Centrum technologických informací a vzdělávání

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Technická 4, 166 07 Praha

Tel: 224 352 622, Mobil: 605 868 932

E-mail: Jan.Kudlacek@fs.cvut.cz; info@povrchari.cz

Info: www.povrchari.cz



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

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

Kurz pro pracovníky práškových lakoven
„**Povlaky z práškových plastů**“

Kurz pro pracovníky žárových zinkoven
„**Žárové zinkování**“

Kurz pro pracovníky galvanických procesů
„**Galvanické pokovení**“

Kurz pro pracovníky lakoven
„**Povlaky z nátěrových hmot**“

Kurz pro metalizéry
„**Žárové nástřiky**“

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

Rozsah jednotlivých kurzů: 42 hodin (6 dnů)

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

Podrobnější informace rádi zašleme.

Email: info@povrchari.cz

V případě potřeby jsme schopni připravit školení dle požadavků firmy.

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

Připravované kurzy

Kvalifikační a rekvalifikační kurz pro pracovníky galvanoven

„**Galvanické pokovení**“

Kurz je určen pro pracovníky galvanických provozů, kteří si potřebují získat či si 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 kurzu je zabezpečit potřebnou kvalifikaci a certifikaci pracovníkům galvanoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu galvanických povrchových úprav.



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

Rozsah hodin: 42 hodin (7 dnů)

Termín zahájení: dle počtu uchazečů (min. 10)

Garant: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Ing. Petr Szelag

Kvalifikační a rekvalifikační kurz pro pracovníky žárových zinkoven „Žárové zinkování“

Kurz je určen pracovníkům, kteří si potřebují získat či si doplnit vzdělání v této kvalifikačně náročné technologii povrchových úprav (konstruktéry, technology, pracovníky zinkoven). Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům a získat potřebné vědomosti o technologii žárového zinkování.



Obsah kurzu:

- Příprava povrchu před pokovením
- Technologie žárového zinkování ponorem
- Metalurgie tvorby povlaku
- Vliv roztaveného kovu na zinkované součásti
- Navrhování součástí pro žárové zinkování
- Zařízení provozů pro žárové pokovení
- Kontrola kvality povlaků
- Ekologie provozu žárových zinkoven
- Příčiny a odstranění chyb v povlacích
- Exkurze do předních provozů povrchových úprav



Rozsah hodin: 42 hodin (7 dnů)
Termín zahájení: Dle počtu uchazečů (min. 10)

Garant: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Asociace českých a slovenských zinkoven

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



Odborné akce



Česká společnost pro povrchové úpravy
připravuje tradiční setkání odborníků v oblasti povrchových úprav

48. ročník celostátního Aktivu galvanizérů

Hotel Gustav Mahler Jihlava

3. a 4. února 2015.

Česká společnost pro povrchové úpravy, o.s., Lesní 2946/5, 586 03 JIHLAVA
e-mail: cspu@seznam.cz
tel: 737 346 857
www.cspu.cz



11. MEZINÁRODNÍ ODBOBNÝ SEMINÁŘ

PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV

26. - 27. 11. 2014
HOTEL MYSLIVNA
BRNO

BVV



Veletřhy
Brno

MM Průmyslové
spektrum

Technický týdeník

KONSTRUKCE

tribotechnika

WWW.POVRCHARI.CZ



Stainless 2015

8. mezinárodní veletrh
korozivzdorných ocelí

5.-6. května 2015

Brno, Výstaviště

www.bvv.cz/stainless

Veletrhy Brno, a.s.
Výstaviště 405/1
CZ - 603 00 Brno
Tel.: +420 541 152 720
Fax: +420 541 153 044
E-mail: stainless@bvv.cz
www.bvv.cz/stainless

BVV

Veletrhy
Brno



41. konference s mezinárodní účastí
PROJEKTOVÁNÍ A PROVOZ POVRCHOVÝCH ÚPRAV
11. - 12. března 2015
v hotelu Pyramida, Praha 6

Informace a rezervace:

PhDr. Zdeňka Jelínková, CSc. - PPK
 Korunní 67,
 130 00 Praha 3
 tel/fax: 224 256 668
 jelinkovazdenka@seznam.cz

**Ceník inzerce na internetových stránkách www.povrchari.cz
 a v on - line odborném časopisu POVRCHÁŘI**

Možnost inzerce

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

Ceník inzerce

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

Cena:

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

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

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

Cena:

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

Textová inzerce v on-line odborném Občasníku POVRCHÁŘI

Cena:

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

Umístění reklamy v on-line odborném Občasníku POVRCHÁŘI

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

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

Cena bude stanovena individuálně dle charakteru a rozsahu.

Slevy: Otištění

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

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

Inzerce

POPTÁVKA

Neptun, nebo NOE 23/8,5

Poptáváme provozu schopný, nebo opravitelný stroj



Neptun, nebo NOE 23/8,5

výrobce Kovofiniš Leděč nad Sázavou.

Máme zájem i o dokumentaci.

DETAS s.r.o
Soukenická 76
55001 Broumov

tel.: 491523577
Havlíček Jaroslav
havlicek@detas.cz

Reklamy



GALATEK®

LAKOVNY A PŘÍSLUŠENSTVÍ

PROFESIONÁLNÍ LAKOVNA = DOKONALÝ POVRCH

www.galatek.cz



Dodavatel technologií pro povrchové úpravy:

Dodávaný sortiment strojů a zařízení obsahuje:

- zařízení pro přípravu povrchu
- kabiny a lakovací linky pro nanášení kapalných nátěrových hmot
- kabiny a lakovací linky pro nanášení práškových plastů
- sušící a vypalovací pece
- transportní a manipulační techniku
- aplikační techniku
- speciální jednoúčelové stroje
- kompletní systém řízení a vizualizace technologického procesu



GALATEK a.s.

Na Plackách 647 P.O.BOX 35 • 584 01 Ledec nad Sázavou • ČR

Tel.: +420 569 714 111 • Fax: +420 569 722 509 • E-mail: lakovny@galatek.cz



Asociace českých
a slovenských
zinkoven

Vlastimil Kuklík
Jan Kudláček

Žárové zinkování



Cílem publikace je podat ucelený přehled informací o žárovém zinkování prováděném v komerčních zinkovnách. Tato příručka se rovněž částečně věnuje otázce koroze oceli, principu protikorozi ochrany oceli zinkem a poskytuje přehled o nejčastěji používaných způsobech zinkování. Kniha je zaměřena především na technologii nanášení slitinových železo-zinkových povlaků v komerčních zinkovnách. V přehledně uspořádaných kapitolách jsou podrobně popsány zásady navrhování a výroby součástí určených k žárovému pozinkování, obvyklé postupy předúpravy povrchu, metalurgie tvorby slitinových povlaků včetně jejich morfologických variant, vady povlaků a způsoby provádění oprav. Závěrečné kapitoly jsou věnované životnosti zinkových povlaků, bezpečnosti žárově pozinkovaných konstrukcí a normalizaci i legislativě v oboru s důrazem na environmentální aspekty žárového pozinkování.

Vydavatel:

Asociace českých
a slovenských zinkoven,
Českobratrská 1663/6,
702 00 Ostrava - Moravská Ostrava
tel.: +420 596 110 783
fax: +420 960 596 110 783
e-mail: info@acsz.cz

Cena knihy:

299 Kč včetně DPH
+ poštovné a balné.
Odběr je možný osobně
nebo na dobírku.

Mám zájem o výtisků knihy Žárové zinkování á 299 Kč (vč. DPH).

Fakturační adresa

Název firmy:

Jméno a příjmení:

Adresa:

IČ/DIČ:

Telefon:

E-mail:

Adresa dodání (je-li jiná než fakturační)

Název firmy:

Jméno a příjmení:

Adresa:

Podpis:



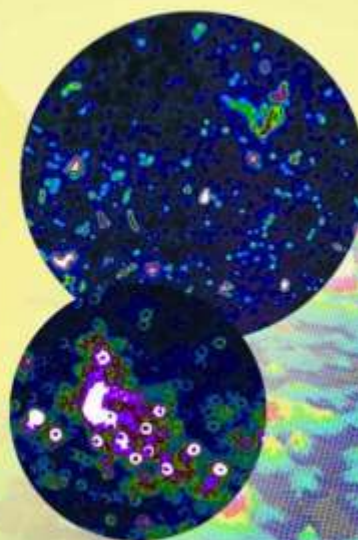
CENTRUM PRO
POVRCHOVÉ
ÚPRAVY

Recogn il

Bezkontaktní detektor mastných nečistot



- neocenitelná pomůcka v procesu povrchových úprav
- detekuje většinu mastných nečistot používaných ve strojírenství - na většině materiálů
- v reálném čase přenáší obrazová data do PC přes port USB
- v reálném čase software zhotoví analýzu - rozhodne, jestli je povrch zapotřebí znovu čistit - odmastit
- SW číselně vyhodnotí plošnou koncentraci známé nečistoty
- široká možnost uplatnění, přenosný, bateriemi napájený
- možné přizpůsobit zákaznickově požadované aplikaci



TECHTEST, s.r.o.

Na Studánkách 782 CZ-551 01 Jaroměř :: <http://www.techtest.cz>
info@techtest.cz :: +420 605 868 932 :: +420 608 952 152

Solné a cyklické korozní komory Q- FOG firmy Q- LAB Corporation

soulad s mnoha normami - základ: ČSN EN ISO 9227,
ČSN EN ISO 6270-2, ASTM G85, PV 1210, VDA
621.415, ASTM B117, ČSN EN ISO 11 997, ISO 7253,
dále standardy VOLVO, RENAULT, BMW, NISAN,
CCT1, CCT4, a další

variabilita modelů: SSP - solné a prohesion
CCT - cyklické, kombinované
CRH - s regulací relativní vlhkosti

základní výhody:

- Vysoká rychlost vytvoření a případných změn parametrů požadovaného korozního prostředí
- Pevná sklolaminátová konstrukce se suchým zatěsněním víka a vysokou nosností komory
- Přívětivá obsluha a maximální vizualizace procesu, záznam dat, bezplatný software
- Snadný servisní přístup pro úkony operátora i servisního pracovníka
- Vysoká variabilita funkcí komory
- Krátké dodací lhůty
- Prodej zkušební soli a plechů na test koroziivity



www.q-lab.com

Komory mají programovatelné funkce, z nichž lze skládat jednotlivé testovací postupy:

funkce		minimální teplota	maximální teplota
FOG	Solná mlha	lab. teplota	60°C
DRY	Sušení – profukování vzduchem	lab. teplota	70°C
HUMID	100% vlhkost – kondenzace	+ 5°C nad lab. teplotou	60°C
DWELL	Klidový stav s teplotou	lab. teplota	60°C
HUMID/RH	Regulovaná relativní vlhkost 10 - 95%RH	20°C	60°C
SHOWER	Sprchování solankou	20°C	50°C

Kapacita vzorků	model 600	model 1100
panely 100 x 300 mm	128	200
panely 75 x 150 mm	160	240
Povolené zatížení komory	544 kg vzorků	544 kg vzorků
Objem komory včetně víka	640 litrů	1103 litrů
Vnitřní rozměry		
délka	109 cm	145 cm
šířka	66 cm	82 cm
výška bez víka	46 cm	46 cm
výška včetně víka	74 cm	79 cm
Vnější rozměry		
délka	182 cm	221 cm
šířka	105 cm	123 cm
výška	124 cm	128 cm



prodej, servis, poradenství:

LABIMEX CZ s.r.o.

Na Zámecké 11, 140 00 Praha 4
www.labimexc.cz, prazak@labimex.cz,
+420 602 366 407, +420 241 740 120



poskytujeme kalibrační služby s akreditací ČIA, ISO 17 025
pro kalibraci teploty a relativní vlhkosti



57. mezinárodní
strojirenský veletrh

www.bvv.cz/msv

MSV 2015

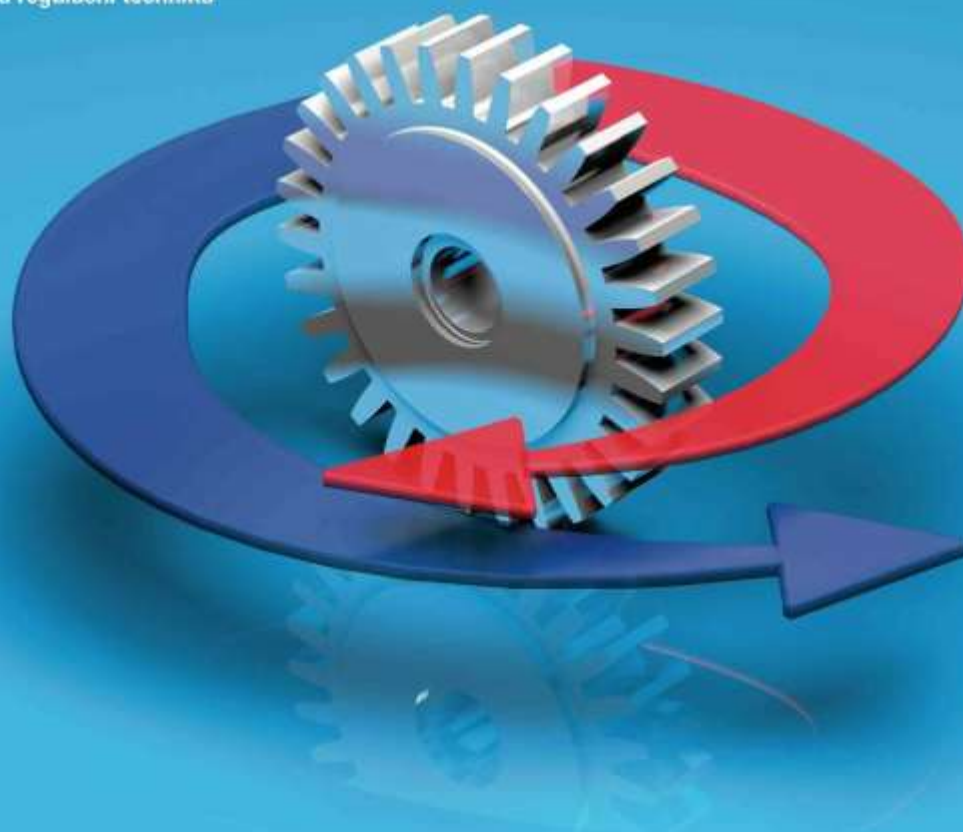


7. mezinárodní veletrh
dopravy a logistiky

www.bvv.cz/translog

AUTOMATIZACE

Měřicí, řídicí, automatizační
a regulační technika



14.–18. 9. 2015
Brno – Výstaviště

Veletrhy Brno, a.s.
Výstaviště 403/1
CZ – 602 00 Brno
Tel. +420 541 132 928
Fax. +420 541 133 044
mvv@bvv.cz
www.bvv.cz/brno

BVV

Veletrhy
Brno

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

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

Povrcháři ISSN 1802-9833.

Šéfredaktor

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

Redakce

Ing. Jan Kudláček, Ph.D., tel: 605 868 932

Ing. Jaroslav Červený, tel: 224 352 622

Ing. Michal Pakosta, tel: 224 352 622

Ing. Petr Drašnar, tel: 224 352 622

Ing. Karel Vojkovský, tel: 224 352 622

Ing. Dana Benešová, tel: 224 352 622

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Na Studánkách 782

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605868932

Redakční rada

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

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

Ing. Vlastimil Kuklík, Ph.D.

Ing. Kvido Štěpánek, ředitel Isolit-Bravo, spol. s r.o.

Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, tel: 224 352 622

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

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