

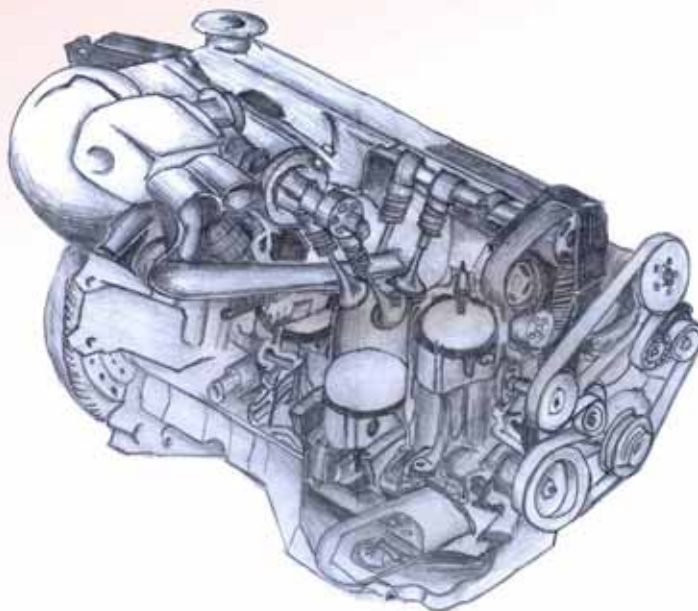
Povrchové úpravy

Koroze

Kvalita

Legislativa

Ekologie



Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři,

konečně máme těch několik málo týdnů své voličské slávy a důležitosti za sebou, tak zas třeba přistě. Politici naší země vyliili statečně poslední kbelíky špíny na své kolegy a společně se opět chopili nejvyšších manažerských funkcí v organizaci zvané Česko.

Pokud přijmeme, zcela obecně myšlenku, že každý dělá to, co umí, pak musíme připustit, že kvalita všeho dění je nejvíce ovlivněna rukou manažerů. Jestliže v každé úspěšné organizaci na vrcholu hierarchické pyramidy stojí ti nejvýkonnější a nejzodpovědnější pak jsou to především oni, kdo vytváří design úspěšného společenského či podnikatelského modelu nebo firmy. Jsou to oni, kdo nastavují okrajové podmínky systému, stanovují splnitelné a reálné cíle, determinují kulturu dané organizační jednotky či společnosti svým chováním, jednáním a komunikací, ať již vědomě nebo podvědomě.

Jsou to oni, kdo navigují své spoluobčany k úspěchu. Proto je naprosto klíčové, aby to byli ti nejlepší, vzdělaní, slušní a zodpovědní, kteří jsou si vědomi svého poslání – vytvářet podmínky pro další rozvoj svěřeného potenciálu země či firmy nejen ve prospěch svůj, ale i ve prospěch těch, kteří jsou na výsledcích úspěšné společné práce i společnosti existenčně závislé.

Obecně platí, že každý a tedy i manažer zodpovídá plně za to, co dělá i co umí. Je to jeho vůle angažovat se, riskovat, měnit věci k lepšímu, být profesionál, ale i nést zodpovědnost.

Pokud se pozorně rozhlédnete kolem sebe má tato země dostatek takových úspěšných manažerů i zodpovědných lidí především ve firmách, úspěšných s.r.o. i a.s. Jinak bychom již neměli kam chodit pracovat a pro obživu. Jste to i každý z Vás, kteří se svou zodpovědností a pracovitostí staráte o své firmy, svěřená pracoviště i o své rodiny.

A pokud chcete vidět ty úspěšné a dobít si po těch pár měsících zase trochu baterky optimismu, tak přijďte třeba i letos v září do Brna na letošní „Strojírák“ na přehlídku toho, co zbylo a znovu roste. Jiná cesta totiž ani není, než to zkusit se sami společně postavit na nohy. A co s těmi co neumí, neslyší a nechtějí? Nic, ti odpadnou sami.

Hezké léto, hodně zakázek a pěknou dovču Vám všem přeji

Vaši Kreibich a Kudláček

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Centrum pro povrchové úpravy a letošní ProFinTech

V letošním roce se uskuteční již 3. Ročník povrchářského bienále ProFinTech. Prvé dva ročníky 2006 a 2008 se uskutečnili v rámci společných technologických veletrhů TOP Technologí, kde společně s akcemi svářečů – Welding, slévačů – Fondex, plastikářů – Plastex se tento veletrh zařadil do společné technologické rodiny strojírenství.

V letošním ekonomicky složitým roce se tyto výstavy neuskutečnily společně jarním termínu, ale byli zařazeny do společné akce s 52. Mezinárodním strojírenským veletrhem ve dnech 13. až 17. září.

Podle počtu přihlášených zdá se být tato volba pro letošní ročník vhodným řešením. Předpoklad pořadatelů je, že 4. ročník již bude opět součástí technologického veletrhu TOP Technologí 2012.

Jak jsme již uvedli v minulém čísle Povrcháře – Centrum pro povrchové úpravy zajistilo u pořadatele letošního 3. Ročníku povrchářského veletrhu ProFinTech možnost prezentací firem v rámci akce „Centrum pro povrchové úpravy a jeho hosté“ s velmi příznivými finančními náklady pouze za část úhrady této společné prezentace se všemi výhodami samostatného menšího stánku. Pokud se rozhodnete pro tento způsob účasti na letošním setkání povrchářů s menšími náklady pro Vaši firmu, je potřeba toto rozhodnutí z důvodu zařazení do katalogu vystavujících učinit co nejdříve. (Zájemci necht' se laskavě obrátit na Ing. Petr Maliňák z Veletrhy Brno, a.s. a Ing. Jana Kudláčka z CPU – tel.: 605 868932)

KOVY A POVRCHOVÉ ÚPRAVY – III. ZINEK

Viktor Kreibich, Dana Benešová – ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Technologie zinkování

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 termodifuzního a mechanického pokovení. K nejmladším způsobům využívajícím výhodných vlastností zinku patří organické a anorganické povlaky s vysokými obsahy zinku. Mimo klasické technologie nanášení aplikující rozpouštědlové nátěrové hmoty s vyššími obsahy částic zinku jsou v souvislosti s novými ekologickými a technickými podmínkami používány nové progresivní technologie a povlaky na bázi zinku. Jsou to především:

- organické povlaky z práškových materiálů (plastů, resp. nátěrových hmot) s vysokými obsahy zinku (minimálně 60 objemových % v povlaku po vytvrzení).
- anorganické neelektrolytické nanášené povlaky z mikrolamel zinku případně hliníku (minimálně 80 objemových % v povlaku po vytvrzení).

Povlaky z práškových plastů s vysokým obsahem zinku.

Takovéto povlaky jsou používány jako základní povlaky s přímou aplikací na tryskáním upravený základní ocelový (resp. litinový) materiál s předpokladem následného vrchního povlaku (Obr. 1). Tyto materiály jsou dodávány omezeným počtem výrobců práškových plastů na bázi epoxidových materiálů. Tepelné zpracování je shodné s režimem používaným u epoxidových práškových plastů (160 - 180°C, 10 - 20 minut). Při obsahu 60 objemových % zinku v povlaku (kdy se jednotlivé částice dotýkají) jde o optimální množství zinku, což bylo ověřeno řadou korozních zkoušek. Vlivem elektrochemických reakcí oxidační produkty zinku utěsní dokonale všechny póry mezi částicemi zinku v povlaku. Povlak je nevodivý, protikorozní ochrana je zabezpečena dokonalou bariérou. V případě porušení povlaku vnějším vlivem chrání zinek místně ocel na principu katodické ochrany před podkorodováním a výskytu červené rzi.

Z výsledků korozních zkoušek v solné mlize (ISO 9227) vyplývá, že samotný epoxidový povlak tloušťky 50 μm s 60 obj.% Zn chrání ocelový povrch minimálně po dobu 2 000 hodin do výskytu červené rzi a dvouvrstvý povlak s tímto základem a vrchním polyesterovým povlakem o tloušťce 60 μm odolává po dobu minimálně 5 000 hodin do výskytu červené rzi.

Neelektrolytické nanášené povlaky z mikrolamel zinku.

Tyto progresivní technologie protikorozních úprav povrchu vyvinuté v 70-tých letech v USA původně pro automobilový průmysl se především v posledních letech rozšiřují i u evropských výrobců a to především z důvodu ekologických požadavků kladených na úpravu povrchů pod označením Dacromet, Geomet, Delta-MKS, Delta-Protect a Zintek (ISO 10683).

V porovnání s klasickými technologiemi zinkování i s ostatními povlaky poskytují tyto technologie poměrně tenké (4-20 μm) povlaky s dobrou ochranou proti korozi a vylučují poškození základního upravovaného materiálu zřehnutím v důsledku vázání 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 nejčastěji technologií dip-spin coating (namáčením a odstředěním) v jedné či více vrstvách podle požadavků na povlak na základní kovové čistý (otryskaný) povrch nebo na zinkový či fosfatový základ. Následně se povlaky tepelně vytvrzují při teplotě 190 - 220°C dle typu materiálu. Povlaky obsahují až 80 objemových % Zn resp. Zn a Al ve speciálních anorganických pojivech (Obr. 2.). Vysoká korozní odolnost těchto tenkých povlaků (240 - 1000 hodin v solné mlize dle ISO 9227) spočívá v charakteristickém tvaru částic zinku, bezporéznosti povlaku a vlastnostech pojivové složky. Tyto povlaky jsou vzhledem k možnostem hromadného povlakování aplikovány především u spojovacích elementů pružin a drobných dílců.

Nedostatky a příčiny vad při zinkování

Vzhledem k rozdílným vlastnostem zinkových povlaků (tloušťka, perezita, drsnost, vzhled) a především k negativním vlivům některých operací při zinkování na povlakovaný materiál a následně i další povlaky zhotovené převážně v lakovnách, je nezbytné obezřetně volit způsob a postupy zinkování.

Nejčastějším potenciálním nebezpečím pro materiály „pod“ i „nad“ zinkem je především vodík. Ten vniká do upravovaného materiálu při operacích moření (žárové zinkování) a katodických procesech v elektrolytech (odmašťování, galvanické zinkování). Atomární vodík způsobuje difuzi do krystalové mřížky zřehnutí materiálu, pokud nedojde bezprostředně k jeho odstranění tepelnými úpravami materiálu. Intenzita tohoto poškození je vedle množství vznikajícího vodíku závislá i na chemickém složení a struktuře upravovaného materiálu a teplotě procesů.

K dalším negativním jevům při procesu zinkování patří teplotní ovlivnění materiálu, pokud teplota procesů ovlivňuje mechanické vlastnosti upravovaných materiálů (např. u žárového pokovení vysokopevnostních ocelí).

Podstatně může mechanické vlastnosti materiálů ovlivnit i jeho vnitřní pnutí (procesy tryskání). Především tvar tryskacího prostředku i parametry tryskání ovlivňují zpevnění povrchových vrstev, iniciaci trhlin a následně praskání takto upraveného materiálu.

Přihlédnout je nutné i k rozdílným požadavkům 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 odzdušňovacích a výtokových otvorů, provedení svarů a spojů, možnost provedení předúprav i pokovení a rozdílné tolerance povlaků zhotovených odlišnými technologiemi.

Při vhodné konstrukci a kvalitním technologickém provedení podle příslušných norem poskytují zinkové povlaky vždy spolehlivou protikorozní ochranu samotné, případně v kombinaci s 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 až 2,5 násobkem součtu odolností jednotlivých povlaků jsou tyto kombinace povlaků velmi žádané.

Nanášení organických nátěrových systémů 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 nátěrových hmot, nejčastěji u práškových materiálů k místním vzhledovým defektům při jejich chladnutí po tepelném zpracování. Problémem může být i nízká přilnavost nátěrového systému na neupraveném zinkovém povlaku. Důvodem může být i tvorba korozních produktů na neupraveném povrchu zinku, které vzhledem k jejich značnému objemu působí negativně na přilnavost nátěrů.

Je proto nezbytné upozornit na nutnost a důslednost u předúprav zinku při tvorbě kombinovaných povlaků. Předúpravy zinku mohou být vytvořeny některou z dostupných konverzních úprav, tedy vrstev fosfátů, chromátů či oxidů v kombinaci s lehkým tryskáním (sweepováním) vhodným (lehkým) tryskacím prostředkem a případně i s odplyněním (odvodňováním) v patřičném pořadí použitých předúprav zinkového povlaku.

V souvislostech s možným vznikem defektů povlaků zinku v lakovnách, náročností a mnohdy nedostupností potřebných předúprav povlaků zinku, požadavků na konstrukční změny i potenciální nebezpečí poškození samotného materiálu u některých aplikací pokovení zinkem se do popředí zájmu dostávají nové progresivní technologie (již zmíněných) organických a anorganických povlaků s vysokými obsahy zinku.

Částice zinku jsou často používaným pigmentem pro povlaky z nátěrových hmot určených k protikorozní ochraně především do prostředí s vysokou agresivitou, respektive pro dlouhodobou životnost úprav povrchu.

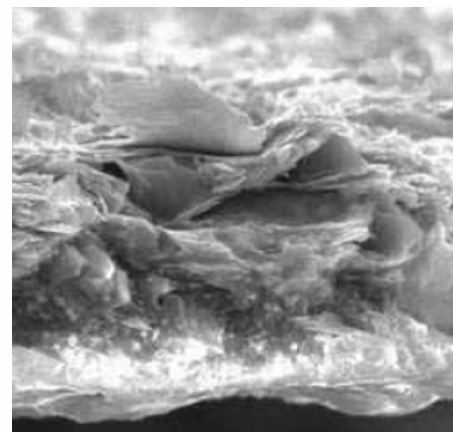


Obr. 1. Práškový epoxidový základní povlak s obsahem zinku na otryskaném ocelovém profilu

Přes rozdílnost názorů odborné veřejnosti na velikost a množství zinkových částic v povlaku, na principy ochrany těchto vysoce odolných povlaků či mechanismus působení zinku v těchto povlácích, našly tyto technologie rychle svá uplatnění především z důvodu vysoké korozní odolnosti těchto povlaků, náhrady technologií používajících šestimocný chrom (např. Cr^{6+} u chromátování po galvanickém zinkování) i z důvodů konstrukční a technologické nenáročnosti.

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 vysokým obsahem částic zinku rozšiřují možnosti povrchových úprav, především u vysoce náročných aplikací, při čemž splňují náročné ekologické požadavky nejlepších dostupných technik, tzv. BAT technik.

Obr. 2. Metalografický výbrus povlaku Delta – MKS (zvětšeno 3 000x)



Použité literární zdroje:

- 1) Kreibich, V. Povlaky z práškových plastů. Odborný kurz, Praha 2010, Centrum pro povrchové úpravy.
- 2) Paplinski, K. Neelektrolyticky nanášené povlaky ze zinkových mikrolamel. Povrchář, 3. číslo, Praha, duben 2010.

Využití DLC vrstev u lineárního vstříkovače polymerů

Ing. David Vejrych, TU Liberec

Tento článek pojednává o využití technologie PECVD pro nanášení DLC (*Diamond-like karbon*) vrstev u lineárního vstříkovače polymerů. Vrstvy DLC vykazují výborné třecí vlastnosti a vysokou tvrdost za vysokých teplot, díky kterým je možná aplikace v tělese vstříkovače. Následuje popis optimální povrchové úpravy pístu vstříkovače s fotodokumentací.

Lineární vstříkovače

V současné době je použití lineárních vstříkovačů polymerů již historický pojem. Tato technologie není využívána přes 10 let z důvodu velkého množství nevýhod. Mezi základní nevýhody patří špatné promísení vstříkované směsi, nedokonalé prohřátí polymeru, problémy s těsností v závislosti na viskozitě polymeru.

Všechny tyto vlastnosti řeší šnekové vstříkovače, které polymer neustále promíchávají, současně dochází ke stejnoměrnému prohřátí taveniny a úplně odpadá problém s těsností přístroje. Lineární vstříkovač je použit z důvodu složitosti konstrukce rotačního vstříkovače, specifickým podmínkám prostředí a omezením ve formě pneumatického pohonu. Základní materiál pro těleso vstříkovače a píst je použita ocel třídy 19830. Tato kombinace materiálu se projevila jako nevyhovující. Dochází k zadírání pístu do tělesa po celém styčném obvodu. Studium jednotlivých metod povrchových úprav mě přivedlo na myšlenku využití moderního povlaku DLC, díky jeho vynikajícím vlastnostem. Z technologického hlediska je pro povlakování vybrána součást tělesa jako spotřební materiál píst.

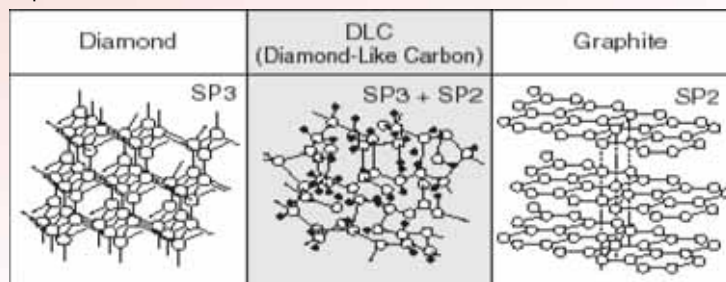


Obr.: 1. Těleso vstříkovače

Povlaky DLC (Diamond Like carbon)

Diamond-like carbon (DLC) je metastabilní forma amorfního uhlíku obsahující převážně vazby SP². Název zahrnuje mnoho forem uhlíku, které obsahují jak grafitické tak diamantové vazby. Uhlík tvoří velké množství krystalů a neuspořádaných struktur, protože je schopen

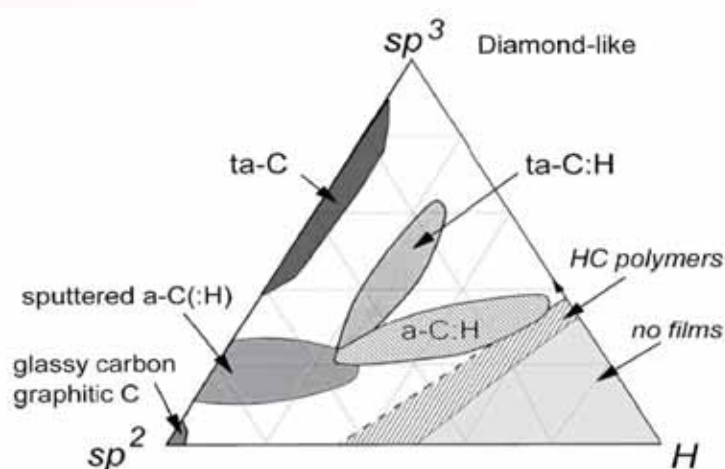
existovat ve třech hybridizacích SP³, SP² a SP¹. Vyznačuje se vysokou tvrdostí, chemickou inertností, optickou transparentností, je to polovodič a má významné biokompatibilní vlastnosti.



Obr.: 2. Struktura uhlíkových materiálů

Výhody DLC vrstev

Napovlakované materiály vykazují vysokou otěruvzdornost, tvrdost a nízký koeficient tření díky sp² grafitovým vazbám. Metastabilní forma amorfního uhlíku obsahující převážně vazby sp³. Povlaky dlc obsahují směs sp³ a sp² vazeb viz obr. (3) v našem případě byla použita technologie nanášení pomocí pecvd. Vazba sp³ uděluje dlc vlastnosti podobné diamantu, jako je chemická tvrdost, chemická a elektrochemická inertnost.



Obr.: 3. Ternární fázový diagram vazeb v amorfních C-H sloučeninách

Popis ternárního fázového diagramu vazeb v amorfních C-H sloučeninách

Na levé spodní straně se vyskytuje mnoho amorfních fází a-C s neuspořádaným grafitickým složením, kde jsou saze, skelný uhlík, napařovaný amorfni uhlík. Dva uhlovodíkové polymery polyetylén (CH₂)_n a polyacetylén (CH)_n definují hranice trojúhelníku v pravém rohu diagramu, za kterými se vazba C-C tvořit nemůže a vzniká jen molekulová forma. Depoziční metody jsou používány k produkci amorfních fází uhlíku a-C se zvýšenou mírou SP³ vazby. Naprašování může zvyšovat poměr vazby od SP² k SP³. Pokud podíl SP³ vazby dosahuje vyššího stupně, a-C jako tetraedrický amorfni uhlík (ta-C), na rozdíl od SP² a-C. Depoziční metody, jako je například *Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition (PECVD)*, umožňují dosáhnout vnitřní oblasti diagramu, kde lze vytvořit a-C:H. Přestože je *diamantu podobný*, je z obr.3. zřejmé, že obsah SP³ vazby není vlastně tak veliký, přičemž jeho obsah vodíku je poměrně velký. Takže materiál s vyšším obsahem sp³ vazby a menším obsahem vodíku, který může být vytvořen například metodou *High Plasma Density PECVD*, se nazývá hydrogenovaný tetraedrický amorfni uhlík (ta-C:H).

Technologické podmínky povlakování

Povlakování bylo prováděno na zařízení firmy PREVAC, které se skládá ze čtyř základních částí. Vrstva DLC byla povlakována v uvedeném zařízení pomocí technologie PECVD.

1. Vakuová komora.
Vakuová komora je zároveň plazmovým reaktorem; rozměry: průměr - 345mm, výška - 360mm.
2. Vysokofrekvenční elektroda (oblouková).
Vysokofrekvenční elektroda je dolní elektrodou (katodou), která je současně stolcem pro umístění vzorku k modifikaci.
3. Generátor.
Generátor RF elektrické energie vytváří napětí o frekvenci 13,56 MHz, výkon generátoru je 1200 W.
4. Řídicí systém
Zařízení je vybaveno řídicím systémem, umožňujícím zvýšenou přesnost dodržování parametrů procesu (dávkování plynu, záporný potenciál autopolarizace, vakuum).



Obr.: 4 zařízení firmy PREVAC

Těleso je zpočátku naleptáno po dobu 15 min v argonovém výboji při záporném napětí na substrátu $V_b = 900V$. Doba depozice byla 45 min, při záporném napětí na substrátu $V_b = 800 V$. Průtok metanu byl 25 sccm při hodnotě vakua 30 Pa. Nanotvrdost vrstvy se pohybuje kolem hodnot 1000 HV, tloušťka vrstvy je 700 nm. Tvrdost byla měřena na přístroji nanoindentor G200.

Nanoindentor G200 je pokročilý systém pro zkoumání materiálových vlastností. Mimo měření nanotvrdosti umožňuje i další způsoby testování, jako je mechanické sondování, scratch testy a nanomechanická mikroskopie. Splňuje také požadavky ISO 14577 – 1, 2, 3 pro přesnost testování a opakovatelnost. Tloušťka vrstvy byla určena pomocí optického profilometru MicroProf®.



Obr.: 5 Napovlakované těleso

Písty

Na zhotoveném modelu byly testovány písty vstřikovače průměru od \varnothing 15,75 mm až do hodnoty \varnothing 16,00 mm. Celkově bylo zhotoveno 6 pístů pro aplikaci více druhů polymerů. Pro daný průměr je určující index toku vstřikovaného materiálu společně s teplotou vstřikování. Pro testovaný polymer je nejlépe vyhovující píst o hodnotě 15,95 mm zabezpečující dokonalé vstříknutí materiálů bez vedlejších negativních jevů. Nedochází k zadření, polymer nevzlíná po vnějším obvodu pístu do prostoru pneumatického válce. Tento píst je testován pro teplotní rozsah 180 °C– 200 °C.



Obr.: 6. Testované písty

Doporučená výroba:

Těleso H7 a píst g6 nebo G7/h6
 Drsnost Ra 0.012-0,025 mikrometru
 Těleso - broušení + honování + DLC vrstva
 Píst broušení na kulato

Materiál: Obroben s přídatky - kaleny a popuštěny na 60+/-1HRC, nitridační ocel 34CrAlNi7 obrobená s přídatky - nitridováno do hloubky vrstvy 0.5 mm, povrchová tvrdost 900 +/-50 HV, zušlechťeno na 900-1000 MPa.

Experiment

Píst dávkovacího zařízení je našroubován na pneumatický válec FESTO, který lineární pohon dávkovače pod tlakem 6 Atm. Posun vpřed a vzad zajišťuje stlačený vzduch z důvodu velkého odporu polymeru, díky vysokému odporu není použitý píst s vratnou pružinou. Mezi pneumatickým válcem a tělesem je tepelně izolační vložka z PTFE, tato vložka brání prostupu tepla z tělesa do hliníkového pneumatického válce, jehož max. provozní teplota je 110 °C. V čele tělesa vstřikovače je hubice dopravující natavený polymer do vany.

Takto zkompletovaný dávkovač je usazen do pracovního stroje pracujícím pod vysokým napětím. V pravidelných intervalech 30 s je do dávkovače nasypáno odměřené množství granulátu a v následujících 30 s píst dopraví polymer do vany. Po stlačení polymeru je píst okamžitě navrácen do výchozí polohy. Tento 30 s cyklus byl testován po dobu 100 hodin s výsledky uvedenými v tabulce 1.

Materiál tělesa	Počet cyklů
Ocel 19830	400
DLC	1200

Tab. 1 Výsledky testování

Závěr

Navržené dávkovací zařízení bylo testováno v reálném provozu po dobu 100 hodin, což odpovídá cca 1200 cyklům. Při tomto testování nedošlo k poškození povlakovaného povrchu tělesa a nepovlakovanému pístu oproti předchozím testům (viz. tab. 1), kdy těleso nebylo povlakováno a došlo k zadření po provedení 400 cyklů. Výsledek je způsoben vynikajícími vlastnostmi DLC vrstvy, která vykazuje především vynikající frikční vlastnosti a vysokou povrchovou tvrdost.

Základní přehled metod měření tvrdosti kovů a povlaků

Vladimír Jech, Fakulta Strojní, České Vysoké Učení Technické v Praze

1.0 Úvod

Zkoušky tvrdosti patří mezi nejstarší zkoušky kovů a jiných technických materiálů. Ve srovnání s ostatními mechanickými zkouškami jsou rychlé a jednoduché. Jedná se prakticky o zkoušky nedestruktivní, neboť funkční a vzhledové porušení zkoušených dílů je většinou bezvýznamné a z toho plyne možnost zkoušet hotové výrobky bez jejich destrukce nebo znehodnocení. Zkoušky tvrdosti proto patří mezi nejčastěji používané mechanické zkoušky. [1,2]

„Tvrdost je obecně definována jako vlastnost, jež se projevuje odporem proti pružné, nebo plastické deformaci tělesa, nebo oddělování částí povrchu, nebo jejich kombinaci.“ [2]

Tvrdość posuzujeme podle velikosti stopy, která vznikla vřtačováním řtěsa vhodného tvaru a z dostatečně tvrdého materiálu do zkoušeného vzorku určitou silou a za definovaných podmínek. [3]

Základní rozdělení zkoušek pro měření tvrdosti

Podle principu zkoušky dělíme zkoušky na: vtiskové, vřypové, odrazové a kyvadlové.

Podle charakteru zatěžující síly řleníme zkoušky:

- 1) Zkoušky staticko-plastické – Brinellova, Ludwikova, Rockwellova, Vickersova, Knoopova, Bierkoviřova
- 2) Dynamické zkoušky vnikací (dynamicko-plastické) – Kladívko Poldi, Baumanovo kladívko
- 3) Dynamické zkoušky odrazové (dynamicko-elastické) – Shoreho skleroskop, Duroskop, Tvrdomřr Equotyp

Další řdění můžeme provřst na základě řčelu měření – makro- a mikro-(nanotvrdości). [6]

2.0 Vtiskové (vnikací) zkoušky tvrdosti (staticko-plastické)

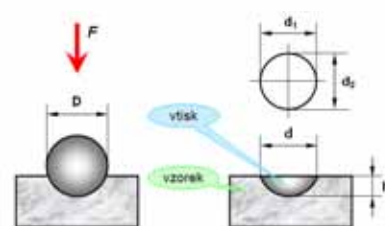
Tyto zkoušky jsou nejrozšířenější a neřvřznamnější. Vtisk se vytváří pozvolným vřtačováním řřslušného vnikacího řtěsa plynule se zvřšťující se silou. Vřeobecného rozšíření dosáhly statické vnikací metody, u kterých je měřřtkem tvrdosti velikost plastické deformace, nebo metody, u kterých je měřřtkem tvrdosti velikost elasticko-plastické deformace. [1,2]

Tvrdość je u vnikacích metod řdefinována jako odpor materiálu proti vnikání cizřho řtěsa. Rozhodujícími řřiniteli jsou předevřím tvar krystalových elementů, struktura, teplota, cizř přřmřsi a vnitřní pnutí. [4]

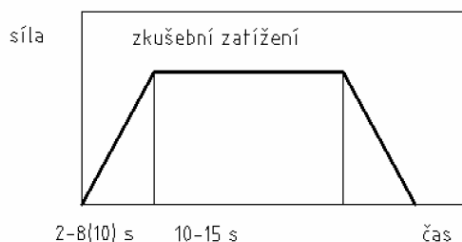
Vnikací řtěsa jsou obřvřkle jednoduchého geometrického tvaru (koule, kužel, jehlan). [1]

2.1 Brinellova metoda (řSN EN ISO 6506) [5]

Princip metody (obr.1) spořřívá v zatlačování vnikacího řtěsa – kalené ocelové kuličky (metoda **HBS**) nebo kuličky z tvrdokovu (metoda **HBW**) o řřmřru D – do povrchu zkoušeného řtěsa silou F . Po odlehřeni se urří řřmřr vtisku d . [4]



Obr.1: Princip Brinellovy metody [6]



Obr.2: Průběh zatěžování – Brinell [1] metody

Zkouška se provádří na povrchu (obřvřkle při teplotě 10 – 35 °C), který je hladký a rovný, bez cizřích řřlřsek a zejména řřplně bez mazadel. Tlouřřka vzorku musí mřt hodnotu nejměně osmřnřsobku hloubky vtisku h . Na protilehlém povrchu vzorku nesmř být patrně stopy deformace od vnikacího řtěsa. Vzorek musí být při zkouřce položen na tuhě podlořce. Je řřležité, aby vzorek ležel na podlořce tak, aby se při zkouřce nepohnul. Vnikací řřlřsko se zatlačuje do povrchu zatřžením smřřující mř kolmo k jeho povrchu (bez řřzů a chvění). Doba od začátku zatřžování do dosažení zkuřební síly nesmř být menřší neř než 2s a delřší neř 8-(10)s. Doba působení zkuřební síly je v rozmeží 10 až 15s (obr.2). Po zkouřce se změřř řřmřr každého vtisku ve dvou na sebe kolmých smřřech.

Pro stanovenř tvrdosti se používř řřmřrnř hodnota velikosti vtisku. [1,6]

Vypořet tvrdosti je u řtěto metody dán vřtazhem na obr.3.

Na obr.4 je ukázka vtisku na povrchu po provedeně zkouřce.

$$HBS \text{ (} HBW \text{)} = 0,102 \cdot \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

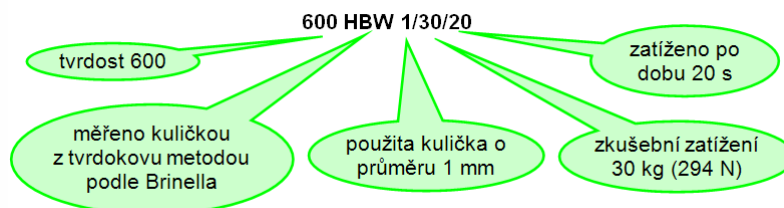
Obr.3: Vřtazh pro vypořet tvrdosti dle Brinella [1]

S ohledem na materiál kuličky, na její polomřr a zatřžovou sílu, je Brinellova zkouška vhodná pouze pro mřkkě a heterogennř materiály např. neřzelezně kovy, řšedě litiny apod. [4]

Přřklad zřpisu vřsledku měření je uveden na obr.5.



Obr.4: Vtisk po Brinellově zkouřce [6] metody



Obr.5: Přřklad zřpisu měření [6]

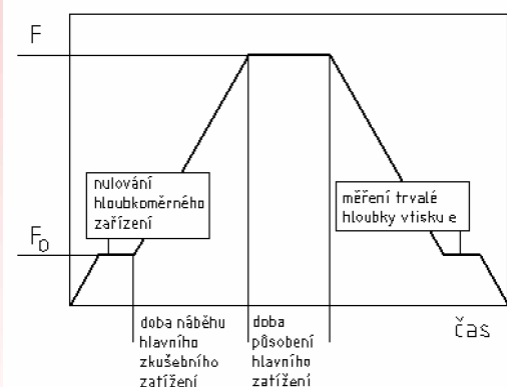
2.2 Ludwikova zkouška tvrdosti

Ludwik pouřřil kužel z kalené oceli s vrcholovým řřhlem 120, 90 a 60° se zaoblenými vrcholy s polomřrem 0,2 mm. Při vřech zatřženř tak zůstává pomřr tangenciálního a normálového napřtř řřejný a hodnota tvrdosti je na zatřžení nezávislá. Tato metoda se řř přes svoje nesporně vřřhody neujala. Mřla vřak velkř vřliv na rozvoj dalřších metod zjiřřřování tvrdosti. [1,4]

2.3 Rockwellova zkouška tvrdosti (řSN EN ISO 6508) [5]

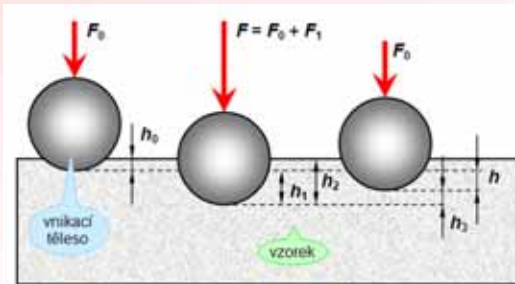
Zkouška spořřívá ve vřtačování vnikacího řtěsa (diamantovř kužel nebo ocelovř kulička) do povrchu zkoušeného řtěsa za přesně urřených podmřnek. Požadovaný vtisk vznikne zatřženřm indentoru předbřžným a přřdavným zatřženřm. Měřř se trvalř hloubka vtisku h po odstraněním přřdavného zatřžení (obr.6). Z hodnoty h se potě urří tvrdost podle Rockwella. [6]

Zkouška se provádí obvykle při teplotě 10 až 35 °C. Vzorek musí být při zkoušce položen na tuhé podložce, styčné plochy musí být čisté a bez cizích tělísek. Je opět důležité, aby vzorek ležel na podložce tak, aby se při zkoušce nepohnul. Vnikací těleso se zatlačuje do povrchu vzorku zatížením směřujícím kolmo k jeho povrchu, bez rázů a chvění až na hodnotu „předzatížení“.



Obr.7: Průběh zatěžování - Rockwell [1]

Po dosažení „předzatížení“ se nuluje měřicí zařízení hloubky vtisku. Doba náběhu hlavního zatížení je v rozmezí 2 až 8s u metod HRA až K a 1 až 8s u metod HRxx N a T. Doba působení hlavního zatížení je: 1 až 3s u materiálů které nevykazují závislost plastické deformace na čase, 1 až 5s u materiálů které vykazují omezenou závislost plastické deformace na čase a 10 až 15s u materiálů které vykazují silnou závislost plastické deformace na čase. Průběh měření udává obr.7.

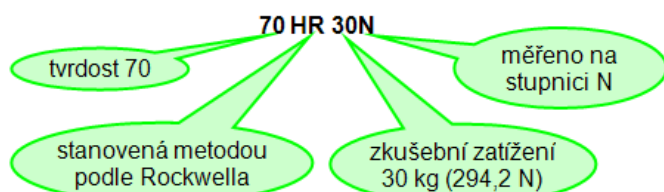


Obr.6: Princip Rockwellovy metody [6]

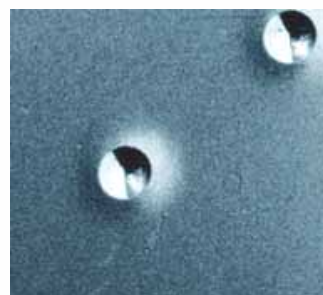
Tloušťka vzorku musí být nejméně 10-ti násobek hodnoty trvalé hloubky vtisku. Na protilehlém povrchu vzorku nesmí být patrné stopy deformace způsobené vnikacím tělesem. Mimořádnou pozornost je třeba věnovat zkoušce na zaobleném

povrchu. Vypuklá strana musí být obrácena ke vnikacímu tělesu. Jestliže je k vnikacímu tělesu obrácena vydutá, může dojít k chybám v důsledku zploštění i podložce. [1,2,4,6]

Příklad zápisu z měření tvrdosti je na obr.8 a vzorek se vtisky na obr.9.



Obr.8: Příklad zápisu měření (Rockwell) [6] Brinellovy metody



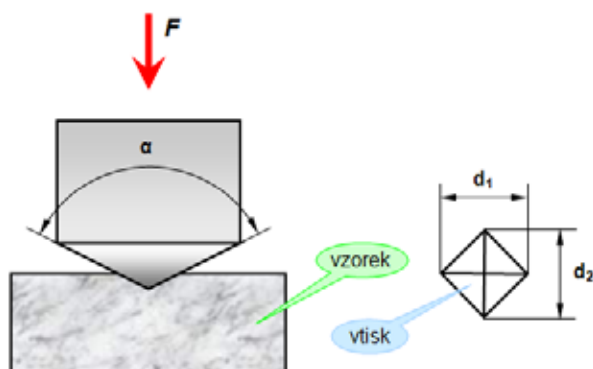
Obr.9: Vtisky po Rockwellově zkoušce [7]

2.4 Vickersova zkouška ČSN EN ISO 6507 [5]

Vickersova zkouška je založena na stejném principu jako zkouška Brinellova. Liší se pouze vnikacím tělesem – to v tomto případě tvoří diamantový pravidelný čtyřboký jehlan s vrcholovým úhlem 136°, který je do zkušebního tělesa vlačován zkušebním zatížením (tab.1) působícím v kolmém směru po stanovenou dobu. Po odlehčení se změří úhlopříčka vtisku (obr.10). Tvrdost podle Vickerse je vyjádřena jako poměr zkušebního zatížení k ploše povrchu vtisku. [1,4]

Označení	Symbol tvrdosti	Zkušební zatížení [N]	Zkušební metoda
Zkouška tvrdosti podle Vickerse	HV 5 ÷ HV 100	49,03 ÷ 980,7	ČSN EN ISO 6507/1
Zkouška tvrdosti podle Vickerse při nízkém zatížení	HV 0,2 ÷ < HV 5	1,961 ÷ < 49,07	ČSN EN ISO 6507/2
Zkouška mikrotvrdosti podle Vickerse	< HV 0,2	< 1,961	ČSN EN ISO 6507/3

Tab.1: Přehled používaných zatížení při Vickersově zkoušce [1]



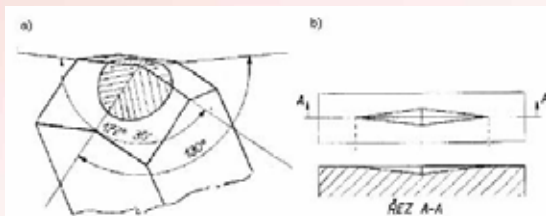
Obr.10: Princip Vickersovy metody [6]

Vnikací těleso je shodné pro všechny metody Vickers. Tvoří ho diamant ve tvaru pravidelného čtyřbokého jehlanu se čtvercovou základnou (pyramida). Vrcholový úhel je $136^\circ \pm 0,5^\circ$. Vickersova zkouška je ze všech dosavadních metod jediná, která splňuje všechny teoretické požadavky. Dává jednotnou stupnici tvrdosti od nejměkčích kovů až po nejtvrďší kalené ocele. Hodnoty tvrdosti jsou na velikosti zatížení prakticky nezávislé. Následkem rozdílného zpevnění při hranách jehlanu a uprostřed ploch nemusí být průměr vtisku přesně čtvercový, nýbrž strany mohou být buď vyduté u měkkých materiálů, nebo naopak vypuklé u zpevněných materiálů. Konečná úprava povrchu musí umožnit přesné stanovení rozměrů úhlopříček vtisku. Tloušťka vzorku musí být nejméně 1,5 násobek délky úhlopříčky. Na protilehlém povrchu vzorku nesmí být patrné stopy deformace způsobené vnikacím tělesem. Zkouška se obvykle provádí při teplotě 10 až 35°C. Při zkoušce musí být použito některé zatížení podle tabulky 1. Vzorek musí být při zkoušce položen na tuhé podložce. Vnikací těleso se zatlačuje do povrchu vzorku stejným způsobem zatěžování jako u Brinella. [3,2,6,7]

Vzorec pro výpočet síly je na obr.11 a příklad zápisu měření je na obr.12.

$$HV = 0,102 \cdot \frac{2 \cdot F \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}{d^2} = 0,1891 \cdot \frac{F}{d^2}$$

Obr.11: Vztah pro výpočet tvrdosti dle Vickerse [1]



Obr.12: Příklad zápisu měření (Vickers) [6]

2.5 Knoopova zkouška ČSN EN ISO 4545 [5]

Metoda je určena pro měření velmi tenkých vrstev. Hloubka vtisku je okolo 1/30 délky dlouhé úhlopříčky. [3,4,8]

Metoda je založena na vtačování diamantového vnikacího tělesa ve tvaru čtyřbokého jehlanu s vrcholovými úhly 172,5° a 130° do zkoušeného materiálu definovanou silou. Vtisk má tvar protáhlého kosočtverce a na rozdíl od metody Vickers se měří pouze delší úhlopříčka (obr.13). [1,2,6,8]

Tvrdost podle Knoop je definována jako podíl zatěžovací síly a druhé mocniny delší úhlopříčky vtisku. Výhodou Knoopova indentoru je, že deformace jsou největší u krátké úhlopříčky a v tomto směru je tedy největší odpružení při odlehčení. Ve směru dlouhé úhlopříčky je odpružení zanedbatelné. Další výhodou je možnost vytvořit vtisky tak, že lze s velkou přesností změřit tvrdost i u úzkých součástí např. drátů. [1,4]

Zatížení se volí od 1,96; 2,94; 4,9; 9,8 N. Tvrdost dle Knoop se značí jako HK0,2; HK0,3; HK0,5 nebo HK1. [4]

2.6 Bierkovičova zkouška

Bierkovičova zkouška tvrdosti je další zkouškou která se vyvinula s Vickersovy metody. Jako indentor je zde volen pravidelný diamantový jehlan, jehož základnou je rovnostranný trojúhelník. Vrcholový úhel tohoto jehlanu je 65°. U této metody se měří velikost výšek jednotlivých stran vtisku. Metoda našla největší uplatnění hlavně u velmi tvrdých materiálů, např. slinutých karbidů. [1,4]

Měření mikro- a nanotvrdosti

Název mikrotvrdost se ustálil pro tvrdost měřenou při malých zatíženích tak, aby vznikly vtisky nepatrné velikosti. Často se jako hranice mezi makro a mikrotvrdostí uvádí zatížení 19,8 N. [1,3]

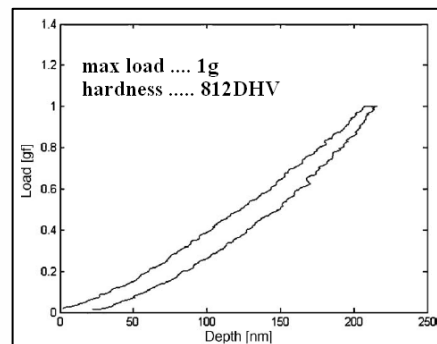
Pro zkoušky mikrotvrdosti (zatížení 2 – 19,8N) jsou použitelné jediné vnikací metody s diamantovým indentorem (Vickers (obr.14), Knoop nebo Bierkovič). Jednou z nejpřesnějších konstrukcí je Hanemannův mikrotvrdoměr.



Obr.14: Příklad vniku

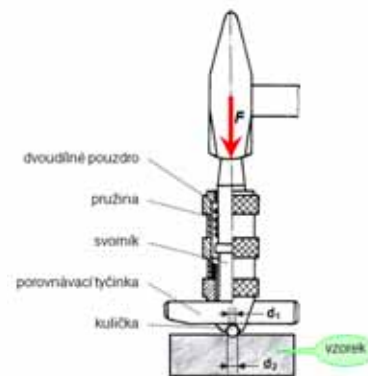
Vickersova indentoru

Nanotvrdost je termín pro hodnoty tvrdosti zjištěných při extrémně nízkých zatíženích (až 0,01 g). Takto vytvořené vtisky mají často rozměry menší než 100nm. Z důvodu požadované přesnosti naměřených hodnot tvrdosti jsou užívány přístroje (nanoindentory) schopny měřit hloubku proniknutí indentoru h s přesností až 0,2nm. Z hloubky průniku se stanoví veličina, která se označuje termínem dynamická Z indentační křivky (obr.15) lze získat množství informací a parametrů pro kvantifikaci a porovnávání deformačního chování materiálu. [1,4,6]



Obr.15: Příklad indentační křivky (Vickers), při maximálním zatížení 1g

tvrdost DHV.



Obr.16: Schéma Poldi kladívka [6]

3.0 Dynamické zkoušky vnikací (dynamicko-plastické)

Zkušební tělísko je buď z jisté vzdálenosti vrženo proti zkoumanému předmětu, nebo na něm volně spočívá a je jiným tělesem rázem do něj vtisknuto. Dynamické zkoušky jsou obdobou zkoušek statických. U nás se nejvíce uplatňuje měření tvrdosti pomocí kladívka Poldi a Baumanna kladívka. V těchto případech je vnikacím tělískem kulička. [1,2,4]

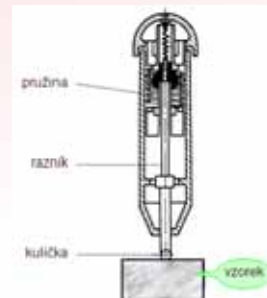
3.1 Kladívko Poldi

Je to přenosný tvrdoměr, který umožňuje stanovení tvrdosti na základě plastické deformace vzniklé rázem a porovnání velikosti vzniklého vtisku s velikostí vtisku na materiálu o známé tvrdosti. Jde o nejmenší přenosný tvrdoměr pro měření tvrdosti metodou Brinell. Oblast jeho využití je především při nutnosti změřením tvrdosti na velkých výrobcích a konstrukcích, kde nelze využít měření na statickém nebo přenosném tvrdoměru. Výhodou tvrdoměru jsou jeho malé rozměry, hmotnost a možnost funkčnosti prakticky v jakékoliv poloze. Tvrdoměr byl vyroben a patentován již v r. 1921. [1,4]

Tvrdoměr se skládá z pouzdra a odpruženého pístu. Pouzdro je ukončeno držákem ocelové kuličky o průměru 10mm. Mezi kuličku a píst se vkládá porovnávací kalibrovaná tyčka čtvercového průřezu o hraně 11 mm a tvrdosti cca 200HBS. Tyčinka je svorníkem a pružinou přitlačovaná ke kuličce. Při vlastní zkoušce se tvrdoměr přiloží ke zkoušenému materiálu tak, aby kulička dosedla na zkoušené místo a osa tvrdoměru byla kolmá k povrchu zkoušeného předmětu. Na horní část tvrdoměru se udeří ručním kladivem, ráz se přenesení na kuličku a ta vytvoří vtisk ve zkoušeném předmětu i v etalonu (sílu úderu není třeba měřit, jelikož poměr velikosti obou vtisků zůstává zachován nezávisle na působící síle). Schéma je na obr.16. Po vyjmutí porovnávací tyčinky z přístroje se lupou s měřítkem stanoví průměr vtisku d_1 v etalonu i průměr vtisku d_2 ve zkoušeném materiálu. Tvrdost zkoušeného materiálu je potom stanovena z tabulek podle hodnot d_1 a d_2 . Tabulky platí pro porovnávací tyčinku z oceli o pevnosti $R_m = 686,5 \text{ MPa}$. Měření je ovšem zatíženo poměrně značnou chybou (až $\pm 10\%$) a na zjištěnou hodnotu je nutné hledět jen jako na hodnotu informativní. [1,2,3,6]

3.2 Baumanovo kladívko

U Baumannova kladívka (obr. 17) se kulička o průměru 5 nebo 10mm vtlačuje do zkoušeného předmětu úderem razníku, který je po odjištění vymrštěn stlačenou pružinou. Příklad se přiloží kuličkou kolmo na zkoušený povrch a tlakem na zaoblený konec pláště se stlačuje pružina uvnitř pláště. Když je pružina stlačena na potřebnou délku, západka po odjištění vymrští razník, který uhoří na držák s kuličkou a ta vytvoří vtisk do zkoušeného materiálu. Lupou s měřítkem se změří průměr vtisku d a hodnota tvrdosti se vyhledá ve zvláštní tabulce, která je součástí výbavy přístroje. Při použití Baumannova kladívka není nutné používat etalon, protože síla úderu razníku je při každém měření stejně velká, vyvolaná stlačenou pružinou. [1,4,6]



Obr. 17: Schéma Baumannova kladívka

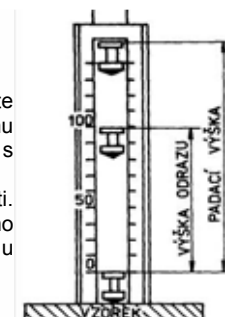
4.0 Dynamické zkoušky odrazové (dynamicko-elastické)

Metoda pružného odrazu je založena na měření tvrdosti na základě pružného odrazu tělesa, padajícího z určité výšky na povrch kovů. Výška nebo úhel odrazu tohoto tělesa pak charakterizuje tvrdost zkoušeného materiálu. Při nárazu tělesa se malá část kinetické energie spotřebuje na nevratnou plastickou deformaci povrchu zkoušeného tělesa a zbyváající energie se projeví odrazem tělesa. Celková energie je součtem trvalých a pružných energií. Poměr těchto energií je pak ukazatelem tvrdosti materiálů. Přesnost dynamických odrazových metod však nedosahuje přesnosti metod statických. [1,3,4,6]

4.1 Shoreho metoda (Shoreho skleroskop)

U Shoreho skleroskopu se pohybuje válcový čep ve skleněné trubce opatřené stupnicí, na které se odečte pomocí lupy dosažená výška odrazu tělesa. Nastavení počáteční výšky tělesa je možné například vysátím vzduchu nad tělesem, nebo použitím pružiny. Dopadající těleso je válcového tvaru a je ukončené diamantovým hrotem s poloměrem zaoblení 1mm (obr.18). [1,4,8]

U moderních přístrojů je vyhodnocení prováděno elektronicky s možností přepočtu na jiné stupnice tvrdosti. Přesnost měření závisí na mnoha faktorech, jako je hladkost povrchu, kolmost dopadu tělíska, hmotnosti zkoušeného předmětu a především na modulu pružnosti zkoušeného materiálu, takže porovnávat výsledky měření lze jen u materiálů s přibližně stejným modulem pružnosti. [2]



Obr. 18: Shoreho skleroskop [1]

4.3 Tvrdoměr Equotip

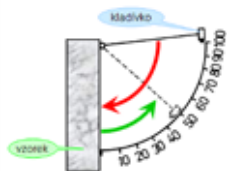


Obr. 19: Equotip [9]

Princip měření tvrdosti vychází ze stanovení kinetické energie sondy vymrštěné pomocí pružiny kolmo proti měřenému povrchu. Tvrdost je odvozena z porovnání rychlosti sondy před dopadem a po odrazu sondy od měřeného povrchu. Ztráta energie je tím větší, čím větší je deformace, tedy čím je materiál měkčí. Jako vnikací tělísko se používá kulička ze slinutých karbidů, popř. u velmi tvrdých materiálů kulička diamantová. Rychlosti kuličky před a po dopadu jsou měřeny nekontaktně. V pouzdru vnikacího tělíska je proto umístěn permanentní magnet, který indukuje napětí při průchodu cívkou, umístěnou ve spodní části sondy. Toto indukované napětí je úměrné rychlosti. Tvrdoměr je vhodný pro měření tvrdosti hrubozrných materiálů a součástí s větší hmotností. Příklad v současnosti používaného Equotipu

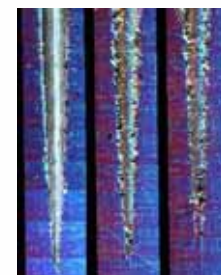
je na obr.19. [1,2]

4.2 Duroskop



Patří mezi zkoušky kyvadlové. Zkouška spočívá ve spuštění definovaného zkušebního tělíska z úhlu α na svíslou stěnu zkoušeného materiálu. Sleduje se úhel β , do něhož se zkušební tělísko po dopadu odrazí (obr.20). Někdy bývá měřítko odskoku kalibrováno přímo v jednotkách tvrdosti. [1,4]

Obr. 20: Schéma měření tvrdosti duroskopem [6]



Obr. 21: Vrypy po Scratch testu

5.0 Zkoušky vrypové (scratch test)

Tato zkouška patří mezi nejstarší způsoby zkoušení tvrdosti a její princip byl převzat z mineralogie, kde se ke klasifikaci tvrdosti užívá tzv. Mohsovy stupnice. V této stupnici je seřazeno 10 nerostů, z nichž každý následující je schopen vyřít do všech předcházejících nerostů vryp. [1,3,4,6]

Citlivost této stupnice je však velmi malá, proto se u kovů a jejich slitin určuje tvrdost na základě šířky vytvořeného vrypu (obr.21).

Metodu lze využít pro zjištění tvrdosti tenkých vrstev. Na určité délce se s narůstající silou vytvoří vryp. Poté se analyzuje adheziivně-koheziivní chování vrstvy (odezva vrstvy na pronikající a pohybující se indentor). Indentorem je opět diamantový kužel s vrcholovým úhlem 120° , s poloměrem zaoblení vrcholu 0,2mm. V tomto případě se pak určuje kritické zatížení L_c , které mělo za následek adheziivní odtržení vrstvy. Vytvořený vryp se měří pomocí optického mikroskopu. Číslem tvrdosti dle Martense je zatížení, které vytvoří vryp šířky 0,01mm. Způsob zjišťování tvrdosti vrypovou metodou je značně nepřesný. Jediné současné praktické využití je při studiu velmi tvrdých vrstev. [1,3,6]

6.0 Použitá literatura

- [1] OŠTÁDAL, Luboš. Měření tvrdosti kovů. Zlín, 2008. bakalářská práce (Bc.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická
- [2] METROTEST, s.r.o Kladno. [online]. 1994 [cit. 2010-04-05]. Dostupné na: www.metrotest.cz/zkousky_tvrdosti.pdf
- [3] PÍŠEK F. Nauka o materiálu II (I. svazek). vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1959. 660 s. bez ISBN
- [4] ATEAM, [online]. 2005 [cit. 2010-04-05]. Dostupné na: www.ateam.zcu.cz/Zkousky_tvrdosti.pdf
- [5] NORMY.CZ [online]. 2006 [cit. 2010-04-05]. Dostupné na: www.normy.cz/Vysledky.aspx
- [6] MOLLIKOVÁ E. Zkoušení materiálů a výrobků [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné na: www.ime.fme.vutbr.cz/files/Studijni_opory/zmv
- [7] Rockwell-powerpoint
- [8] CONVERTER [online]. 2004 [cit. 2010-04-05]. Dostupné na: www.converter.cz/jednotky/tvrdost-knoop.htm
- [9] PROCEQ [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné na: <http://www.proceq.com/products/metal-testing/portable-hardness-testing/equotip-3.htm>
- [10] F. Černý, V. Jech, S. Konvičková, J. Suchánek, Selected properties of a-C:H PACVD coatings, Applied Surface Science 256s (2009) s22-s25
- [11] F. Černý, V. Jech, I. Štěpánek, A. Macková, S. Konvičková, Decorative a-C:H coatings, Applied Surface Science 256s (2009) s77-s81

Plně automatické tryskání jednotlivých kovaných obrobků i sypkého materiálu

Rösler Oberflächentechnik GmbH, Vorstadt 1, D-96190 Untermerzbach

Ansprechpartner: Frau Barbara Müller, Tel.: +49 9533/924-802, Fax: +49 9533/924-300,

Email: b.mueller@rosler.com, www.rosler.com

Zvýšení hospodárnosti a kvality při odstraňování okují z výkovků

Zvýšení výrobních kapacit a také stoupající nároky na kvalitu povrchu donutily průmyslovou kovárnu ruské skupiny podniků KAMAZ k tomu, aby investovala do nových tryskacích zařízení. Podnik přitom kladl vysoké nároky nejen na dobu výrobního taktu a kvalitu tryskání, ale také na hospodárnost procesu a na přizpůsobení stavebním podmínkám. Tyto požadavky splnila firma Rösler Oberflächentechnik se svým na míru šitým průběžným tryskacím zařízením s podvísanou dráhou, které je určeno pro odstraňování okují a shotpeening jednotlivých dílců, a tryskacím zařízením s korýtkovým dopravníkem, které umožňuje obrábění výkovků jako sypkého materiálu.

V polovině 60. let minulého století už domácí výrobci v tehdejším Sovětském svazu nebyli schopni pokrýt velkou poptávku po nákladních automobilech. Sovětská vláda se proto v roce 1969 rozhodla vybudovat ve městě Naberežnyje Čelny v Tatarské autonomní republice nové závody na výrobu užitkových vozidel, autobusů a motorů. Tehdy se zrodila skupina podniků KAMAZ. V současnosti patří podnik, jehož akcionářem je také společnost Daimler Trucks, k největším světovým výrobcům nákladních automobilů a naftových motorů. Skupinu podniků KAMAZ tvoří celkem 52 firem, v nichž pracuje kolem 50.000 zaměstnanců. Jejimi součástmi jsou také průmyslová slévárna a kovárna, které vznikly začátkem 70. let minulého století. Dnes jsou oba provozy sjednoceny do akciové společnosti KAMAZ Metalurgie, který vyrábí odlitky a výkovky. Závod je certifikován podle ISO 9001 a ISO 14001:2004 a vyrábí výkovky pro nákladní a osobní automobily, obrobky pro hnací agregáty a náhradní díly o hmotnosti od 0,1 do 120 kg s využitím technologie lisování zatepla. Roční výrobní kapacita činí kolem 200.000 tun a část výroby se vyváží do západní Evropy, Číny a USA.

Optimální poměr výkonu k ceně je přesvědčivým argumentem

Před mechanickým obráběním výkovků, které patří do rozsahu výkonů skupiny KAMAZ, je dílce z dílců nutno odstanit okuje. To se donedávna provádělo technologií volného tryskání a na jednoduchých tryskacích zařízeních, která byla umístěna v různých výrobních halách. Kapacita ani výsledek tohoto řešení však už po čase nemohly vyhovovat stále rostoucím nárokům, a proto se KAMAZ obrátil na pět ruských a zahraničních výrobců tryskacích zařízení. Zadavatel požadoval, aby dodané zařízení bylo schopno dosáhnout v procesu tryskání kvality povrchu SA 2,5, maximální doby pracovního taktu 25 minut a aby bylo kompatibilní se stávajícími výrobními zařízeními. Kromě toho muselo splnit také požadavky na vysokou hospodárnost a na přizpůsobení stavebním podmínkám – například se muselo obejít bez základů. Tři z výrobců, mezi nimiž byla i firma Rösler Oberflächentechnik, byli vyzváni, aby svou koncepci představili společnosti KAMAZ při „soutěžní prezentaci“, při níž bylo hodnoceno technické řešení a obchodní podmínky. Ačkoliv firma Rösler nenabídla nejnižší cenu, byla nabídka podniku z Untermerzbachu vybrána díky tomu, že parametry průběžného tryskacího zařízení RHBD 15/20-T a zařízení RMBC 8.2-SB s korýtkovým dopravníkem nejlépe odpovídaly požadavkům zadavatele. „Rösler nám nabídl zařízení s nejlepším poměrem ceny k výkonu. Perspektivní technická koncepce zařízení kromě toho vyhovuje našim požadavkům natolik, že budeme schopni zvýšit svou konkurenceschopnost. Důležité je pro nás i to, že tryskací zařízení firmy Rösler už jsou certifikována podle ruských norem GOST-R“, zdůvodnil rozhodnutí o výběru nejlepší nabídky pan Kalašnikov, hlavní inženýr kovárny společnosti KAMAZ Metalurgie.

Efektivní obrábění nejrůznějších výkovků

Průběžné zařízení s podvísanou dráhou na obrábění jednotlivých ocelových dílců, dimenzované podle individuálních požadavků průmyslové kovárny, je vybaveno tryskací komorou o rozměrech 1.500 x 2.000 mm (š x v), která zaručuje zónu účinného tryskání, jejíž velikost se rovná 1.500násobku průměru zrna. Zařízení RHBD 15/20-T je dimenzováno na maximální hmotnost šarže 800 kg. Taktovaný transportní systém s podvísanou dráhou je uložen na robustních ocelových nosnících, což umožňuje provedení konstrukce bez základů, a je vybaven třemi úložnými jednotkami. Díky tomu může vkládání, tryskání a odebírání dílů ze zařízení probíhat zároveň. Spektrum obráběných dílů zahrnuje například nosníky přední nápravy, příčné nosníky, stabilizátory, kloubové díly a závěsná oka o rozměrech od 350 x 120 x 330 mm do 1.120 x 580 x 1.260 mm (d x š x v) a hmotnosti jednotlivého dílu mezi 9,3 a 45 kg. Díly procházejí zařízením bezprostředně po vykování a jsou ihned zbaveny okují a rzi. Po mechanickém obrábění dílů lze kromě toho na zařízení RHBD provést tryskání metodou „shotpeening“. Programy pro opracování různých obrobků a provádění konkrétních procesů, uložené v řídicím systému zařízení, lze jednoduše a bezpečně aktivovat z ovládacího panelu.

V tryskací zóně jsou definovány různé pozice, v nichž může závěsný systém provádět současný otáčivý a kmitavý pohyb. Tím je u všech výkovků – bez ohledu na jejich rozdílnost co do velikosti, hmotnosti a tvaru – zajištěno dosažení stejnoměrného a reprodukovatelného výsledku a optimální otryskání díky tomu, že abrazivo je na všechny plochy otryskávaného dílu vrháno z různých úhlů.

Požadovanou intenzitu tryskání zajišťují tři výkonná metací kola Hurricane® H 32 o hnačím výkonu 11 kW. Jednolopatková metací kola jsou nenáročná na údržbu a umožňují rychlou výměnu metacích lopatek. Optimální umístění a nejvýhodnější sklon metacích kol stanoví firma Rösler pomocí trojrozměrné simulace tryskacího procesu. Doba pracovního cyklu činí v závislosti na množství okují a geometrii obrobků resp. výkovků 10 až 20 minut. Aby byla tato doba co nejkratší, jsou na metacích kolech přepážky, které výstupní otvory automaticky zakryjí po uplynutí stanovené doby tryskání a přerušují přívodu abraziva. Díky tomu lze dveře tryskací komory otevřít, i když metací kola stále běží.

Optimální ochranu proti opotřebení a tím také prodloužení životnosti tryskacího zařízení zajišťuje provedení tryskací komory, která je zhotovena z odolné manganové oceli o tloušťce 10 mm. Zóny vystavené zvýšenému namáhání jsou navíc chráněny proti opotřebení výměnnými pláty z vysoce pevného materiálu, které souvisle pokryjí celou namáhanou plochu. Použitá technologie dvojnásobné kaskádové separace abraziva navíc umožňuje rychlé a účinné odstranění usazených nečistot z abraziva, které jinak způsobují opotřebení.

Otryskání až 8 tun výkovků za hodinu

KAMAZ v současnosti využívá zařízení RMBC 8.2-SB s korýtkovým dopravníkem k efektivnímu obrábění ocelových výkovků o hmotnosti 5 až 36 kg. Jde například o otryskávání čepů náprav, přírubových vidlic a křížových dílů jako sypaného materiálu. Zařízení je dimenzováno na díly o hmotnosti do 150 kg, a proto ještě má rezervu pro další zvyšování hmotnosti jednotlivých dílů v budoucnosti. „U tohoto zařízení se nám líbila i maximální hmotnost šarže, která činí dvě tuny,

a robustní provedení Heavy Duty. To zahrnuje obložení vnitřního povrchu vysoce odolnou a pevnou manganovou ocelí, promíchávání obrobků na odolném pásu z ocelových článků a koncepce tryskací komory bez použití šroubů a matic," nešetří chválou hlavní inženýr závodu.

U zařízení RMBC 8.2-SB probíhá proces rovněž plně automaticky a je řízen programy pro jednotlivé dílce, uloženými v řídicím systému zařízení. Po vložení transportních nádob do zavážecího zařízení se dvojitý vyklápecí systém postará o dokonalé vyprázdnění nádob. Jakmile jsou dvířka tryskací komory zavřena, začnou dvě výkonná lopatková kola typu Hurricane® H 42 vrhat abrazivo na výkovky. Vysoký hnací výkon, který činí 22 kW, a neustálé obracení dílů na pásu z ocelových destiček přitom umožňuje, aby v tryskací komoře o objemu 800 l byly z výkovek bezpečně, rovnoměrně a důkladně odstraněny všechny okuje a zbytky rzi. Doba pracovního taktu je přitom velmi krátká, pohybuje se podle množství okujů mezi 10 až 20 minutami. Zajímavým „vedlejším efektem“ je shotpeening obrobků během vlastního tryskání. Díly jsou pak uloženy do transportní nádoby a přemístěny do skladu, odkud budou později dopraveny do příslušných provozů k mechanickému obrábění. Také u zařízení RMBC se využívá K dvojnásobná kaskádová separace abraziva.

„Nová tryskací zařízení nám umožňují efektivní a hospodárné obrábění výkovek. Jistoty nám kromě toho dodává i to, že firma Rösler má v Rusku vlastní pobočku. Klademe totiž velký důraz na dobrý servis a rychlé dodávky náhradních dílů,“ dodává závěrem pan Kalašnikov.

Legenda k fotografiím:



Výrobní kapacita průmyslové kovárny KAMAZ Metalurgie činí zhruba 200 tis. tun dílů ročně. Vyrábějí se nejrůznější konstrukční díly pro nákladní a osobní automobily a dále obrobky pro hnací agregáty a náhradní díly.



V akciové společnosti KAMAZ Metalurgie jsou v současnosti sdruženy dva závody – slévárna a průmyslová kovárna. Podnik zaměstnává přes 9.000 osob.



Po vykování se v zařízení RMBC odstraní okuje a rez najednou z většího počtu dílců jako např. těchto přírubových vidlic. Přitom se dosahuje stanovené kvality povrchu SA 2,5.



Zařízení RMBC 8.2 v „těžkém“ provedení je vybaveno dvěma výkonnými metacími koly o hnacím výkonu 22 kW. Metací kola dokážou zpracovat až 8 tun výkovků za hodinu a jsou přitom nenáročná na údržbu.



Jedním z požadavků firmy KAMAZ na tryskáci zařízení byla vedle vysokého výkonu, špičkové kvality tryskání a hospodárnosti i bezzákladová konstrukce průběžného zařízení s podvěsnou dráhou. Taktovaný závěsný transportní systém je vybaven třemi úložnými jednotkami, a proto může vkládání, tryskání a odebrání dílců probíhat současně.

Centrum pro povrchové úpravy CTIV – Celoživotní vzdělávání

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

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

- Základní kurz pro pracovníky lakoven
„Povlaky z nátěrových hmot“ – zahájení dle počtu zájemců
- Základní kvalifikační a rekvalifikační kurz
„Galvanické pokovení“ – zahájení dle počtu zájemců – předpoklad listopad 2010
- Odborný kurz zaměřený na protikorozní ochranu a povrchové úpravy ocelových konstrukcí
„Povrchové úpravy ocelových konstrukcí“ – zahájení listopad 2010
- Základní kurz pro pracovníky práškových lakoven
„Povlaky z práškových plastů“ – zahájení dle počtu zájemců – předpoklad listopad 2010
- Odborný kurz „Žárové nástřiky“ – zahájení dle počtu zájemců

Rozsah jednotlivých kurzů: 42 hodin (6 dnů)

Podrobnější informace rádi zašleme.

Email: info@povrchari.cz

Kvalifikační a rekvalifikační kurz pro pracovníky galvanoven „Galvanické pokovení“

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.



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 (6 dnů)
Termín zahájení: červen 2010
Garant kurzu: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSC.

Bližší informace:

Centrum pro povrchové úpravy
a Centrum technologických informací FS ČVUT v Praze
Ing. Jan Kudláček
Tel.: +420 605 868 932
Email: info@povrchari.cz
www.povrchari.cz

Posluchači po ukončení kurzu obdrží certifikát
o absolvování kurzu „Galvanické pokovení“.



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: Listopad 2010
Garant kurzu: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSC.

Bližší informace:

Centrum pro povrchové úpravy a
Centrum technologických informací FS ČVUT v Praze
Ing. Jan Kudláček
Tel.: +420 605 868 932
Email: info@povrchari.cz
www.povrchari.cz

Posluchači po ukončení kurzu obdrží certifikát o absolvování kurzu „Galvanické pokovení“.



CTIV - CENTRUM TECHNOLOGICKÝCH INFORMACÍ A VZDĚLÁVÁNÍ

Kurzy

Školení

Propagační činnost

Odborná činnost



http://ctiv.fsid.cvut.cz

CTIV a Fakulta strojní ČVUT v Praze ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy, nabízí technické veřejnosti, pro školní rok 2010 – 2011, v rámci programu Celoživotního vzdělávání studijní program

POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ

Korozní inženýr.

Od února 2011 bude zahájen další běh studia, do kterého je možné se již přihlásit.

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

Způsobilost v tomto oboru je možno prokázat akreditovanou kvalifikací a certifikací podle standardu APC Std-401/E/01 „Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozní ochrany“, který vyhovuje požadavkům normy ENV 12387.

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

Odborné akce



Asociace českých zinkoven a Asociácia slovenských zinkovní

(Czech and Slovak Galvanizers Association)

ve spolupráci s generálním partnerem akce, společností

MEA MEISINGER s.r.o. Plzeň



XVI.KONFERENCI ŽÁROVÉHO ZINKOVÁNÍ

Termín a místo konání je 5.–7.10.2010

hotel Primavera Plzeň (www.primaverahotel.cz).

Exkurze proběhne v pozinkovně společnosti MEA MEISINGER s.r.o. Plzeň

Další informace získáte na www.acsz.cz

PROFINTECH 2010

poprvé společně s Mezinárodním strojírenským veletrhem



Společně s:



7. mezinárodní veletrh obráběcích a tvářecích strojů



Mezinárodní slévárenský veletrh



Mezinárodní veletrh svařovací techniky

13.–17. 9. 2010

Brno – Výstaviště

www.bvv.cz/profintech

Veletrhy Brno, a.s.
Výstaviště 1
647 00 Brno
tel.: +420 541 152 926
fax: +420 541 153 044
e-mail: profintech@bvv.cz
www.bvv.cz/profintech

Central European
Exhibition Centre



BVV



Veletrhy
Brno

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 !!!**

Reklamy



52. mezinárodní
strojírenský
veletrh

www.bvv.cz/msv

MSV 2010



7. mezinárodní
veletrh obráběcích
a tvářecích strojů

www.bvv.cz/imt

IMT 2010

AUTOMATIZACE



13.–17. 9. 2010

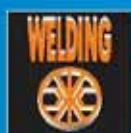
Brno – Výstaviště

**ADVANTAGE
AUSTRIA** WKO
RÁKOUSKO – PARTNERSKÁ ZEMĚ MSV



13. mezinárodní
slévárenský veletrh

www.bvv.cz/fondex



20. mezinárodní veletrh
svařovací techniky

www.bvv.cz/welding

Společně s:

INTER PROTEC



3. mezinárodní veletrh technologií
pro povrchové úpravy

www.bvv.cz/profintech

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

BVV



**Veletrhy
Brno**

EXTREME SIMPLE GREEN



EXTREME SIMPLE GREEN Aircraft and Precision Cleaner

Odmašťovací a čisticí prostředek vyhovující firemním předpisům
BOEING Spec D6 – 17487 a Pratt + Whitney PWA 36604revC

Nehořlavý, netoxický, neabrazivní, biologicky velmi dobře odbouratelný, bezoplachový, vysoce ekonomický detergent vodou ředitelný v poměru až 1:200, vhodný i pro oběhové čisticí systémy vybavené filtračními členy, neovlivňuje kalové hospodářství čisticích stanic.

Výrobek vyvinutý pro potřeby firem BOEING a Pratt+ Whitney umožňuje provádět servisní práce na otevřených letištních plochách bez nutnosti sběru znečištěné kapaliny. Mycí roztok obsahuje protikorozní příměsi, zabraňující vzniku problémů s Hightech kovy, plasty a všemi druhy těsnění, užívanými v leteckém průmyslu a u výrobků, vyžadujících zvýšený technický dohled.

Doporučená pracovní teplota lázně : dílenská teplota

Pracovní teplotní pásmo: 0 až 70°C

Likvidace nasycené čisticí směsi : biologická ČOV bez nutnosti předchozí neutralizace

Splňuje veškerá zákonná ustanovení české, severoamerické i EU legislativy.

Výrobce používá 70% superčistou vodu a garantuje ve 100% koncentrátu obsahy škodlivin, jejich kationtů a aniontů nižší než :

0,000001 % Ca, K, Na, Cl a 0,0000005 % Mg, Ni, PO₄, Ba, Bi, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Pb, Sr, Zn.

Aplikace: Přípravek je vhodný pro práci v leteckých provozech, na letištích, v kyslíkovém hospodářství, při čištění a dezinfekci materiálů, které jsou ve styku s lidskou kůží. Po zředění většinou není nutno používat OOP. Během předúpravy před nanášením nátěrových systémů odmastí povrch na nulovou hodnotu zbytkové mastnoty, mnohdy není třeba nanášet kotvící fosfátové mezivrstvy. Vhodný pro všechny technologie povrchových předúprav, ekonomicky výhodný při používání v práškových lakovnách, zinkovnách, mořímách apod., kdy není nutný trvalý ohřev odmašťovacích lázní. Po odmaštění se na povrchu neusazují zbytky solí, systém pracuje bezoplachově.

Výrobce: Simple Green Europe - Švýcarsko, www.simplegreen.ch

Výhradní dovozce: Liberty-Top-Tech s.r.o, www.simplegreen.cz, Jankovcova 13, 170 00 Praha 7
tel : 283 870 133-4, e-mail: p.svoboda@simplegreen.cz









PRÁŠKOVÉ BARVY

a technická podpora při lakování

SORTIMENT:

-  fasádní polyestery
-  epoxy-polyestery
-  epoxidové základy
-  zinkové základy a polyuretany odstínů RAL, Pantone, NCS a RALDESIGN

DALŠÍ PRODEJNÍ SORTIMENT (GUMÁRENSKÝ PRŮMYSL):

průmyslové profily • dopravní pásy • EKO program
ofsetové gumy • pneu a duše



HELIOS GROUP

Sava Trade, spol. s r.o.
U Elektry 650/50, 190 00 Praha 9
e-mail: barvy@savatrade.cz

www.savatrade.cz



DODÁVÁME

- **KATAFORÉZNÍ lakovny**
kompletní nebo dílčí lakovací technologie
technická a projekční dokumentace zařízení pro povrchovou úpravu
aplikační jednotky UF, RO, ED membránové separační technologie

NABÍZÍME

- **OUTSOURSING pro PÚ**
technicko - technologický servis zařízení lakoven
pravidelná provozní a preventivní údržba
technická pomoc při návrhu a optimalizaci PÚ

ZAJIŠŤUJEME

- **PRODEJ**
+GF+ potrubní systémy PVC, PP, PE, MaR
Membránové UF moduly MICRODYN-NADIR
Pomocný materiál pro provozy PU
Chladicí emulze a lisovací oleje WEDOLIT

www.megatec.cz, info@megatec.cz

tel., fax: 566 551 926

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

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

Povrcháři ISSN 1802-9833.

Šéfredaktor

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

Redakce

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

Ing. Jaroslav Červený, tel: 224 352 622

Ing. Michal Pakosta, tel: 224 352 622

Ing. Petr Drašnar, tel: 224 352 622

Ing. Karel Vojkovský, tel: 224 352 622

Redakční rada

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

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

Ing. Jaroslav Skopal, ÚNMZ

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

Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Na Studánkách 782

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

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

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