

Povrcháři

3. číslo Duben 2018

**Odborný seminář „Technologie čištění a předúpravy povrchů“
- Hotel Zámek v Čejkovicích 25. a 26. 4. 2018**

Smaltování a nově vznikající společnost SMALTĚŘŮ

**Účinná bezprašná ekologická technologie mokrého
tryskání směsí vody a abraziva**

Čištění dílců jako nedílná součást tepelných úprav

Přehled otěruvzdorných povrchových úprav – část 2.

Snižování mechanických ztrát ve spalovacích motorech

**Analýza korozní degradace hořčíku za simulovaných
fyziologických podmínek pomocí počítačové mikrotomografie**

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Po milionech zim, tisících let před i po začátku našeho letopočtu, po století páry, motorů spalovacích a elektrických i desetiletích chytrých sítí, médií a průmyslových revolucí, přišlo k nám opět jaro. S každoroční pravidelností, samozřejmostí a obrovskou silou dát postupně celé planetě potravu a energii pro život. Nic víc než spustit fotosyntézu, predestilovat ten svinčik a ještě pár reakcí a dějů, které ani nestojí za řeč.

Sedmi miliardám obyvatel, při alespoň té minimální a základní potřebě 100 Wattů pro život, je to každodenní pěkná porce energie. A to tu nejsme sami, kdo se chce nakrmit a žít. Ještě celá plná Archa Noemova i s krmením.

Energie ze Slunce, která to téměř vše pohání, je naštěstí 12 000x více než ta potřebná každodenní pěkná porce. Pokud si to lidstvo nepo(kazí), je tu dost energie pro všechny i pro ty co se ještě nenarodili. Jen to zatím neumíme všechno využít ku prospěchu a ochraně naší planety.

Děláme se totiž mnohdy chytřejšími, než zatím jsme. Hledáme odpovědi „na zítra“ a neuvědomujeme si, že k těm našim průmyslovým změnám na planetě došlo teprve „včera“. To čemu říkáme nesprávně revoluce, respektive průmyslová revoluce se všemi vývojovými etapami, trvá necelých dvě stě let a je především evolučním poznáváním sama sebe a svého okolí na základě vzdělávání a tvrdé práce. Jen poznáním tajemství jaderné reakce jsme se již několikrát pokusili vyvraždit, anebo alespoň zmrzačit. Naštěstí pro lidstvo se ještě nedaří objevit klíč k dalším poznáním a možnostem vyšších stupňů sebevraždy života na naší dokonale vymyšlené a fungující Modré planetě, neboť jsme nedospěli morálně ani jinak. Pokud zatím zkoušíme vliv účinků nárazu nákladního automobilu do lidí a jejich dětí, musíme se rychle zamyslet a vyřešit zatím tento problém, než bude pozdě! Jsme svědky sebedestrukce v přímém přenosu, píše ve své knize „Breviář pozitivní anarchie“ jeden z našich nejlepších současných autorů Vlastimil Vondruška. A není sám, který se kriticky obává o budoucnost civilizace, která likviduje pilíře své tisícileté existenční podstaty.

Na cestě, kterou v poslední době kráčí evropská společnost, se opakují fatální chyby nedávných dějin, které stály miliony životů a nenapravitelných krutostí. To vše beze slova omluvy a sebereflexe. A už zase kdosi zapaluje Reichstag!

Adam a Eva byli kdysi vyhánáni z ráje a od té doby se nikomu nepodařilo se tam vrátit. A rozhodně se to nemůže povést ani současným nezodpovědným vládcům Euroamerické či Euroatlantické říše, kteří činí nesmyslné kroky, které do ráje rozhodně nevedou.

Přes plánované provokace a řízené demonstrace přišlo do našich krajů a domovů jaro. Vážme si toho! Jak to ta Zeměkoule dělá, že to všechno unese, vydrží a ještě k tomu se točí?

Držme si palce, ať jí to vydrží.

Zdraví Vaši



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Odborný seminář „Technologie čištění a předúpravy povrchů“ - Hotel Zámek v Čejkovicích 25. a 26. 4. 2018

Malebné jihomoravské Čejkovice jsou tradičním místem setkávání pracovníků z průmyslu, výzkumu a technického školství, na odborném semináři „Čištění a předúpravy povrchu.“

Na základě požadavků a potřeb odborné veřejnosti, připravili organizátoři tohoto semináře, v klidném prostředí Templářské tvrze obnovené pracovitostí zdejších obyvatel, program tak, aby všichni, posluchači i přednášející, smysluplně investovali svůj čas a získané informace využili pro rozvoj svých dalších aktivit.

Je důležité, aby projektanti, konstruktéři i technologové si sami doplňovali zkušenosti a poznatky nejen ze svých aktivit, aplikací a projektů, ale využili k tomu i zodpovědně připravených nezávislých vzdělávacích akcí a setkání.

Požadavky našeho současného a především budoucího dynamického rozvoje průmyslu, i celé společnosti, vyžadují kvalitní zdroje odborných informací, obnovu výzkumné základny a zachování odborného vzdělávání na všech stupních. Jen tak je možno udržet tradiční kvalitu výroby a práci s velkou přidanou hodnotou. Vysokým stupněm vzdělanosti a profesionality našich lidí budeme schopni i nadále uhájit hodnoty potřebné pro spokojený plnohodnotný a především svobodný život obyvatel v našich suverénních zemích!

Za organizátory „Centrum pro povrchové úpravy“ a „Povrcháře“, si Vás dovoluujeme pozvat na tuto vzdělávací akci do letošních jarních Čejkovic. Vaše aktivní účast je možná nejen odborným příspěvkem na semináři nebo ve sborníku, ale též prezentací výrobků svých firemních stánků a především zapojením se do odborné diskuse k jednotlivým předneseným tématům.

Věřme, že i aktivní účastí na tomto společném setkání přispějeme všichni „vlastní silou“ k rozvoji odbornosti a získávání vzájemných kontaktů.



Elektronický formulář přihlášky najdete na webové stránce: www.povrchari.cz

Na shledanou v Čejkovicích.

Z programu semináře:

Ultrazvukové odmašťovanie

Ing. Ladislav Patay - NOTUS – POWERSONIC, Vráble

Zásady hospodaření s mořicími lázněmi v žárovém zinkování

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

Koroze v systémech topných soustav a tlakovzdušných brzdových soustav

Ing. Kamil Liška – Ministerstvo obrany

Poznámky k přilnavosti povlaků na otryskaných površích

Ing. Jaroslav Sigmund

Vodní hospodářství v provozech povrchových úprav kovů

Ing. Pavel Franče, CSc.

Účinná bezprašná ekologická technologie mokrého tryskání směsí vody a abraziva

Ing. Petr Penc, IPP Praha

Optimalizace čistících procesů s důrazem na bezpečnost a efektivitu

Ing. Hana Filková - BIOCHEM CLINTECH s.r.o.

Fosfátování a jeho úspěšné nahrazování konverzními povlaky na bázi oxidů zirkonu

Ing. Roman Konvalinka - SurTec ČR, s.r.o.

Chyby při přípravě povrchu a jejich dopad na kvalitu povrchové úpravy

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

Destilát jako oplachová voda a jak ho získat?

Ing. Pavel Kovanda jr. - KOVOFINIŠ s.r.o.

Chemické látky

RNDr. Milada Vomastková, CSc - Ministerstvo životního prostředí

Moření vysocelegovaných ocelí

Ing. Pavel Váňa, Ekomor s.r.o.

Bezkontaktní kontrola čistoty povrchu v praxi

Ing. Petr Chábera – TechTest, s.r.o.

Faktory ovlivňující čistotu vody jako chladicího či otopného média a čištění vnitřních povrchů energetických soustav

Ing. Jiří Kuchař – FS ČVUT v Praze

Technologie omílání

Ing. Milan Hlaváček - Trowal CZ s.r.o.

Čištění Laserem

Radek Harašta – Cryosystem s.r.o.

Smaltování a nově vznikající společnost SMALTÉŘŮ

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

Vážení čtenáři Povrcháře,

v rámci odborné konference UMĚNÍ SMALTU/TECHNIKY SMALTU proběhne současně setkání nově vznikající smaltéřské společnosti a zájemců o členství, kteří mají zájem podpořit nově se rozvíjející činnost.

V rámci zachování tradice smaltování v České Republice a jeho růstu, proběhla již druhá schůzka ve společnosti MEFRIT, s.r.o., společně se zástupci FS ČVUT. Jednalo se zejména o stanovách a cílech **nově vznikající společnosti**, jednotlivých výhodách a užitku pro smaltéřské společnosti, které Vám budou představeny na již zmíněném setkání v Brně.

Toto setkání se uskuteční 29. 5. 2018 v Technickém muzeu v Brně. Čas a místnost setkání ještě upřesníme a budeme Vás informovat pomocí elektronické databáze Povrcháře. Dále budou kontaktováni nejvýznamnější společnosti smaltéřských firem v České Republice, které byly součástí našeho prvního setkání v Brně, anebo které projevují zájem o členství.

Současně bychom Vás chtěli pozvat na blížící se konec odborné konference k výstavnímu projektu: UMĚNÍ SMALTU/TECHNIKY SMALTU/ 29. – 30. 5. 2018. Blíží informace naleznete na webu MCK TMB: mck.tmbbrno.cz.

Cíle konference:

Výstavní projekt a plánovaná konference v českém prostředí poprvé komplexně představí jednu z povrchových úprav kovových předmětů, která se užívá již tři tisíce let. Pozornost je věnována několika základním okruhům:

- 1) vývoj emailérských technik a jejich proměny ovlivněné historickým, geografickým a kulturním kontextem i užitným určením finálního výrobku nebo uměleckého artefaktu;
- 2) prezentace význačných sbírkových předmětů a artefaktů s emailovou výzdobou z českých a slovenských pamětových institucí i soukromých sbírek;
- 3) představení smaltu jako fenoménu masové tovární produkce 19. a 20. století, včetně související problematiky hospodářských dějin, historiografie průmyslu apod.;
- 4) představení problematiky smaltu jako hi-tech oboru, včetně problematiky současného výzkumu a výroby, prezentace současných producentů;
- 5) smalt jako sběratelský fenomén;
- 6) smalt v současném umění a výtvarné tvorbě;
- 7) smalt jako osobitý segment kulturního dědictví, o který je třeba pečovat s využitím maxima poznatků současného vědeckého výzkumu i konzervátorské a restaurátorské praxe – podpoření spolupráce mezi konzervátory skla a kovů v návaznosti na specifika ochrany předmětů opatřených emaily, diskuze k mechanismům poškozování skla i kovové podložky, představení možností průzkumu chemického složení i technologie aplikace emailů jako jednoho z nástrojů identifikace emailové výzdoby či povrchové úpravy, představení konzervátorsko-restaurátorských zásahů na artefaktech s emailovou výzdobou, problematika konzervace a uchovávání smaltovaných výrobků z moderní doby.

Pokud máte zájem a chcete nějakým způsobem podpořit nově vznikající společnost nebo jen chcete být informováni o dění v oblasti Smaltování, neváhejte nás kontaktovat na adresu smalteri@email.cz

Budeme se těšit na společné setkání.

Účinná bezprašná ekologická technologie mokrého tryskání směsí vody a abraziva

Ryan Ashworth, Vapormatt Velká Británie
Ing. Petr Penc, IPP Praha

Úvodem něco málo z historie mokrého tryskání.

Proces mokrého tryskání byl vynalezen Normanem Ashworthem jakožto součást jeho výzkumné činnosti, kterou se zabýval během 2. světové války. V té době byla ze strany výrobců letadel ve Velké Británii vyvíjena snaha nalézt proces, který by pomohl zlepšit stav povrchu klíčových leteckých dílů, takže díky tomu, že Norman dodával technologii "mokrého leštění" byl také i on zahrnut do vývoje tryskových motorů. Po 2. světové válce založil Norman společnost "Abrasive Developments Limited (ADL)", neboli společnost pro vývoj abraziva, která měla za účel dodávat tuto technologii do průmyslu. Okolo roku 1946 se stalo mokré tryskání komerčním procesem.

Během následujících 30 let firma ADL postupně rostla, až se stala celosvětovým dodavatelem zařízení na mokré tryskání, z nichž jsou mnohé v provozu ještě dodnes. Tato zařízení byla prodávána převážně firmám, které se zabývaly slévárnictvím a firmám z leteckého průmyslu, které potřebovaly dobrou kontrolu a řízení povrchů jejich dílů.

V roce 1978 založil Normanův syn Stewart Ashworth na ostrově Guernsey firmu Vapormatt, která měla ambice stát se vedoucí světovou firmou v oboru mokrého tryskání.

Vapormatt má nyní svou centrálu v jihozápadní Anglii ve městě Taunton, dále svůj vývojový závod v Guernsey a výrobní závod v Plymouth. Ve světě pracuje pomocí globální sítě zástupců a distributorů.

Co je to mokré tryskání?

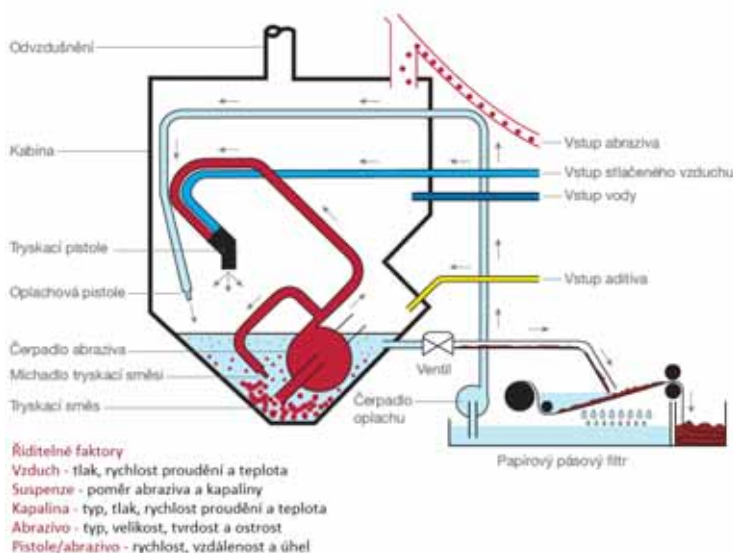
V prvé řadě je to zcela bezprašná technologie s vysokou účinností tryskání, která je šetrná vůči základnímu materiálu otryskávaných dílů. Tento proces nepoužívá žádné agresivní chemikálie a díky široké škále výpustních a filtračních systémů je možná otevřená recirkulace nebo plně uzavřená funkce zařízení. To jsou atributy, které předurčují mokré tryskání k tomu být velmi ekologickou technologií, jež minimalizuje zatěžování životního prostředí.

Mokré vs. suché tryskání – rozdíly těchto procesů



Obr. 1:

Proces mokrého tryskání



Jakožto mechanická úprava povrchu je mokré tryskání často srovnáváno s jeho o mnoho starším protějškem, a to suchým tryskáním nebo pískováním (viz obr. 1). Podobně jako suché tryskání používá proces mokrého tryskání pevné částičky (abrazivo), které však ve směsi s vodou a vzduchem vytvářejí finišovací nebo brusnou suspenzi. Zařízení je schopné tuto suspenzi mixovat tak, že má stabilní složení a tím se uživateli, kteří uvažují o účinné a ekologické úpravě povrchu, otevírá řada benefitů.

Vzhledem k tomu, že je abrazivo v suspenzi vázáno ve vodě, tak se nevytváří žádný elektrostatický náboj a zároveň je možno používat i jeho velmi jemné druhy (např. jako hladká mouka), neboť neodletí do odsávání jako u suchého tryskání. Tím pádem je možno dosáhnout extrémně jemnou a rovnoměrnou strukturu povrchu bez poškození otryskávaných dílů. Voda také zamezí ucpávání slepých otvorů abrazivem a zároveň i díly opláchne, takže na jejich povrchu nezůstane prach, který mnoha provozovatelům suchého tryskání vadí pro následující procesy.

Obr. 2:

Srdcem všech zařízení pro mokré tryskání je čerpadlo (viz obr. 2). Toto čerpadlo kontinuálně mixuje vodu a abrazivo v hlavní nádrži pod kabinou, čímž vytvoří stabilní suspenzi, a to ještě předtím, než je vedena do jedné nebo více tryskacích pistolí. Do tryskacích pistolí je zároveň přiváděn stlačený vzduch, který dá této suspenzi energii předtím, než začne přímo účinkovat na povrch výrobku. Tímto stlačeným vzduchem se pak reguluje intenzita tryskání.

Po atakování povrchu výrobku odtéká suspenze zpátky do hlavní nádrže stroje, kde dochází k jejímu opětovnému mixování čerpadlem, anebo je přesměrována do odlučovacích systémů, které umožňují odstranění rozbitého abraziva a různých kontaminací jako jsou oleje, mastnoty a vady povrchu, které byly tryskáním odstraněny z povrchů výrobků.

Díky tomu, že Vapormatt dobře rozumí tomu, jak tento systém pracuje, je jeho filozofií to, že "když je možné něco změřit, tak je to také možné řídit a kontrolovat", což otevírá širokou škálu variabilních procesů, které dávají mokrému tryskání jeho mnohoúčelné uplatnění. Toto je zásadně důležitý bod, neboť v přesném strojírenství je mnoho firem, které toto řízení procesu nutně potřebují - zde se jedná o výrobce nástrojů, břitových destiček, precizních leteckých a automobilových dílů atd.

Mokré tryskání Vapormatt může vytvořit povrchy, které jsou:

- extrémně reaktivní
- jemně zrnité a tím ideální pro rychlé následné lakování a povlakování
- chirurgicky čisté
- jednotné po celém povrchu
- saténově vyleštěné a antireflexní
- odpovlakované bez porušení podložní vrstvy
- bez prachu nebo bez zaplnění otvorů abrazivem

Jednou z klíčových složek procesu mokrého tryskání je typ abraziva, které se použije. Výběrem správné velikosti, tvaru nebo tvrdosti částic abraziva mohou uživatelé dosáhnout celou řadu aplikací jako je odstraňování otřepů, odmašťování, zaoblování hran, odstraňování okují, zhutňování povrchu (peening) nebo čištění a aktivace povrchu. Uživatelé budou pro přípravu povrchů před dalšími procesy typicky používat buď aluminium oxid "korund" nebo balotinu "skleněné kuličky" v různých koncentracích.

Například hranatý tvar korundu umožňuje odstranit okuje a vyčistit povrchy velmi rychle. Řezavý účinek korundu znamená, že se odstraní velmi jemná vrstva materiálu, což zajistí vysoce reaktivní a adhezivní povrch pro následující aplikace povlakování.

Na druhé straně je možno použít skleněné kuličky (balotinu) k vylepšení kosmetiky povrchu a to i dokonce dosažením až saténových finišů, jež jsou požadovány pro některé díly, které mají buď vysokou hodnotu nebo z důvodu renovace. Tvrdost skleněných kuliček a nastavení tlaku vzduchu je možno také specifikovat tak, aby se dosáhla nízká hladina zhutnění povrchu za účelem zvýšení pevnosti dílů po obrábění.

Třetí, ale méně používaný typ abraziva, je umělá hmota. Jeho tvar je typicky amorfní nebo "náhodný" a tvrdost je mnohem nižší, okolo 4 mohů, což činí abrazivo z umělé hmoty skvělým médiem pro citlivé aplikace. Amorfní a jemné částičky mohou účinně "okartáčovat" povrch, a tím z něho odstranit nečistoty nebo barvy. Mokré tryskání s umělohmotným médiem je běžně používáno pro odstraňování laku z podvozkových kol letadel a z brzd před detekcí trhlin.

Poté, co se vybere jeden z těchto typů abraziva, tak je možno namixovat odpovídající suspenzi, a pak je možno vidět různé následující benefity této technologie.

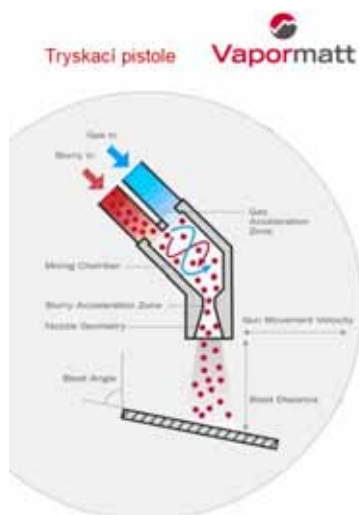
V první řadě se voda chová jako mazadlo abraziva, což znamená, že průtok abrazivních částic po povrchu tryskaného dílu je mnohem vyšší. Tento zvýšený průtok znamená, že je možno opracovat složitější a komplexnější tvary dílů, a přitom může být zaručeno dobré pokrytí a rovnoměrné otryskání celého jejich povrchu.

Kromě tohoto vyššího průtoku abrazivních částic po povrchu dílů, je jejich náraz na povrch dílů vodou lehce ztlumen nebo "vypolstrován", což má za efekt zredukování prudkosti jejich dopadu na povrch. Díky tomuto šetrnému nárazu na povrch je možno otryskávat i choulostivější díly jakými jsou například křemíkové destičky, díly baterií nebo tenké kovové plechy.

Významným provozovatelem mokrého tryskání je průmysl pracující s kompozitními materiály, neboť tato technologie může připravit součástky pro lepení a lakování bez rizika jakéhokoli poškození vláken, a přesně z tohoto důvodu používá většina týmů Formule 1 zařízení Vapormatt.

Mokré tryskání má kromě účinků na povrch ještě další výhody, a to že může kombinovat více procesních kroků v jednom stroji. Když se do vody přidají aditiva a součástí zařízení je i vyhřívání suspenze, tak je možné díly umýt a odmastit současně s otryskáním povrchu. Schopnost této technologie kombinovat otryskání povrchu s jeho odmaštěním, čištěním a případně i pasivací pomáhá firmám ušetřit mnoho času. Nedávným zajímavým příkladem byla aplikace před galvanizací, kde nezáleželo na tom, že díly byly před galvanizováním mokré, ale bylo zapotřebí, aby se očistily a zlepšila se drsnost jejich povrchu. Firma tak mohla nahradit suchý tryskač a některé mycí a sušící stupně, čímž zvýšila svoji kapacitu.

Jakmile jsou specifikovány procesní parametry vzduchu, typ a koncentrace abraziva, je nutné myslet na to, jak dopravit suspenzi na otryskávaný povrch. Chyby v tomto bodě mohou způsobit to, že se díly otryskají málo nebo moc, což by přivodilo časovou ztrátu v důsledku nutnosti procesu opakovat. Ve všech případech se k usměrnění suspenze na tryskaný díl používá některý z typů tryskacích pistolí Vapormatt (viz obr. 3), a důležitou roli zde hraje typ, množství a pohyb této jedné nebo více pistolí. Když se podíváme na vlastní pistolí, tak je nutno brát v úvahu několik klíčových prvků.



Obr. 3:

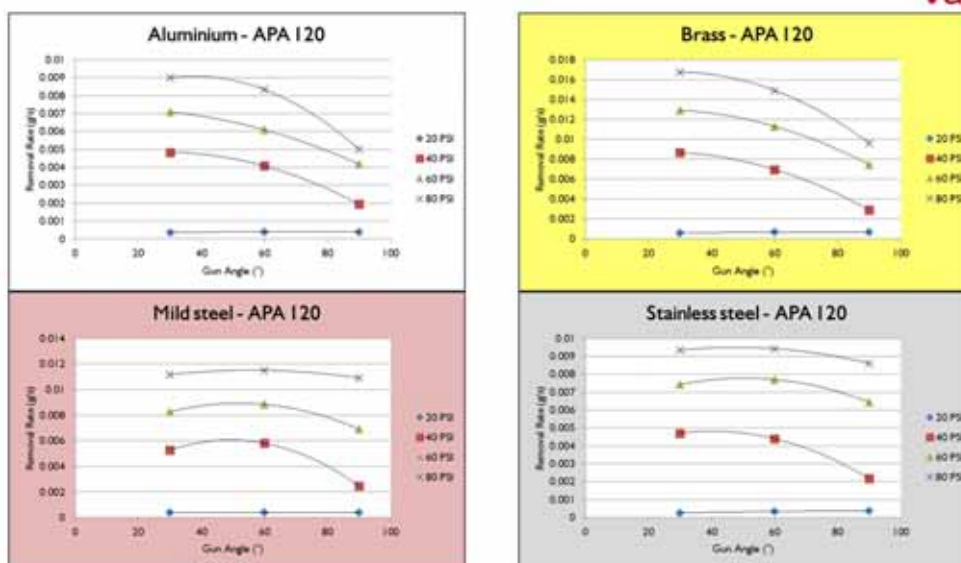
Zprv  zde máme sm eřovac  komoru, ve které se setkává suspenze se stla en m vzduchem. Ten umořňuje dodat suspenzi energii, předtím neř opustí pistoli. V této komoře je d uleřit  vyv azit p tok a tlak stlačeného vzduchu a suspenze, kter  p ch z  od čerpadla. Pokud by tam bylo moc vzduchu, potom by suspenze nemohla vstoupit do komory dostate n  rychle, a pokud by tam zase bylo moc suspenze, tak by řla voda a abrazivo zpět do vzduchového veden , coř by způsobilo poruchu.

Zadruhé zde máme vlastn  trysku. Ve v třin  p pad  je vyrobena z vysoce odolného karbidu boru s lavalov m tvarem, kter  suspenzi dodá dodate n  zrychlen  směrem k povrchu tryskaného dílu. V p b hu tryskání jsou trysky vystaveny vysokému opotřebení. I kdyř je toto opotřebení mnohem niřší neř u suchého tryskání, tak konstrukce a tvar vřech komponent  m s  být v kařd m p pad  vyvinuty tak, aby se zredukovalo opotřebení kritických míst.

Kdyř se vybere vhodn  typ trysky, tak si míře zákazník pro dosařen  maxim ln  flexibility a p stupu k povrchu nakonfigurovat pistole do vhodného typu drř ku jako jsou "korunov  hlavy", "portály", "klouby", "roboty" nebo manu ln  pozice. Víme, ře řizen  pistolí je kl ov  pro dobu tryskání a také pro v sledn  fin ř povrchu, kter  míře být dosařen . Nap klad zdvojn soben  počtu pistolí sn ř zkrátí dobu tryskání zhruba na polovinu, ale zde je také nutno zv řit otázku provozních nákladů. Jednomu zákazníkovi, kter  o tom takto p em řlel, byla firma Vapormatt schopna poskytnout v tř  pistole instalovan  v různých pozicích, a t m se dosáhlo rychleřších výsledků s minimálním zvyřen m provozních nákladů.

Závislost  beru materiálu na úhlu pistole a tlaku vzduchu (1 bar ~ 14,5 PSI)

Vapormatt



Obr. 4:

Dalř  kl ov  prom nn  veličiny jsou tlak vzduchu a úhel dopadu suspenze na povrch výrobku. Změnou těchto veličin se podstatn  zm n  v sledn  stav povrchu. Velk   hel dopadu, t.j. zhruba 60 stupně, zajist  velmi rychl  proces a vysokou míru odstrařov n  (viz obr. 4), ale ve srovnání s menř m úhlem vzrostou hodnoty drsnosti. P bliřen  se k 90 stupněm zajist  maxim ln  " der" na povrch pro zhuřňov n  materiálu (peening) a posilovací aplikace, ale bude limitován t m, jak  drsnost povrchu míře být p ipustn . N zk  tlak vzduchu zase sn ř über materiálu ař na minimum.

Dosahování drsnost povrchu při r zn  hrbost  abraziva

Vapormatt

Hodnoty Ra při mokr�m tryskání	Abrasive	Dosahování drsnost Ra (�m)																													
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
Nerez ocel	APA 60	[Red bar]																													
	APA 120	[Red bar]																													
	APA 320	[Red bar]																													
	APA 500	[Red bar]																													
	APA 600	[Red bar]																													
Ocel	APA 60	[Grey bar]																													
	APA 120	[Grey bar]																													
	APA 320	[Grey bar]																													
	APA 500	[Grey bar]																													
	APA 600	[Grey bar]																													
Mosaz	APA 60	[Red bar]																													
	APA 120	[Red bar]																													
	APA 320	[Red bar]																													
	APA 500	[Red bar]																													
	APA 600	[Red bar]																													
Hlin�k	APA 60	[Grey bar]																													
	APA 120	[Grey bar]																													
	APA 320	[Grey bar]																													
	APA 500	[Grey bar]																													
	APA 600	[Grey bar]																													

Obr. 5:

Pro ty provozovatele mokrého tryskání, kterým záleží na výsledné drsnosti povrchu výrobků Ra, je kromě nastavení úhlu pistole důležitý výběr hrubosti abraziva. Jak je vidět na obr. 5, tak rozsah dosažitelnosti drsnosti je značně velký, a proto je nutno tomuto bodu věnovat značnou pozornost. Z uvedeného obrázku je vidno, že při aplikaci velmi jemného abraziva je možno dosáhnout i extrémně nízké hodnoty Ra, což umožňuje i dekorativní vzhled tryskaného povrchu.

Firma Vapormatt vykonala hodně práce v záležitosti studování účinků tryskání, a tak může identifikovat, jaké podmínky jsou zapotřebí pro dosažení určitých hodnot Ra a jaké doby tryskání jsou zapotřebí pro mnohé z běžně používaných materiálů. Díky tomu, že zhruba třetina zaměstnanců je zaměřena na vývoj a výzkum nových strojů, aplikací a technologií, tak může dodávat vysoce hodnotné a řízené procesy mokrého tryskání i těm průmyslům, které potřebují opakovatelné a jednotné finiše povrchů.

Příklady zařízení – Puma a Cougar




Vapormatt

Příklady zařízení – Leopard




Vapormatt

Kontakt pro bližší informace

IPP Praha
Ing. Petr Penc
Šmolíkova 24
161 00 Praha 6

m: +420 608 365 876
t: +420 233 311 381
e: petr.penc@seznam.cz
w: www.ipp-penc.cz



Vapormatt

www.vapormatt.com

technical purity

S autory článku se můžete setkat na semináři v Čejkovicích 25. dubna

Čištění dílců jako nedílná součást tepelných úprav

Ing. Roman Konvalinka, SurTec ČR, s.r.o.

Nezbytnou součástí termického zpracování dílců je řada mycích a čistících kroků. Na jejich vhodném provedení závisí konečná kvalita výrobku. Nedostatečně nebo nesprávně provedené čištění může při následných termických procesech způsobit nehomogenitu složení povrchové vrstvy, špatnou přilnavost spojovací vrstvy anebo způsobovat technologické problémy při výrobě.

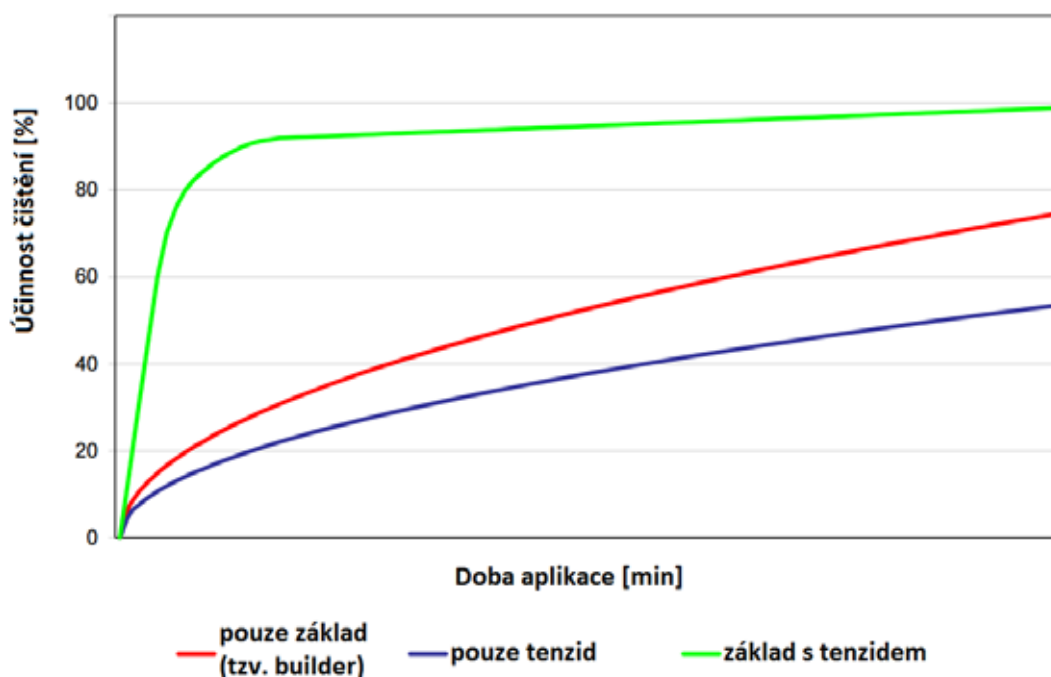
Během výroby prochází výrobek až několika desítkami operací, které mají vliv na stav povrchu dílce. Surový kov je nejprve odlit nebo válcován. Během těchto operací se přetvoří krystalická struktura materiálu a vznikne povrchová vrstva oxidů kovů. Další výrobní operace mohou zahrnovat lisování, řezání, protahování, pálení plasmou nebo laserem, frézování, vrtání, broušení, svařování, pískování, honování, kalení, leštění a další. Při mnoha operacích je dílec vystaven nejen působení mechanické síly, ale i značnému tepelnému namáhání a pochopitelně i kontaktu s rozličnými chemikáliemi. Mezi ty patří nejrůznější řezné a chladicí emulze, brusné pasty, maziva, separační kapaliny, konzervační oleje, kalící kapaliny, ale i přípravky pro mezioperační mytí a pasivaci, vosky a samozřejmě voda. Nesmíme zapomenout ani na vliv manipulace a dopravy k provozovateli povrchové úpravy. Na zboží se tak může dostat prach, zbytky třísek, otisky prstů nebo zboží může jednoduše zkorodovat.

Typické složení odmašťovací lázně

Popsat typické složení odmašťovací lázně je velice ošemetné. Pochopitelně vše závisí na tom, jaký materiál se čistí, jakou nečistotu chceme odstranit a jaké další výrobní operace se budou s dílcem provádět.

Odmašťovací lázeň se zjednodušeně skládá zejména z vody, základu z anorganických či organických solí (tzv. builder) a povrchově aktivních látek (tenzidů). Základ lázně je tvořen zpravidla z hydroxidu, křemičitanu, fosforečnanu, boritanu a uhlíčitanu alkalických kovů. V součinnosti s tenzidy umožňuje efektivní odmaštění (viz obrázek č. 1). Kromě jiného upravuje pH a tvrdost vody, zmýdelňuje tuky, disperguje mechanické nečistoty a pomáhá v emulgačním procesu. Tenzidy zjednodušeně slouží k převedení ve vodě nerozpustných látek (olejů, vosků apod.) na rozpustnou formu a jejich odstranění z povrchu dílce. Odstraněná mastnota buď zůstává emulgována v lázni, nebo se vyloučí na hladině lázně (tzv. deemulgující systémy). Chemická povaha tenzidů a chemismus jejich účinku je značně různorodý a rozsahem překračuje rozsah tohoto článku.

Součinnost tenzidu a základního přípravku v odmašťovací lázni



Obr. 1: Správná kombinace základního přípravku a tenzidu znásobí účinnost odmašťovací lázně a umožní dosažení optimálního odmaštění v podstatně kratším čase

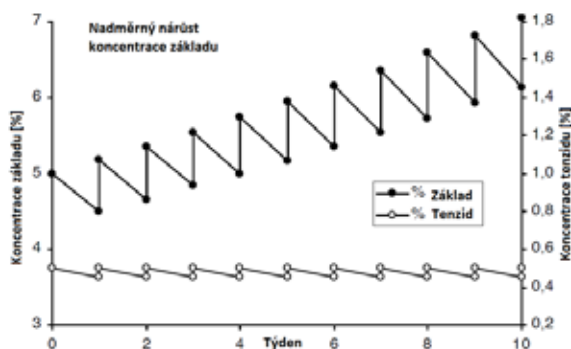
Odmašťovací účinek závisí na vzájemné souhře čistících přísad, vhodně zvolenou teplotou, mechanickým pohybem a časem aplikace, viz obrázek 2. Pokud není některý z parametrů v optimálním stavu, je nutné posílit další parametry. To zná jistě každý ze své praxe. Pokud je například pro čištění málo času, je nutné zintenzivnit pohyb, zvýšit teplotu, či posílit chemické složení lázně.



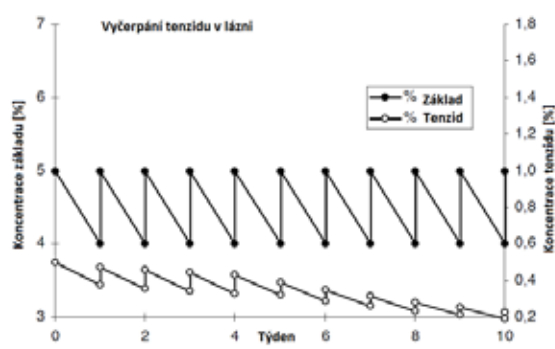
Obr. 2: Výsledek čištění je dán vzájemnou souhrou čtyř faktorů (tzv. Sinnerův kruh)

Dvoukomponentní (modulární) odmašťovací systémy pro alkalické odmaštění

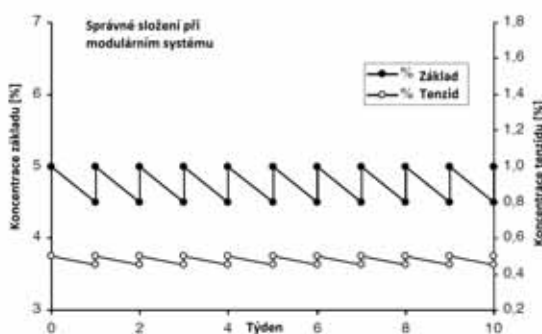
Jak již bylo zmíněno, existuje nepřeberné množství nečistot. Odmašťovací lázeň je relativně bohatá směs různých látek, jejichž jednotlivá spotřeba při čistícím procesu se liší v závislosti na chemické reakci s konkrétní nečistotou. Obvykle používané lázně alkalického odmaštění se zakládají z jediné přísady, která obsahuje všechny potřebné složky. To je jistě jednodušší pro obsluhu a údržbu, ale je to i ekonomické? Dochází buď ke zbytečnému navyšování obsahu základních solí, anebo častěji ke „spotřebování“ tenzidu, takže se lázeň při obvyklém analytickém rozboru alkality tváří v pořádku, ale kvalita odmaštění již optimální není, viz obrázky 3 a 4. Proto firma SurTec doporučuje zejména v případě vysoce zatížených lázní používání **modulárního systému odmaštění**, odděleného dávkování tenzidu a základu. Obě dvě složky jsou v provozu jednoduše analyzovatelné a díky řízenému dávkování lze dosáhnout významných úspor. A to nejen prodloužením životnosti lázně. Díky optimální koncentraci obou složek v lázni (obrázek č. 5) je zajištěno stálé kvalitní odmaštění, čímž se snižuje zmetkovitost a tím pádem klesají celkové náklady na čistící proces.



Obr. 3: Jednosložkový systém: Nežádoucí nárůst koncentrace základu při dávkování na základě koncentrace tenzidu



Obr. 4: Jednosložkový systém: Nežádoucí pokles koncentrace tenzidu při dávkování na základě sledování alkality



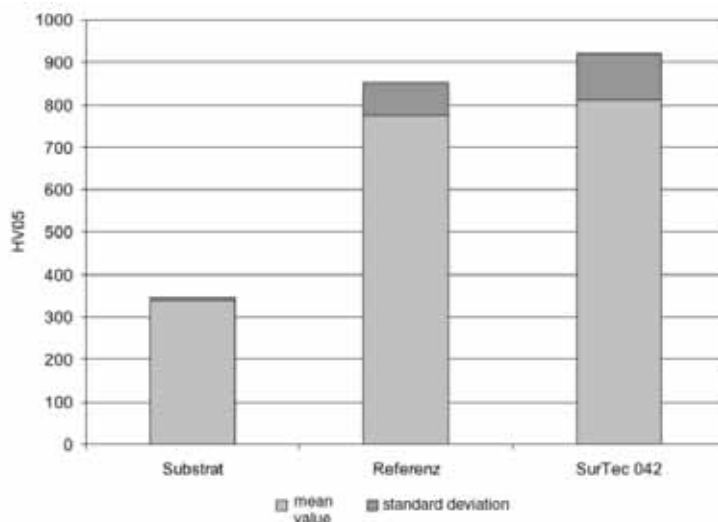
Obr. 5.: Modulární systém: Lázeň je v optimálním složení díky analyzovatelnosti a odděleného dávkování jednotlivých složek

Čištění před tepelným zpracováním

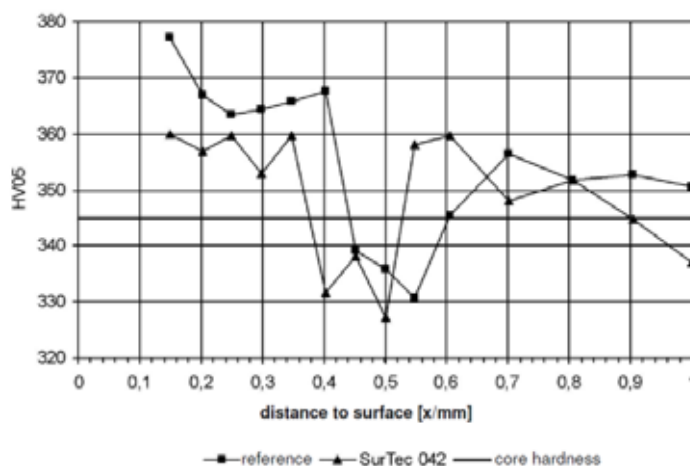
Čištění před tepelným zpracováním je obvykle technologicky jednoduché. Po umytí dílce následuje v druhém kroku opláchnutí spolu s nanesením pasivačního prostředku pro krátkodobou konzervaci dílce. Z toho vyplývá poměrně zásadní požadavek na čistící lázeň. Lázeň musí být deemulgující, tj. absorbovaný olej se musí ochotně oddělit v odlučovači z lázně, a nesmí obsahovat soli, které by při nedostatečném opláchnutí zůstaly na povrchu dílce a vytvořily například bariérovou vrstvu při nitridaci. Všechny pasivační složky se musí v peci beze zbytku odpařit a nesmí vadit zařízení.

Pro tuto aplikaci dodává SurTec řadu čistících přípravků (nejprodávanější **SurTec 042**, **SurTec 101**, **SurTec 531**) pokrývající jak škálu pH 7 – 11, tak aplikovatelnost v postřikových, záplavových i ultrazvukových zařízeních. Jedná se o kapalné přípravky použitelné v koncentracích 1 – 4 % a teplotách od 40°C. Díky recyklovatelnosti pomocí odlučovače nebo pomocí membránové filtrace mají lázně velice dlouhou životnost a příznivé provozní náklady. Uvedené přípravky lze použít přímo i jako pasivátory.

Ve spolupráci s Institut für Werkstofftechnik v Bremách bylo provedeno zkoumání, jak ovlivňuje čištění a pasivace v **SurTec 042** následnou nitridaci dílce: Na zkušební dílec (ocel 42CrMo4) byl definovaně nanesen čistící přípravek **SurTec 042** v koncentracích 5 a 10% (běžná provozní koncentrace je kolem 2%) a ponechán zaschnout. Poté byla provedena nitridace při 520 °C po dobu 4 hodin ve směsi 16% obj. NH₃ a 84% obj. N₂. Po ochlazení bylo na metalografickém řezu provedeno měření tvrdosti na povrchu v různých hloubkách. Tvrdost na povrchu dílce se SurTec 042 byla naměřena 812 HV_{0,5} (referenčního vzorku 775 HV_{0,5}), tvrdost v jádru 345 HV_{0,5}.



Obr. 6: Povrchová tvrdost HV_{0,5} vzorku po nitridaci, porovnání s tvrdostí povrchu před nitridací. Jako referenční vzorek posloužil vzorek odmaštění v trichlorethylenu



Obr. 7: Průběh tvrdosti v jednotlivých vzdálenostech od kalného čela, povrchová tvrdost HV_{0,5} vzorku po nitridaci a porovnání s tvrdostí povrchu před nitridací. Jako referenční vzorek posloužil vzorek odmaštění v trichlorethylenu

Na základě výsledků měření lze říci, že přítomnost **SurTec 042** na povrchu dílce před nitridací nejen negativně neovlivňuje vznik ani hloubku nitridační vrstvy, ale naopak ještě působí jako aktivátor a mírně zlepšuje dosažitelnou tvrdost povlaku.

Odfosfátování

Specifickou výrobní operací před kalením je odfosfátování, při kterém se odstraňuje povlak zinečnatého fosfátu z předchozích operací, zejména při výrobě spojovacího materiálu. Pokud by vrstva fosfátu nebyla odstraněna, při kalení by se vytvořila bariérová vrstva bránící kalení dílce, zhoršila by se křehkost materiálu a při následném zinkování by docházelo ke tvorbě puchýřů a dalších defektů v povrchové úpravě. Nedostatečné odstranění fosfátu má nepříznivý vliv i na kalící pec, která se zanáší obtížně čistitelnými usazeninami.

Principiálně se odfosfátování provádí za horka v silně alkalických přípravcích (pH nad 11), což vnáší do procesu řadu obtíží. Kromě fosfátu je povrch dílce znečištěn ještě konzervačními oleji a mazivy, které se musí během odfosfátování také odstranit. Chemickou strukturou se jedná o estery mastných kyselin, které v alkalickém prostředí hydrolyzují za vzniku mýdel (tzv. zmýdelňování tuků). Ty se chovají jako emulgující tenzidy a brání dalšímu vytěsňování olejů na odlučovači. Lázeň poté velice silně pění. V přítomnosti vápenatých a hořečnatých solí z vody se tvoří nerozpustné soli, které se srážejí v lázni spolu s fosfátovými kaly a které se musí pravidelně a zejména pracně odstraňovat. Náklady na takto vedený odfosfátovací proces se při započítání všech nákladů na práci, likvidaci odpadu a ušlý zisk po dobu odstávky šplhají do závratných výšin.



Obr. 8: Typický následek zmýdelnatělých olejů v odfosátovací lázni: prakticky žádné odlučování oleje na odlučovači a vysoká pěnovitost v celém systému. O náročnosti čištění a údržby takové linky není pochybností

Doporučením firmy SurTec je, pokud možno, rozdělit odmašťovací a odfosátovací krok. V odmašťovacím kroku používáme pouze mírně alkalické přípravky, například **SurTec 132** v kombinaci s tensidem **SurTec 084**, případně pouze tensid **SurTec 084**. Umožní se tím značně snížit množství oleje vstupujícímu do odfosátovací lázně a díky pouze mírně alkalickému pH nedochází ke zmýdelňování. Pro odfosátování se poté použije silně alkalický **SurTec 199P** spolu s tensidem **SurTec 084**. Díky tomu, že obsahuje hydroxid draselný, má mnohem delší životnost než přípravky na bázi hydroxidu sodného a svým složením dále snižuje množství vysrážených kalů, které jsou i snadněji odstranitelné. V případě sdruženého odmaštění a odfosátování je potřeba pečlivě volit provozní parametry, aby se omezilo zmýdelňování olejů. Nicméně díky složení **SurTec 199P** je i takový proces ekonomičtější a méně náročný na údržbu než lázně na bázi hydroxidu sodného.

Čištění po kalení

Po provedení kalení je dílec nutné odmastit, případně zakonzervovat. Po kalení do oleje z dílce doslova teče olej, takže odmašťovací přípravek musí kromě dokonalého odmaštění i výborně deemulgovat. Pro tento účel se nejlépe hodí **SurTec 042** případně v kombinaci s posilujícím tensidem **SurTec 086**. Systém tak nejen výborně odmašťuje a demulguje, ale současně i dílec pasivuje. Při požadavku lepší odolnost je vhodnější speciální pasivace na bázi aminů **SurTec 531** nebo **SurTec 533**.

Po kalení do roztoku soli je situace jednodušší, neboť dílec obvykle stačí opláchnout ve vodě, případně ve slabě koncentrované odmašťovací lázni. Pro konzervaci a pasivaci dílce lze využít opět **SurTec 531** nebo **SurTec 533**.



Obr. 9 a 10: Čištění po kalení do oleje (vlevo), vpravo stejná lázeň po doplnění tensidu SurTec 086

Závěrečné shrnutí

Všeobecně se přisuzuje čištění ve výrobě podřadná role. Oproti například následnému povlakování, zušlechťování, tepelné úpravě atd. je to proces, na který se prvotně nikdo nedívá jako na tvorbu hodnot (pokud se nejedná o finální čištění). Čištění stojí čas a peníze a je považováno často jen za nutné zlo.

Měli bychom si ale uvědomit, že čištění je důležitá známka jakosti, která může zásadně ovlivnit následné procesy. V oblasti tepelných úprav se objevují chyby často až po termochemickém procesu difúze (např. plynové nitridaci), a to ačkoliv díly byly předtím opticky čisté, tj. bez špon a oleje, i suché. Proto je nutné věnovat čištění potřebnou pozornost a neváhat se obrátit na odborníky.

Výhody odmašťovacích a pasivačních lázní SurTec

- Možnost samostatné dávkování základu a tenzidu, nastavitelný odmašťovací účinek
- Stálá vysoká kvalita odmaštění a nastavitelný pasivační účinek
- Jednoduchá analyzovatelnost lázní
- Možnost recyklace odmašťovacích lázní
- Dlouhá životnost lázní a tím nižší náklady na odmaštění a předúpravu dílců

Firma SurTec ČR, s.r.o. je tradičním, vysoce fundovaným dodavatelem chemických přípravků pro průmyslové čištění, předúpravy před lakováním, galvaniku a žárové zinkování. V roce 2017 oslavila firma již 21 let působnosti pobočky v České republice.

Zdroje a další informace: materiály firem SurTec a Klüber Lubrication

Přehled otěruvzdorných povrchových úprav – část 2.

prof. Ing. Jan Suchánek, CSc. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

5. Přehled technologických procesů přípravy otěruvzdorných povlaků

Otěruvzdorné povlaky lze vytvářet tepelně-mechanickými procesy, jako jsou plátování (naválcování, detonační plátování), termickými nástřiky, odléváním (gravitačním, odstředivým), tepelně-fyzikálními procesy (navařování, přitavení, přislínování, procesy PVD), elektrochemickými procesy (katodové, elektroforetické) a tepelně-chemickými procesy (chemické niklování, metody CVD).

Tepelně-mechanické procesy se používají pro vytváření povlaků se zvýšenou odolností proti opotřebení jen výjimečně, hlavní oblastí jejich aplikace je příprava povlaků z korozivzdorných ocelí na konstrukčních ocelích. Pouze detonační plátování se ukazuje jako zajímavý technologický postup pro vytváření nekonvenčních povlaků v kusové a maloseriové výrobě.

Termické nástřiky vytváří na povrchu povlakované součásti z natavených nebo částečně natavených částic o velikosti 0,05 - 100 μm široké spektrum kovových, keramických i kompozitních povlaků, z nichž některé mají velmi dobré tribologické vlastnosti. Jejich vlastnosti závisí jak na složení povlaku a technologii nástřiku (plamen, elektrický oblouk, plazma), tak na přípravě povrchů před aplikací nástřiku (odmaštění a otryskání). Předností termických nástřiků jsou malé nebezpečí deformací a vzniku trhlin. Prakticky nedochází k tepelnému ovlivnění základního materiálu. Je možné vytvářet nástřiky s proměnným chemickým a strukturním složením. K nedostatkům patří častý výskyt pórovitosti, poměrně nízká pevnost rozhraní nástřik - podklad a nízké využití materiálu nástřiku.

Detonační nástřiky jsou modifikací termických nástřiků. Spalovací komora se zaplní kyslíkem, acetylenem a vhodným práškovým materiálem. Po zapálení směsi elektrickou jiskrou nastane detonace, při které se v spalovací komoře dosahují teploty až 3 000^o C. Částice přídavného materiálu s rychlostí až 800 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ vylétávají z ústí komory a dopadají na povrch povlakované součásti. S určitým zpožděním je do spalovací komory přiveden dusík, který ukončí spalovací proces a připraví pracovní proces pro další cyklus. Vysoká kinetická energie částic zajišťuje dobrou přilnavost povlaku a jeho nízkou porozitu (< 1%). Nevýhodou povlakovacího zařízení je hluk (až 140dB) a nezbytnost odsávat pracovní prostor. Povlakovací proces probíhá s kadencí 3 - 5 zážehů za sekundu. K povlakování se hlavně používá směs 85-90 váh.% WC a 10-15 % Co, ale je možné vytvářet i keramické povlaky.

Kromě detonačního povlakování se používá kontinuální hypersonické povlakování (Jet kote). Do spalovací komory se přivádí pod tlakem 0,5 – 0,8 MPa propan a zde se směřuje s kyslíkem rovněž přiváděným za vysokého tlaku. Směs plynů se spaluje a spaliny se odvádí výstupní tryskou s rychlostí až 1770 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Do proudu spalin se přidávají částice povlakovacího materiálu, které se částečně nataví a dopadají na povrch povlakované součásti. Nevýhodou technologie je její omezená použitelnost pro tvarově složitější součásti.

Gravitačním i odstředivým odléváním lze vytvářet povlaky o velké tloušťce. Tyto technologické postupy lze efektivně použít pouze v omezeném počtu případů, např. při výrobě kluzných ložisek.

Navařování plamenem, elektrickým obloukem nebo plazmou se v širokém měřítku používá v průmyslu. Navařováním se vytvoří pevný metalurgický spoj mezi návarem a podkladem. Přídavné materiály ve formě obalených elektrod, trubičkových elektrod, drátů, tyčinek, prášků, navařovacích past představují široký sortiment kovových a kompozitních materiálů s rozmanitými vlastnostmi. Volba přídavného materiálu a technologie navařování závisí na tvaru a rozměrech součásti, na chemickém složení základního materiálu, na způsobu namáhání, na druhu opotřebení a na celkových nákladech na navaření součásti. Jejich tribologické vlastnosti závisí na chemickém složení přídavného materiálu i na technologii navařování. Při navařování prvé vrstvy návaru dochází k promíšení přídavného materiálu s materiálem podkladu, proto požadované vlastnosti se docílí při použití vícevrstevného návaru. Velmi často se navařování používá pro renovaci opotřebovaných strojních součástí.

Výhodou je široké spektrum vyráběných přídatných materiálů a navařovacích technologií. K nevýhodám patří deformace navařovaných součástí, velmi hrubý povrch návaru (nutnost opracování) a nebezpečí vzniku trhlin, které mohou iniciovat lom mechanicky namáhané součásti.

Elektrochemické povlaky vznikají při průchodu proudy na povrchu součástí a nástrojů ponořených do vodných roztoků solí kovů (elektrolytů). Elektrolyty obsahují kromě solí i další přísady zlepšující některé parametry povlaku - adhezi, jemnozrnnost apod. Elektrochemické pochody dovolují vytvořit povlaky, které nelze připravit běžnými metalurgickými postupy. Jejich struktura se výrazně liší od struktury povlaků připravených jinými postupy. V technické praxi se nejvíce používá povlak tvrdého chromu, případně kompozitní povlaky s tvrdými částicemi (BN, diamant) nebo kompozitní povlaky s částicemi teflonu, grafitu, MoS₂ apod.

Procesy CVD (Chemical Vapour Deposition) spočívají v heterogenní chemické reakci plynných složek reakční směsi za různého tlaku a při dodávání tepelné nebo světelné energie, přičemž se na povrch podkladového materiálu ukládají pevné látky ve formě povlaku a vznikají vedlejší plynné látky. Teploty procesů CVD jsou vysoké a proto při povlakování ocelí dochází k výraznému snížení jejich fyzikálně mechanických vlastností. Oceli se musí po povlakování tepelně zpracovat ve vakuu, aby se zabránilo oxidaci povrchu. CVD se používá především u nástrojů ze slinutých karbidů. Pro dobrou funkci musí být materiál podkladu pouze elasticky deformován a musí dobře odvádět tepelnou energii vznikající při tření. Velkým problémem byla dostatečná adheze povlaku k podkladu, protože na rozhraní povlak/podklad vznikaly křehké fáze. Tento problém se podařilo vyřešit použitím mezivrstev, které slouží jako difuzní bariéra.

Od povlaků s jednou vrstvou se přešlo na vícevrstvé povlaky, které mají mezivrstvy z různých chemických sloučenin. Tyto mezivrstvy mohou též vyrovnávat rozdíl v koeficientech tepelné roztažnosti povlaku a základního materiálu. Oblast použití metod CVD na konstrukční a nástrojové oceli umožnil vývoj metod PACVD). PACVD (Plasma-Assisted Chemical Vapor Deposition) je chemické povlakování v plynné fázi za sníženého tlaku při doutnavém výboji. Ionizace urychluje proces povlakování, zlepšuje adhezi povlaků k podkladu a snižuje reakční teploty. Zejména chemické povlakování z plynné fáze s využitím mikropulzní plazmy se jeví jako perspektivní technologie pro povlakování nástrojových a konstrukčních ocelí. Předností je možnost plynule měnit stechiometrické složení povlaků a jejich typ. Výhodou je též vytváření rovnoměrných povlaků bez pohybování nástroji či součástmi v pracovní komoře, které je nezbytné u procesů PVD.

Mezi tepelně-fyzikální procesy patří též PVD (Physical Vapour Deposition), které lze rozdělit do 3 skupin - napařování, naprašování a iontové povlakování. Povlakovací zařízení se skládají z povlakovací komory, vakuového systému, plynového přívodního systému, plazmového zdroje a zařízení na upínání povlakovaných nástrojů nebo součástí. Při napařování se materiál povlaku odpařuje ve vakuu a jeho částice se usazují na podklad. Povlaky karbidů, nitridů a oxidů vznikají reakcí par kovu s reaktivním plynem přiváděným do pracovního prostoru v blízkosti povrchu podkladového materiálu. Velmi malou rychlost vytváření povlaků lze výrazně urychlit účinkem elektrostatického pole.

Při magnetronovém naprašování na povrch vodou chlazených terčů, které tvoří katody, dopadají ionty argonu a uvolňují z jejich povrchu částice materiálu. Tyto částice působením elektromagnetického pole se nanášejí na povrch povlakované součásti. Za přítomnosti reaktivního plynu se na povrchu podkladu tvoří povlak sloučeniny. Na rozdíl od napařování zůstává teplota povlakované součásti nízká (< 200^o C).

Iontové povlakování využívá pro zvýšení adheze povlaku k podkladu částečnou ionizaci par kovu, která se docílí v pracovním prostoru za sníženého tlaku průchodem elektrického proudu mezi odpařovačem a povlakovaným nástrojem nebo součástí. Iontové povlakování lze modifikovat použitím vysokofrekvenčního napětí, což umožňuje povlakovat i nevodivé materiály. Přivedením reaktivního plynu s malým parciálním tlakem do oblasti plazmy je možné vytvářet povlak chemické sloučeniny. Výhodou iontového povlakování je možnost odstranění adsorbovaných vrstev z povrchu před vlastním povlakováním, což se projeví pozitivně zlepšením adheze povlaku k podkladu.

Povlaky připravované metodami PVD lze vytvářet jako jednosložkové, např. TiN, nebo vícesložkové. Vícesložkové povlaky mohou mít charakter:

- a) směsi sloučenin (ternárních, kvaternárních),
- b) gradientních povlaků (proměnné chemické složení nebo stav),
- c) mnohvrstevných povlaků (t.zv. „supermřížka“ - tloušťka vrstev 1 - 10 nm),
- d) heterogenních povlaků

Ternární sloučeniny jako karbonitridy, oxinitridy a boronitridy různých přechodných kovů jsou navzájem dobře mísitelné. Povlaky mají zlepšené vlastnosti v porovnání s povlaky na bázi jedné sloučeniny. Jejich oblast použití jsou řezné nástroje z rychlořezných ocelí, kdežto u strojních součástí se prakticky nepoužívají.

Aplikace tvrdých povlaků:

- A) nástroje a strojní součásti pracující v extrémních podmínkách
- B) náhrady kloubů
- C) dekorativní vrstvy
- D) speciální aplikace - optické vlastnosti,
 - elektrické vlastnosti,
 - difuzní bariery

Tab. 2: Základní parametry technologií pro vytváření povlaků

Technologie přípravy povlaku	Teplota procesu (°C)	Tloušťka povlaku (μm)	Základní materiál	Tvrdość (HV)
navařování slitinami na bázi Fe, Co, Ni	> teplotou tavení	250 a více	oceli, slitiny kovů	podle chem. složení návaru
termické nástřiky plamenem, obloukem	předehřev 200 - 400	do 2 000 kovové materiály do 500 keramika	kovové materiály, keramika	podle chem. složení nástřiku
plazmový nástřik	50 - 300	do 1 000 kovové materiály do 500 keramika	kovové materiály, keramika	podle chem. složení nástřiku
detonační nástřik			kovové materiály, keramika	podle chem. složení nástřiku
chem. vyloučené Ni - P	85 - 95	8 - 100	kovové materiály, plasty, sklo, keramika	550
chem. vyloučené vytvrzené Ni - P	85 - 95; žihání - 300°C/4-8 h	8 - 100	kovové materiály, plasty, sklo, keramika	1100 - 1200
chem. vyloučené Ni - Si	50 - 60	10 - 100	oceli, Al slitiny,	500 - 600
tvrdý Cr	50 - 80 elektrolyt	1 - 250	oceli	900 - 1200
chrom - diamant	do 100		oceli	
CVD - TiC	≥ 800	do 10	SK, oceli	3400 - 5200
CVD - TiN	≥ 800	do 10	SK, oceli	1800 - 2800
CVD - TiCN	≥ 800	do 10	SK, oceli	
CVD - Cr ₇ C ₃	≥ 800	8 - 12	oceli	2250
CVD - WC	>325	do 50	chemicky niklované oceli	
PA CVD TiN	400 - 600	do 10	ocel, SK	
PVD TiN	≥ 300	2 - 4	ocel, SK	2300 - 2500
PVD TiCN	400 - 550	2 - 4	ocel, SK	3000
PVD TiAlN	400 - 550	2 - 4	ocel, SK	2 800
PVD CrN	400 - 550	3 - 8	ocel, SK	2700 - 2800
PVD WC/C	450	1 - 4	ocel, SK	1750 - 2100

6. Duplexní povlaky

Ke kombinovaným způsobům vytváření povlaků patří duplexní galvanické povlaky, které se vytváří dvoustupňovým procesem. V první fázi se vyloučí elektrochemicky povlak neželezného kovu a v druhé fázi se difúzně žihá při teplotě dané složením povlaku a podkladu. Výsledný duplexní povlak obsahuje intermetalické sloučeniny s požadovanými tribologickými vlastnostmi. Pochody Stanal, Forez, Delsun a Zinal se však příliš nerozšířily, protože jejich technologie jsou značně citlivé na dodržení všech parametrů procesů.

Mezi moderní varianty duplexních procesů patří iontové směšování (ion-beam mixing) a procesy IBAD (ion-beam assisted deposition). Tyto procesy kombinují procesy PVD s iontovou implantací. V případě iontového směšování probíhají procesy povlakování a iontové implantace postupně, kdežto u IBAD probíhají současně. Tyto duplexní povlaky mohou mít konstantní nebo proměnné chemické složení. Vlivem dopadu iontů dochází k zvětšení hustoty povlaku, ke zmenšení pórů a potlačení sloupcovité struktury v porovnání s původními PVD povlaky. Na rozhraní mezi rostoucím povlakem a základním materiálem se v důsledku atomárního míšení vytváří přechodová oblast tlustá několik desítek nanometrů, což se projevuje výrazným zvýšením adheze. Dopadem iontů se může měnit struktura a napětí v povlaku z tahového na tlakové.

Přednostmi metody IBAD v porovnání s metodami PVD je možnost vytvářet povlaky různých tloušťek a různých typů, dobrá adheze k podkladu, nízká teplota pochodu (< 400°C) a schopnost vytvářet vícevrstvé povlaky z různých sloučenin. Mezi nevýhody lze zařadit pomalý růst povlaku a vysokou pořizovací cenu zařízení.

Jinou variantou duplexních povlaků je kombinace chemicko-tepelného zpracování, např. plazmové nitridace, a povlaku TiN vytvořeného metodou PVD. Tento hybridní povlak může eliminovat některé problémy s pevností rozhraní povlak-podklad a s nedostatečnou pevností materiálu podkladu. Variantou duplexního procesu je kombinace plazmové nitridace a PVD povlaku u konstrukčních ocelí.

7. Směry dalšího vývoje povrchových úprav

Současné tenké otěruvzdorné povrchové vrstvy a povlaky přispěly k výraznému prodloužení životnosti a spolehlivosti strojních součástí a nástrojů. Docílený stav však nelze považovat za konečný, neboť většina technologií zatím nedosáhla hranic svých možností.

Stále častěji se prosazují plazmové technologické procesy, které dovolují optimálně řídit procesy vytváření povrchových vrstev, povlaků a duplexních povlaků. V praxi se ve značném měřítku se nyní začíná věnovat pozornost pulzní plazmové nitridaci, která dovoluje vytvářet povrchové vrstvy bez přítomnosti „bílých vrstev“, které ve většině případů zhoršují funkční vlastnosti.

Metody IBAD se zatím zkouší laboratorně, ale jejich průmyslová aplikace již není otázkou technickou, ale ekonomickou.

U metod PVD se projevují tyto trendy:

1. Optimalizace povlakovacích zařízení podle typu povlaku, druhu a velikosti povlakované části.
2. Vývoj modifikovaných technologií PVD
3. Kombinované technologické postupy (duplexní povlaky).
4. Komplexní výroba nástroje či součásti s povlakem.

Kromě povlaků na bázi nitridů, karbidů a oxidů se věnuje velká pozornost vývoji povlaků DLC (diamond like carbon) a CN_x , které mají extrémně vysoké tvrdosti.

U CVD technologií se projevuje tendence k snižování povlakovacích teplot, což výrazně rozšiřuje oblast jejich použití pro ocelové díly. Perspektivní je především PACVD, které využívá ionizaci par pro urychlení procesu povlakování a lepší adhezi povlaku k podkladu.

Snižování mechanických ztrát ve spalovacích motorech

Ing. Zdeněk Hazdra – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Dnes není zcela důležité, zda automobil má diesellový či benzínový motor. V současnosti zní otázka: „Kolik toto auto má spotřebu?“ čím dál tím méně. Stále častěji je zákazníkovi předkládáno více informací, ne o spotřebě, ale o tom jak je daný automobil „čistý“! A jak tomu má být, anebo spíše jak tomu bude z pohledu techniky do budoucna? To je „oč tu běží“.



Obr. 1: Zaměřeno na emise [1]

Výzkum a vývoj v oblasti spalovacích motorů neustále směřuje ke snižování nákladů spojených s jejich provozem, snižování spotřeby paliva, zvyšování výkonů a k plnění stále striktnějších ekologických norem pro spalovací motory. Při vývoji a konstrukci agregátu, ať benzínového či naftového, je jedním z hlavních faktorů jeho velikost-zástavba a hmotnost. Na tyto konstrukční podmínky má samozřejmě veliký vliv volba samotného materiálu. Dnešním trendem je hliník, a to zejména pro jeho nízkou hmotnost a dobrou tepelnou vodivost – lepší chlazení. Samozřejmě je nutné zvolit vhodné výrobní technologie, to nejen kvůli ekonomické návratnosti investice, ale hlavně kvůli výsledné kvalitě, spolehlivosti.[2,4,11]

Tyto aspekty ovlivňující vývoj v auto průmyslu hrají velkou roli pro každého výrobce. Ti pak přicházejí s ucelenými programy a filozofiemi výroby s jasným cílem zvýšit účinnost svých budoucích vozů. Takovýto soubor konstrukčních úprav nabízí například výrobce Mazda pod názvem Skyactiv. Součástí tohoto konceptu jsou řešení jako celkové snížení hmotnosti spolu se zvýšením tuhosti skeletu, tvarování pístů a mnoho dalších. Mazda použila takovýto úprav ke zvýšení účinnosti hned několik, mezi hlavní ale patří snížení tření v oblasti pohybujících se komponent uvnitř spalovacího motoru. Tyto redukce v oblasti mechanických ztrát, spolu s dalšími úpravami, jako je například zdokonalení přípravy a spalování směsi vedly ke snížení spotřeby zhruba o 15 až 20 %. [12] Již zmiňovaná japonská značka však není jediná, která investuje své prostředky do vývoje úsporných, ekologických a zároveň výkonných motorů. Například švédské Volvo v roce 2013 uvedlo na trh novou modelovou řadu motorizací s názvem Drive-E. [4,5,7]

Ta má za cíl nahradit velké šestiválce a i dokonce osmiválce za menší, výkonnější a úspornější dvoulitrové čtyřválce přepřehované turbodmychadlem a kompresorem. U těchto pohonných jednotek se švédští vývojáři dostali na zcela jinou úroveň vůči konkurenci, pokud se jedná o poměr mezi hmotností škodlivých CO_2 vyprodukovaných za 1 km jízdy a hodnoty výkonu. Tato hodnota činí až 2 koňské síly na gram CO_2 . Podle oficiální evropské certifikace NEDC (New European Driving Cycle) je to nejlepší hodnota mezi výrobci aut na světě. Takto vynikajících výsledků by Volvo nikdy nedosáhlo, kdyby nevěnovalo dostatečné úsilí vývoji a výzkumu v oblasti mechanických ztrát spalovacích motorů. Ať už se jedná o tření v klikovém mechanismu, nebo v několika dalších tribologických uzlech agregátu.[4,5,6]

Současné technologie pro snížení ztrát

Hlavní nevýhodou zvýšení kontaktních tlaků, je nárůst doby, během které se povrchy nestýkají v režimu hydrodynamického mazání. Jak je například uvedeno v literatuře [9] ložiska, která pracují 20 % pracovního cyklu v režimu mezního tření, lze ještě považovat za provozně spolehlivá. U moderních motorů je však sklon k vytváření mezního mazání u kluzných ložisek mnohem větší, a tudíž se doba, během které není realizováno hydrodynamické mazání citelně prodlužuje. To vychází z neustále se zvyšující účinnosti spalovacích motorů. Jelikož se zvyšují kompresní tlaky a teploty pro lepší prohoření směsi. [7,10,11]

Toto má však za následek, že se například u diesellových motorů zvyšují hodnoty No_x částic- to je dáno rozkladem paliva za vysokých teplot. Tyto tzv. noxy je potřeba následně redukovat pomocí chemickotepelných zařízení, jako jsou DPF (Diesel partical filter). Tento handicap motorů podléhajících fenoménu downsizingu, se v dnešní době vyrovnává zejména volbou modernějších materiálů, nebo revolučními povrchovými úpravami. Ty pak velkou měrou přispívají k vytvoření HD mazání, nebo zmenšují ztráty během doby, kdy dochází k meznímu mazání. Pro komponenty typu vačkového hřídele, zdvihátek, pístních kroužků nebo pístních čepů nachází své uplatnění povlak DLC. Na čepy klikového hřídele, pístní kroužky, nebo stěny válců je zase preferována metoda LST. [7,8]

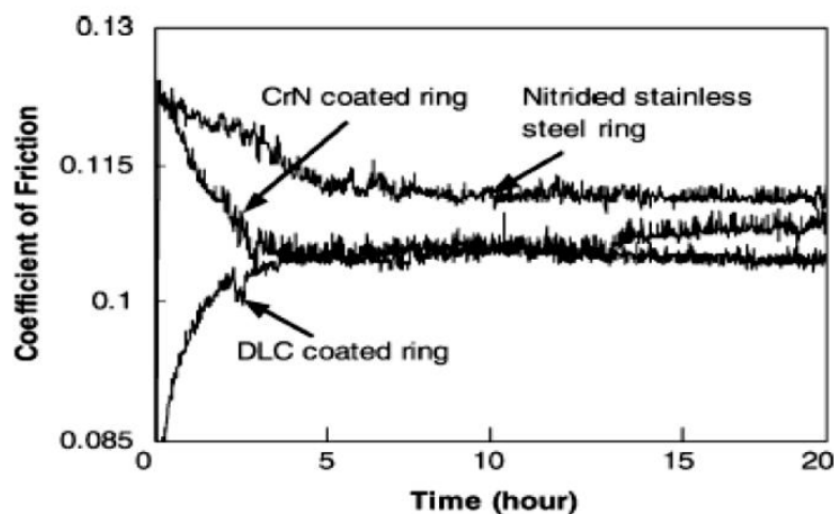


Obr. 2: Příklad povlakované litinové vložky s povlakem TiO_2 na vnitřní funkční ploše [8]

Povlaky s nanostrukturou nacházejí své uplatnění zejména na pístních kroužcích. Uplatnění povlaků na bázi termoplastů UHMW-PE lze očekávat na kluzných ložiscích, kde nebude třeba dodávat mazivo, nebo na pánvích kluzných HD mazaných ložisek. Zde by při aplikaci této metody bylo umožněno opět snížení ztrát během doby, kdy kluzné ložisko nepracuje v režimu hydrodynamického mazání. [5,7,8,9]

Třecí ztráty

Třecí ztráty v jednotlivých kontaktních dvojicích spalovacího motoru způsobují značný pokles indikovaného výkonu, což se negativně projevuje zejména na spotřebě a množství škodlivých látek, které pohonná jednotka vyprodukuje během svého provozu. Právě údaje o spotřebě paliva a množství CO_2 vyprodukovaného za jeden kilometr jízdy se staly během několika posledních let nejvíce sledovanými parametry nově vyvíjených spalovacích motorů. Cílem tohoto článku je shrnout důležité informace, které plynou z nových poznání aktuálních i pro vývoj spalovacích motorů. Velký potenciál se skrývá v kompozitních povlacích na bázi diamantu, tedy velmi tenkých vrstvách DLC. [8,9,12]



Obr. 3: Porovnání seriového pístního kroužku-nitridovaného, s kroužky opatřenými povlakem CrN a DLC, závislost koeficientu tření na čase.[5]

Tyto povlaky se již značnou dobu používají u závodních motorů a jsou tedy časem prověřeny, bez zjištění jakýchkoliv závad. Během několika málo posledních let se začaly tyto povlaky objevovat i v sériově vyráběných spalovacích motorech (např. Pure Tech od PSA) a i v této oblasti prokázali své nesporné výhody. Dalším povlakovým materiálem, který skrývá obrovský potenciál pro automobilový průmysl je polyethylen UHMW-PE, který se během několika tribologických zkoušek ukázal jako velmi vhodný kandidát na revoluční materiál pro kluzná ložiska. Povlaky však nepředstavují jedinou cestu ke snížení mechanických ztrát. Velmi slibné výkony lze očekávat u nezbytné složky funkčních dvojic, kterou jsou maziva. Moderní plně syntetické oleje, povrchové úpravy typu LST, konstrukční úpravy typu offset klikového hřídele nebo úpravy geometrie pístu, jsou pokročilé technologie, které jsou schopné ztráty ve spalovacích motorech redukovat velmi účinně. Otázkou zůstávají náklady na výrobu nebo životnost takto efektivních pohonných jednotek. [11,12]

To co lze běžně praktikovat u formule 1, patrně u sériového motoru z ekonomických nebo jiných důvodů nelze. Vývoj pohonných jednotek bude s největší pravděpodobností neustále směřovat k jejich stále výraznějšímu downsizingu (snižování zdvihových objemů motorů), což bude mít v jisté míře neblahý vliv na výsledné mechanické ztráty, a to hlavně z důvodů menších kontaktních ploch součástí a větších kompresních tlaků. Na oleje, povlaky nebo povrchové úpravy tak budou kladeny stále větší nároky, pro jejichž splnění bude třeba užívat nejmodernějších technologií, což bude bezesporu negativně ovlivňovat cenu vyvíjeného motoru. Lze jen těžko předpokládat, kdy klasické spalovací motory nahradí automobily na čistě elektrický pohon. Do této doby však bude třeba věnovat dostatečně velké úsilí vývoji mechanicky účinným spalovacím motorům, které budou spotřebovávat méně paliva. Navíc poznatky z pohonných jednotek osobních automobilů se rychle uplatňují u dalších motorových aplikací, kde použití elektromobilů nelze uvažovat a je zcela nevhodné, například u elektrocentrál, motorových pil či vojenských vozidel.

Použitá zdroje a literatura

- [1] WKM comments on the future of the internal combustion engine. Fv-net.de [online]. Německo: Wissenschaftliche Gesellschaft für Kraftfahrzeug- und Motorentechnik e.V. (WKM), 2017, 13.09.2017 [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: <https://www.fv-net.de/en/media/news/detail/wkm-comments-on-the-future-of-the-internal-combustion-engine/>
- [2] V. K. Sedunov, V. M. Andriakhin, N. T. Chekanova, and V. M. Belov, "The change in the structure and properties of an internal combustion engine cylinder liner after laser treatment," *Metalloved. Term. Obrab. Met.*, No. 9, 10–13 (1980).
- [3] E. Miller and I. A. Wineman, "Laser hardening of Saginaw and steering gear," *Met. Prog.*, 111, No. 5, 38–43 (1977).
- [4] FVV-NET: Comments on the future of the internal combustion engine. FVV-NET [online]. Německo: Research Association for Combustion Engines eV, 2017 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.fv-net.de/en/media/news/detail/wkm-comments-on-the-future-of-the-internal-combustion-engine/>
- [5] NOVOTNÝ, M. Snižování ztrát kontaktních dvojic. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 64 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Ondřej Maršálek.
- [6] Take a look at what's inside a Formula 1 engine. [online]. 2010 [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.auto123.com/en/multimedia/photos/gallery/f1-take-a-look-at-whats-inside-a-formula-engine>
- [7] Volvo Announces Major Commitment To Hybrids With Drive-E Powertrains.
- [8] [online]. 2013 [cit. 2014-03-28].
- [9] Dostupné z: <http://www.hybridcars.com/volvoannounces-major-commitment-to-hybrids-with-drive-e-powertrains/>
- [10] Emerald Publishing Limited: Tribological effects of laser surface texturing and residual stress. Emerald Publishing Limited: Tribological effects of laser surface texturing and residual stress [online]. Shanghai, China, 2016, 06 August 2016 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/ILT-11-2016-0282>
- [11] Mit.edu: Friction and Tribology. Massachusetts Institute of Technology [online]. Cambridge: 77 Massachusetts Avenue, 2016 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://web.mit.edu/2.61/www/Lecture%20notes/Lec.%2019%20Friction%20and%20tribology.pdf>
- [12] Tribology International: Reducing friction losses in automobile engines. Massachusetts Institute of Technology [online]. Japan: ScienceDirect®, 1984, August 1984 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.citacepro.com/dok/IEgaewTnrvqIqJAar>
- [13] Fraunhofer: Less friction loss in combustion engines. Massachusetts Institute of Technology [online]. Chemnitz, Germany: Fraunhofer, 2013, 2013 June [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2013/june/less-friction-loss-in-combustion-engines.html>
- [14] Fraunhofer: Laser hardening of diesel-engine cylinder sleeves. *Metal Science and Heat Treatment: Heat Treatment with the Use of Highly Concentrated Energy Sources* [online]. Russia: Plenum Publishing Corporation, 1985, April 1985 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00652089>
- [15] LASER HARDENING OF MOULDS AND TOOLS: LASEROVÉ KALENÍ FOREM A NÁSTROJŮ. METAL 2011 [online]. Plzeň, Česká Republika: matex MP, 2011, 18. - 20. 5. 2011 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://konference.tanger.cz/data/metal2011/sbornik/lists/papers/917.pdf>

Analýza korozní degradace hořčíku za simulovaných fyziologických podmínek pomocí počítačové mikrotomografie

Ivana Ročňáková, Michaela Remešová, David Jech, Tomáš Zikmund, Ladislav Čelko –

Výzkumná skupina Charakterizace materiálů a pokročilé povlaky

CEITEC - Středoevropský technologický institut

Vysoké učení technické v Brně

Úvod

Biodegradabilní kovové materiály pro medicínské aplikace si v posledních letech získaly značnou pozornost, a to zejména kvůli možnosti výroby dočasných implantátů, např. kostní fixační zařízení (šrouby, pláty apod.). Hořčík (Mg) se řadí mezi vynikající kandidáty pro výrobu těchto biodegradabilních implantátů, a to díky své výborné biokompatibilitě, mechanickým vlastnostem podobným vlastnostem lidské kosti a významností pro biologické funkce v těle.

Vysoká rychlost degradace hořčíku a jeho slitin ve fyziologickém prostředí brání jejich klinické aplikaci. Ke zpomalení degradace Mg a jeho slitin v korozním prostředí lze dosáhnout zejména třemi hlavními strategiemi. Jedná se o (i) zvyšování čistoty materiálů, (ii) navrhování slitinových systémů, přičemž je kladen důraz na používání netoxických legujících prvků a v neposlední řadě pak lze korozí hořčíku ovlivňovat (iii) povrchovými úpravami.

K výzkumu koroze hořčíku a jeho slitin je možné použít řadu analytických metod. Mezi běžně využívané techniky k hodnocení rychlosti koroze Mg se řadí gravimetrická metoda využívající hmotnostní úbytek zkoumaného materiálu v závislosti na čase, vývoj vodíku, monitorování změny pH, měření změny koncentrace uvolněných iontů do expozičního prostředí a elektrochemické testy. Nově se mezi analytické techniky řadí počítačová mikrotomografie (μ CT). U této metody se k vizualizaci vnitřní struktury materiálu využívá rentgenová záření, kdy je získáno několik obrazců pořízených v různých úhlech okolo zkoumaného objektu, obvykle mezi 0 a 180° nebo 360°. Série snímků je následně matematicky rekonstruována a pomocí softwaru je vytvořen topografický řez a virtuální průřez zkoumaného objektu. Z těchto obrazových oddílů lze následně sestavit trojrozměrnou (3D) rekonstrukci.

Hodnocení korozní degradace hořčíku a jeho slitin je zásadní pro vývoj nových materiálů k výrobě zdravotně nezávadných implantátů. Tento příspěvek je zaměřen na možnost objasnění korozního chování hořčíku na různých místech materiálu pomocí počítačové mikrotomografie, která v oblasti korozní degradace biodegradabilních hořčíkových materiálů představuje velký přínos výhod.

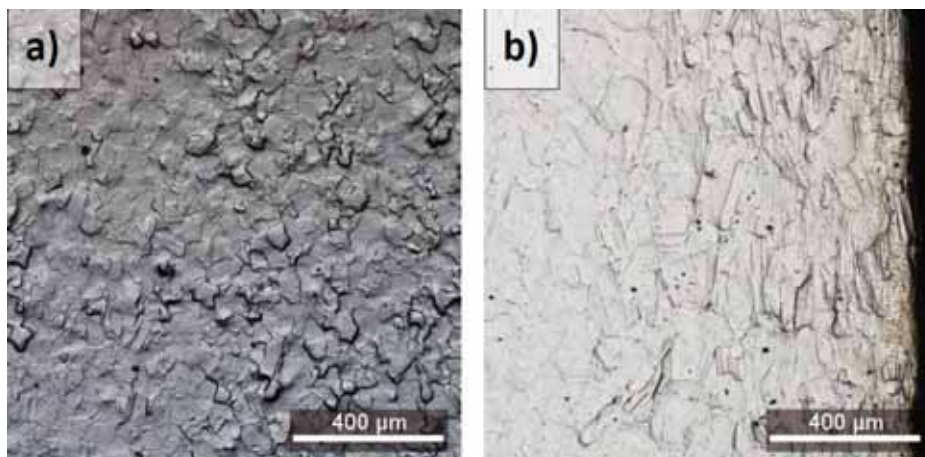
Biodegradabilní kovový materiál

Ke studiu korozní degradace kovových biodegradabilních materiálů byly použity zastudena protlačované Mg tyče o průměru 12,7 mm s min. čistotou 99,9 % od formy Goodfellow. Chemické složení je uvedeno v Tab. 1.

Tab. 1: Chemické složení hořčíkových tyčí s čistotou 99,9 %

Mg	Maximální obsah nečistoty [ppm]						
	Al	Cu	Fe	Mn	Si	Ni	Zn
99,9 %	70	20	280	170	50	<10	<20

Mikrostruktura Mg byla hrubozrnná a tvořena heterogenními polyedrickými zrny se značným obsahem dvojčat zejména na okraji zkoumaného materiálu, viz Obr. 1. Velikost zrna Mg na okraji a středu vzorku se lišila. Velikost zrna měřeného ve středu Mg materiálu (Obr. 2 a) byla určena na 7,4 s protažením 0,87 a na okraji byla naměřena velikost zrna 6,11 s protažením 2,15, viz Obr. 2 b.



Obr. 1: Mikrostruktura hořčíku: (a) střed Mg tyče, (b) kraj Mg tyče (hloubka 1 mm)

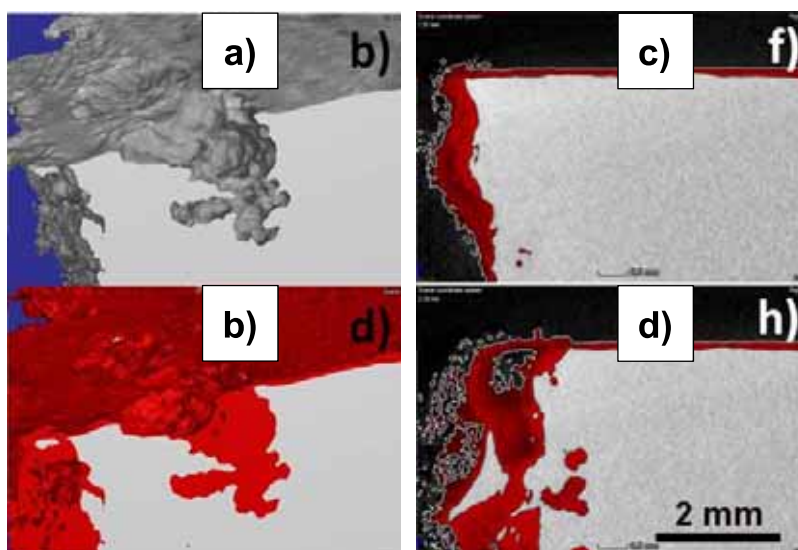
Mechanismus koroze hořčíku

Korozní imerzní test byl proveden dle ČSN ISO 11845 v imerzním prostředí Hankova roztoku (HR), který byl připraven bez přídavku glukózy a za použití chemikálií firmy Lach-ner dle normy ISO 11845: 1,26 mM CaCl_2 , 0,49 mM $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0,41 mM $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 5,33 mM KCl, 0,44 mM KH_2PO_4 , 4,17 mM NaHCO_3 , 137,93 mM NaCl and 0,34 mM Na_2HPO_4 .

Ke stanovení rychlosti korozní degradace a mechanismu koroze Mg byly použity dvě analytické techniky: (i) konvenční gravimetrická, kdy byla ze získaných hmotnostních úbytků jednotlivých vzorků Mg vypočítána rychlost koroze, a (ii) metoda μCT .

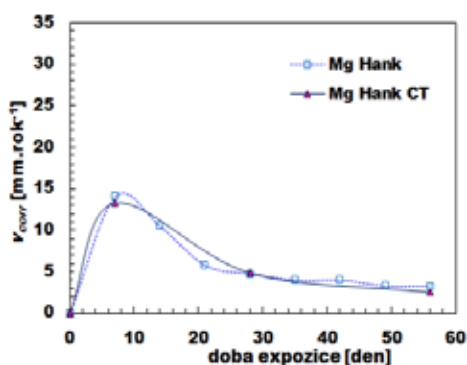
Pomocí metody μCT byly dále získány hodnoty korozních rychlostí a grafické rozložení korozní degradace na Mg vzorcích. Z pohledu objemového úbytku získaná data korespondují s výsledky běžně užívané gravimetrické metody.

Pro vizualizaci produktů koroze byly nejprve vzorky Mg snímány s korozními zplodinami a následně došlo k nasnímání vzorků již po mechanickém a chemickém očištění od korozních zplodin. Tyto snímky byly zpracovány a porovnány v programu VG Studio, který automaticky přednastavil nejvhodnější volbu prahových hodnot pro různé segmentace. V případě Mg byly dle různých materiálových hustot čistého materiálu a jeho korozních zplodin naměřeny rozdílné intenzity, které byly následně prahovány, a bylo tak možné oddělit základní materiál od produktů koroze. Pro lepší vizualizaci byly korozní zplodiny v příčných řezech v programu VG Studio barevně odlišeny (Obr. 2 a-d). Na těchto snímcích pak lze jednoznačně identifikovat iniciační oblasti vzniku koroze na povrchu Mg vzorků, kdy stabilní korozní produkty vznikaly nejprve po obvodu v místě iniciace koroze, po delší době expozice došlo k celkovému pokrytí povrchu korozními zplodinami.



Obr. 2: 2D snímky vzorků Mg pořízených metodou μCT s korozními produkty (červeně) po 56 dnech expozice v HR: (a) lokální korozní napadení po odstranění korozních produktů, (b) lokální korozní napadení s korozními produkty; (c, d) ortogonální 2D pohledy na dvě podélné střední roviny

Analýza korozní rychlosti pomocí μCT ukázala, že vypočtené hodnoty byly téměř identické s naměřenými daty získanými gravimetrickou analýzou a potvrdila, že korozní rychlost získaná během gravimetrické analýzy čistého Mg během prvních 7 dní v Hankově roztoku (HR) prudce rosla. Dále již korozní rychlosti v korozním prostředí HR klesala (Obr. 3).



Obr. 3: Grafické vyjádření korozní rychlosti Mg vzorků po imerzní korozní zkoušce v HR. Výsledky byly získány gravimetrickou metodou a analýzou μCT

Závěr

Z analýzy pomocí μCT vyplývá, že v důsledku heterogenní struktury a větší velikosti zrn u Mg vzorků docházelo ke korozi přednostně na okrajích vzorků, kde byla identifikována větší zrna. Podstatný vliv na rychlost koroze má také přítomnost dvojčatové mikrostruktury, která se ve struktuře zkoumaného materiálu vyskytovala, opět přednostně na okrajích zkoumaného Mg vzorku. Některé z těchto faktorů nebo jejich kombinace snižují korozní odolnost na okrajích Mg vzorků. Nerovnoměrná korozní degradace Mg zdůrazňuje význam kontroly mikrostruktury zkoumaného materiálu pro výrobu implantátů.

Studie prokázala velký význam použití počítačové mikrotomografie v oblasti výzkumu korozní degradace hořčíku. Díky této analytické metodě je možné získat informace o rozdílech korozní degradace na různých místech povrchu materiálu, což je významné pro výzkum koroze hořčíku a jeho slitin, kde byla a je často pozorována lokální a bodová koroze. Běžně aplikované experimentální metody přinášejí informace pouze o celkové korozní degradaci biodegradabilních Mg implantátů.

Reference

- [1] WITTE, F., HORT, N., VOGT, C., COHEN S., KAINER, K. U., WILLUMEIT, R., FEYERABEND, F. Degradable biomaterials based on magnesium corrosion. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*. 2008, vol. 12, s. 63-72.
- [2] ZHENG, Y. F., GU, X. N., WITTE, F. Biodegradable metals. *Materials Science and Engineering: R: Reports*. 2014, vol. 77, s. 1-34.
- [3] LI, N., ZHENG, Y. Novel magnesium alloys developed for biomedical application: A review. *Journal of Materials Science*. 2013, vol. 29, issue 6, s. 489-502.
- [4] KIRKLAND, N.T., LESPAGNOL, J., BIRBILIS, N., STAIGER, M.P. A survey of bio-corrosion rates of magnesium alloys. *Corrosion Science*. 2010, vol. 52, issue 2, s. 287-291.
- [5] KIRKLAND, N.T., BIRBILIS, N., STAIGER, M.P. Assessing the corrosion of biodegradable magnesium implants: A critical review of current methodologies and their limitations. *Acta Biomaterialia*. 2012, vol. 8, issue 3, s. 925-936.
- [6] KAK, A.C., M. Slaney, M. Principles of Computerized Tomographic Imaging, Seconded., Society of Industrial and Applied Mathematics, USA, 2001.
- [7] ČSN ISO 11845. Koroze kovů a slitin – Všeobecné zásady pro korozní zkoušky. Praha: ÚNMZ, 1997.

Odborné vzdělávání



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

GALVANICKÉ POKOVENÍ PŘEDPOKLÁDANÉ ZAHÁJENÍ KURZU – ZÁŘÍ 2018

Kurz je určen pro pracovníky galvanických provozů, kteří potřebují doplnit vzdělání v této kvalifikačně náročné technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům a získat potřebné vědomosti o technologiích galvanického pokovení.

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků galvanoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu galvanických povlaků. Postupně je probírána problematika této technologie v celém rozsahu potřeb pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

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



V případě potřeby připravíme program dle požadavků firmy.

Garanti kurzu:

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

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)
(3 x 2 dny)

Více informací:

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

info@povrchari.cz



Odborné akce



POŘÁDÁ

25/4 – 26/4/2018

ODBORNÝ SEMINÁŘ

TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAV POVRCHU

HOTEL
ZÁMEK ČEJKOVICE



MEDIÁLNÍ PODPORA

Technický týdeník

KONSTRUKCE

PARTNEŘI



BVV
Veletřhy
Brno



PROTEZINK

PROgresivní TECHNOLOGIE ZINKOVÁNÍ

6. a 7. června 2018
Ledeč nad Sázavou
Hotel Luna Kouty

Odborné fórum

Pod záštitou:

Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky
Česká asociace ocelových konstrukcí



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU



Generální partner:



Partner fóra:



Mediální podpora:

Technický týdeník



PRŮMYSLOVÉ
SPEKTRUM



KONSTRUKCE



www.inpu.cz



60. mezinárodní
strojírenský
veletrh

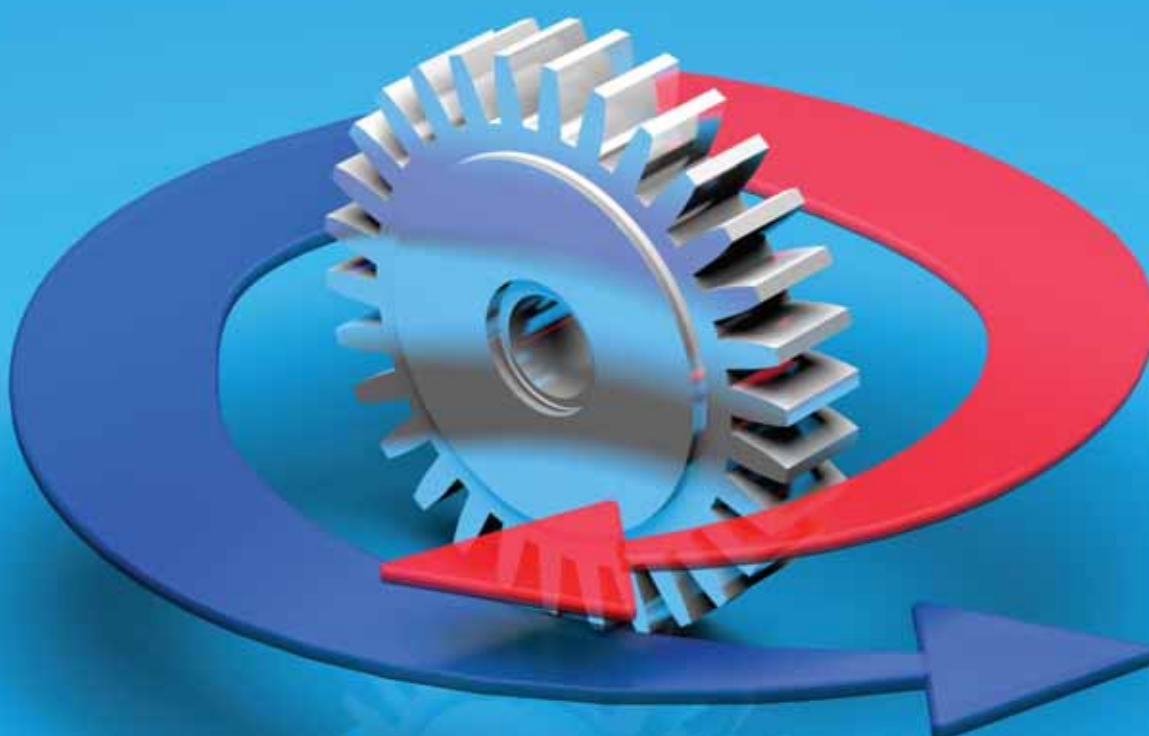
MSV 2018

AUTOMATIZACE



11. mezinárodní
veletrh obráběcích
a tvářecích strojů

IMT 2018



1.-5. 10. 2018

Výstaviště Brno

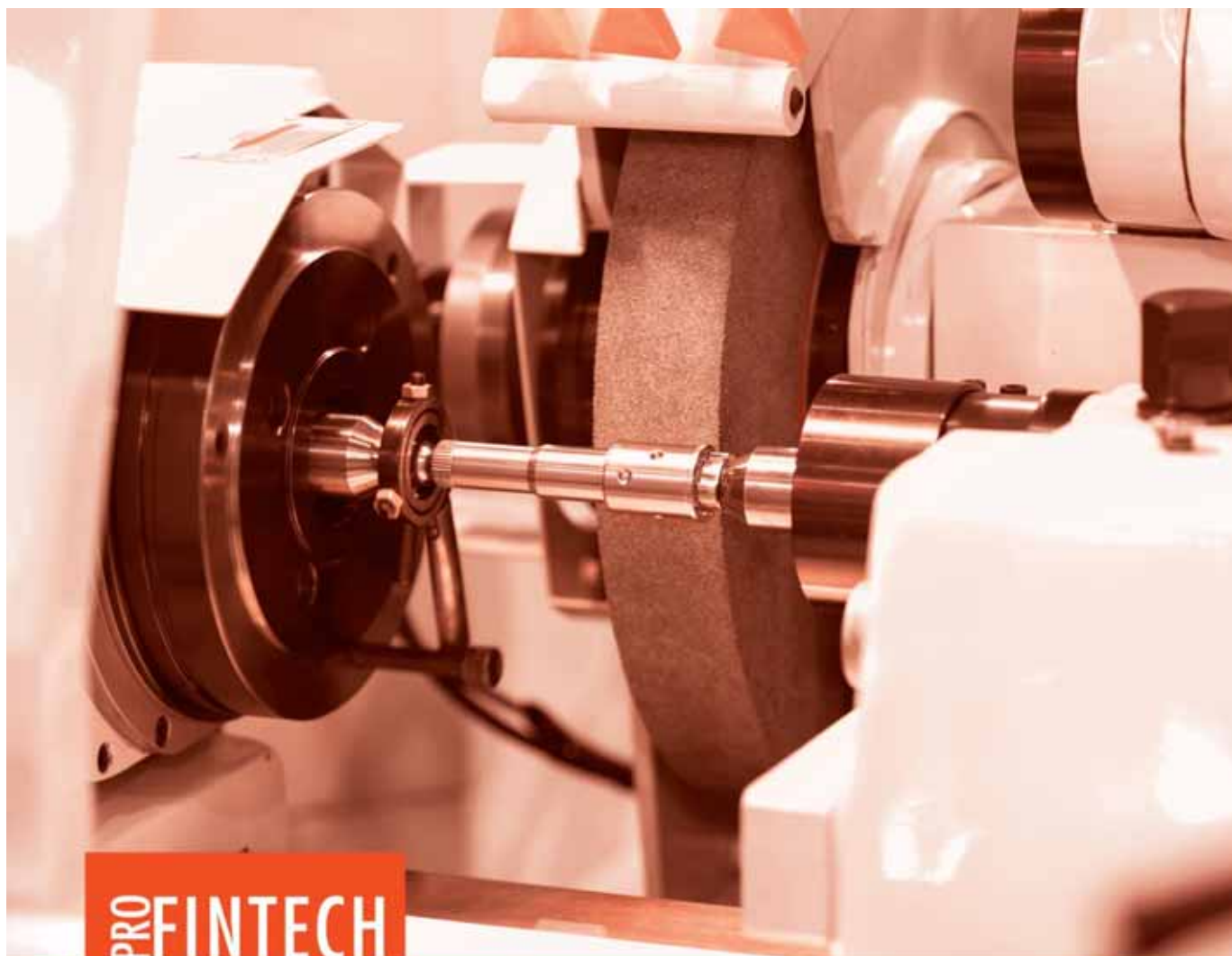
www.bvv.cz/msv

**60th
MSV**

BVV



Veletrhy
Brno



PROFINTECH



**7. mezinárodní veletrh technologií
pro povrchové úpravy**

ufi
Approved
Event



MSV 2018



IMT 2018

ufi
Approved
Event



ufi
Approved
Event



FOND-EX



PLASTEX

1.–5. 10. 2018

Výstaviště Brno

www.bvv.cz/profintech

**60th
MSV**

BVV



Veletrhy
Brno

Reklamy

**® moření, pasivace
tryskání balotinou**

výhradní zástupce a distributor
mořících přípravků ANTOX

- ❖ moření a pasivace legovaných antikorozičních ocelí v mořárně v Brně
- ❖ moření a pasivace legovaných antikorozičních ocelí u zákazníka a na montáži (bez omezení tvaru, velikosti a umístění)
- ❖ tryskání nerezových povrchů balotinou a keramikou v provozovně v Brně
- ❖ odmaštění a moření potrubí, výměníků a zásobníků na kyslíkovou čistotu a čistotu pro farmaceutický průmysl
- ❖ mořící a pasivační prostředky značky ANTOX na legované antikoroziční oceli
- ❖ moření a pasivaci uhlíkových ocelí v mořárně v Brně
- ❖ tryskání a nátěry uhlíkových ocelí v našich provozovnách v Brně

FK system – povrchové úpravy, s.r.o.
Chrlická 661, 664 42 Modřice u Brna
www.fksystem.cz

tel.: 00420 547 357 085 až 88
mobil: 00420 602 541 655
e-mail: fksystem@fksystem.cz





ZAŘÍZENÍ A TECHNOLOGIE PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

od renomovaných evropských firem



Zařízení pro odmašťování a čištění kovů

- komorové pračky, jedno i vícestupňové
- košové pračky, včetně rotace košů
- tunelové průběžné pračky
- ultrazvukové pračky pro vysoké nároky na kvalitu vyúštění výrobků
- plně automatické linky
- speciální pračky pro velkorozměrové díly např. žel. dvojkolí a podvozky
- zařízení pro čištění plastikářských forem

www.finnsonic.fi
www.aquaclean.fi

Chemikálie pro odmašťování a čištění kovů

- jedinečné technologie s nízkou teplotou aplikace již od 30°C, zajišťují vysokou úsporu energie
- vysoká odlučitelnost olejů, tím dlouhé životnosti lázní
- vysoká odmašťovací účinnost
- velký výběr typů chemikálií vč. ekologického odrezování
- zkoušky odmašťování u zákazníka zdarma

Galvanická zařízení

- zařízení všech druhů a velikostí
- zařízení pro úsporu galvanických elektrolytů a vody, drenážní bubny
- nejmodernější komponenty a příslušenství galvanických zařízení (např. usměrňovače, filtry, přístroje, bubny atd.)
- nejnovější zařízení pro šetrné nanášení dokončovacích technologií zvyšujících korozní odolnost zinkových vrstev, rotace a současně naklápění koše
- neutralizační stanice

Galvanotechnické technologie

- kompletní chemie pro galvanotechniku
- vysoká korozní odolnost technických povlaků (např. Zn/Co, Zn/Fe, Zn/Ni)
- maximální důraz na vzhled a hloubkovou účinnost dekorativních povlaků
- ELOC 6 pasivace bez obsahu šestimocného chromu, která umožňuje vytvořit vysoce korozně odolné transparentní, modré a žluté zinkové vrstvy, odsouhlaseno automobilovým průmyslem – Volkswagen atd.

www.dmk-galvano.com

Tryskací zařízení

- zařízení pro mokré tryskání směsí vody a abraziva
- bezpečná a nehučná technologie, šetrná vůči zákl. materiálu, neničící závity, neucpává slepé otvory
- odstraňuje rez, karbony, laky a jiné tvrdší povlaky
- možnost současného odmaštění a otryskání
- zařízení pro suché tryskání stlačeným vzduchem, všechny velikosti a typy

Lakovací zařízení

- kompletní linky pro práškové a mokré lakování všech druhů a velikostí vč. předúprav
- jednotlivé komponenty lakoven kabiny, dopravníky, pece, předprava atd.

Tento prospekt slouží pouze jako stručný přehled námi nabízených zařízení a technologií. Sortiment těchto zařízení je velmi rozsáhlý. Kontaktujte nás, technicko-obchodní konzultace, nabídky zařízení a technologií provádíme rychle, podrobně a zdarma!

IPP Praha | Ing. Petr Penc | Šmolíkova 24 | 161 00 Praha 6 | www.ipp-penc.cz
telefon (+420) 233 311 381 | mobil (+420) 608 365 876 | e-mail ppenc@iol.cz; petrpenc@seznam.cz

profesionalita • kvalita • servis • příznivé ceny

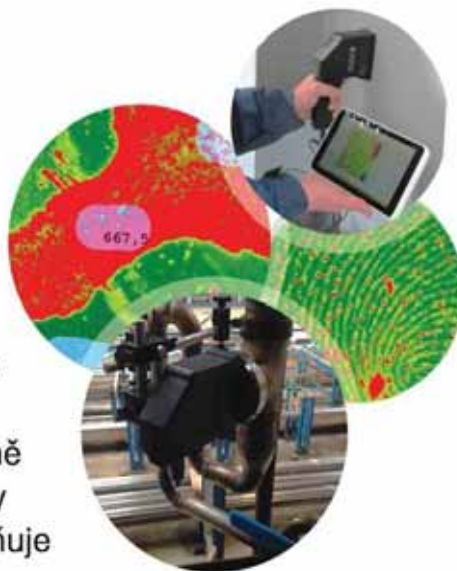


Recognoil

nondestructive oil layer detector

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

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



Vývoj optických detekčních zařízení
Vývoj nových zařízení a softwarových řešení.



Optimalizace procesů
Detekce mastných nečistot za účelem zkvalitnění vašich procesů.



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



Servisní činnost
Servisní činnost a technická podpora pro naše zákazníky.



Poradenská činnost
Poradenská činnost v oboru povrchových úprav.



www.techtest.eu

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



Priemyselné čistenie a odmasťovanie ktoré je

Dôkladné

Ultrazvuk dokáže vyčistiť špinu či masť aj z malých a ťažko dostupných miest.

Rýchle

V porovnaní s ostatnými druhmi čistenia je ultrazvukové čistenie oveľa rýchlejšie.

Ekologické

Nepotrebuje agresívne chemikálie, ale čistiace prípravky na vodnej báze.

Šetrné

Po čistení ultrazvukom neostáva žiaden zámkový mechanického poškodenia.

APLIKÁCIE

Gumársky priemysel
 Plastikársky priemysel
 Povrchové úpravy
 Lakovne
 Zlievarne
 Automotive a strojárstvo
 Autoservis
 Potravinársky priemysel
 Optika a zlatníctvo
 Údržba

NAŠE SLUŽBY



**Kooperatívne
čistenie**



**Prenájom
zariadení**



**Návrh a výroba
zariadení**



**Servis
a údržba**



**Meranie
kvality ultrazvuku
a odmastenia**



**Čistiace
prípravky**

www.notus.sk



zařízení pro povrchové úpravy

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

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

Příšimasy 38, 282 01 Český Brod (pracoviště)

Tel: +420 321 672 815

Email: info@saf.cz

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



www.saf.cz



Institut
povrchových
úprav



INSTITUT POVRCHOVÝCH ÚPRAV ZAJIŠŤUJE

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



www.inpu.cz

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

Šéfredaktor

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

Redakce

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Ing. Michal Pakosta, Ph.D.

Ing. Petr Drašnar, Ph.D.

Ing. Dana Benešová, Ph.D.

Ing. Michal Zoubek

Ing. Jakub Svoboda

Ing. Jiří Kuchař

Ing. Hana Hrdinová

Redakční rada

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

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

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

Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

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

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

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

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

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605 868 932

Povrcháři ISSN 1802-9833

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

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