

Povrcháři

1. číslo Leden 2021

**POVRCHÁŘI PROTI
KORONAVIRU**

**CHYBY PŘI PROCESU
ANODICKÉ OXIDACE
AL A JEHO SLITIN**

**ČIŠTĚNÍ DÍLŮ
VYTIŠTĚNÝCH NA
3D TISKÁRNÁCH**

**NÁTĚROVÉHO SYSTÉM
VHODNÝ PRO EXTRÉMNÍ
KLIMATICKÉ PODMÍNKY**

**KATAFORETICKÉ LAKOVÁNÍ
DROBNÝCH DÍLŮ
- NOVÝ ZPŮSOB LAKOVÁNÍ**

**PROTIKOROZNÍ OCHRANA
DUPLEXNÍMI SYSTÉMY**

**VÝHODY A NEVÝHODY
INDENTAČNÍCH ZAŘÍZENÍ
PRO MĚŘENÍ TVRDOSTI
A PEVNOSTI MATERIÁLU**

KDO JE ROZSOUDÍ III.

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři

Zdravíme Vás všechny na začátku nové etapy životních i pracovních povinností. V našich oborech jsme všichni nutně optimisté. Optimismus je bezesporu nejdůležitější energií pro život ve všech jeho formách. Mějme však zároveň na paměti slova Milana Kundery, že „optimismus je opium lidstva“. Zkusme tedy všichni ochutnat další rundu životního štěstí a pracovních úspěchů.

Podle povrchářského přísloví, ochutnat, znamená vypít až do dna a na zdraví. Ať se tedy vše podaří a letos obzvlášť, s každodenním přáním: „Na zdraví“!

Současně s tímto novoročním přáním celé povrchářské a strojařské obci děkujeme všem za přízeň a podporu, kterou jste po celý nelehký minulý rok Povrcháři věnovali. Příspěvky, informacemi, ale i Vašimi přáními PF 21.

To vše nám dodává víru ve smysluplnost této práce pro rozvoj našeho oboru i vzdělanosti.

Všichni, kteří spolu s Vámi Povrcháře připravujeme, stále doufáme, že si alespoň občas najdete čas na jeho prolistování a přečtení něčeho, co Vás osloví a přinese potřebné informace.

Přestože počet vyzádaných adres neustále stoupá. Položili jsme si praktickou a sebekritickou otázku, zda téměř dva tisíce adres, kam jednotlivá čísla pravidelně posíláme, jsou stále adresy skutečných zájemců?! Pokud totiž tato naše činnost a spolupráce funguje již více než deset let, a navíc bez jakékoliv finanční podpory, nelze získat informace o skutečném počtu čtenářů ani ze zisku či z výsledovky „má dáti – dal“. Vzhledem k této nejistotě, ale i k náročnosti posílat ročně více jak půl milionů stran textů, rozhodli jsme se požádat Vás všechny o spolupráci na aktualizaci adres, kam máme Povrcháře nadále posílat. Stačí odpověď na dnešní mail krátkým sdělením: „Mám zájem i nadále o zaslání Povrcháře“ a to na tuto mailovou adresu: info@povrchari.cz

Adresář od příštího čísla upravíme podle všech Vašich odpovědí, případně rozšíříme o nové zájemce. Předejte laskavě tuto informaci i všem Vaším kolegům, aby aktualizace adres přinesla potřebný efekt a přispěla k rozšíření kontaktů v našich oborech.

Děkujeme Vám všem za dosavadní spolupráci a těšíme se na tu letošní.

S pozdravem Vaši



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

P.S.

Jako prémií za Vaši odpověď k aktualizaci adresáře typ na knihu pro veselejší vykročení do nového roku: „Nejhorší učitelé na světě“ od Davida Walliamse.

Milióny nejen dětských čtenářů v mnoha zemích, kteří se od roku 2018 bavili nad knihami Davida Walliamse o nejhorších dětech na světě se mohou potěšit s novou knihou tohoto autora o nejděsivějších dospělých vůbec, tentokrát o učitelích.

Vypravěčsky brilantní příběhy s překvapivou pointou a černým humorem, určitě přispějí v současnosti k tolik potřebné dobré náladě.

Povrcháři proti koronaviru

Na základě výzvy v listopadovém čísle „Povrcháře“ přicházejí od řady z Vás odpovědi a náměty ke spolupráci, jakými způsoby lze chránit povrchy i bezprostřední pracovní okolí proti virům v zápase s nebezpečím, které se stále šíří.

Děkujeme všem, kteří chcete pomoci nápadem, ale i těm všem se zájmem, co bude dál a jaké jsou možnosti aktivní ochrany svého okolí. Sama o sobě tato pandemická krize nevznikla a sama o sobě asi neodejde.

Trestuhodné pokřikování po náměstích s politickým záměrem těch, kteří na nic víc nemají, určitě nepomůže. Nepomůže ani nezbytné sáňkování ve Špindlu, či na dalších místech sdružování elit, pro které to je jediný způsob zviditelnění.

V této výzvě ke spolupráci jsme upozorňovali na některé ze způsobů, které by se daly proti šíření nebezpečných virů použít. Od řady z vás přicházejí nové nápady, jak zajistit obecně čistotu povrchů. Představily se i týmy, které mají jejich způsoby čištění pracovního prostředí téměř ve finálním stavu řešení, či upozornily na možnou spolupráci se zahraničními řešiteli a výrobci.

Každé řešení je náročné na uvedení do realizace a jsou s tím spojená i mnohá rizika. Jak však všichni povrcháři i strojaři vědí a mají potvrzeno svými zkušenostmi, největším rizikem je nedělat nic.

Jsme proto rádi, že naše výzva nachází postupně odezvu a hledáme další nápady, ale třeba i firmy k výrobě takových zařízení.

Jde o způsoby, které souvisí s netradičním způsobem čištění povrchů, zajistí antibakteriální povrchy, dezinfekci povrchů jejich ozářením a čištění vzduchu nejen od virů.

Berte laskavě tento text jako pokračování výzvy těm z Vás, ke kterým se tato výzva ještě nedostala.

Pro všechny zájemce o aktivní přístup k boji proti tomuto opravdu nebezpečnému znečištění životního prostředí, a to především pro ty, co přijdou po nás, chceme vytvořit rychle prostor pro bezkontaktní setkání s představením nápadů a diskuzi. Z technických důvodů pro realizaci tohoto setkání potřebujeme adresy zájemců, které pozveme do diskuzního fóra o tomto problému. Přivítáme též další Vaše náměty, jak rychle realizovat takovéto setkání. /Než to svolá a vyřeší Greta/.

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D. – jiri.kuchar@fs.cvut.cz, mobil: 720108375

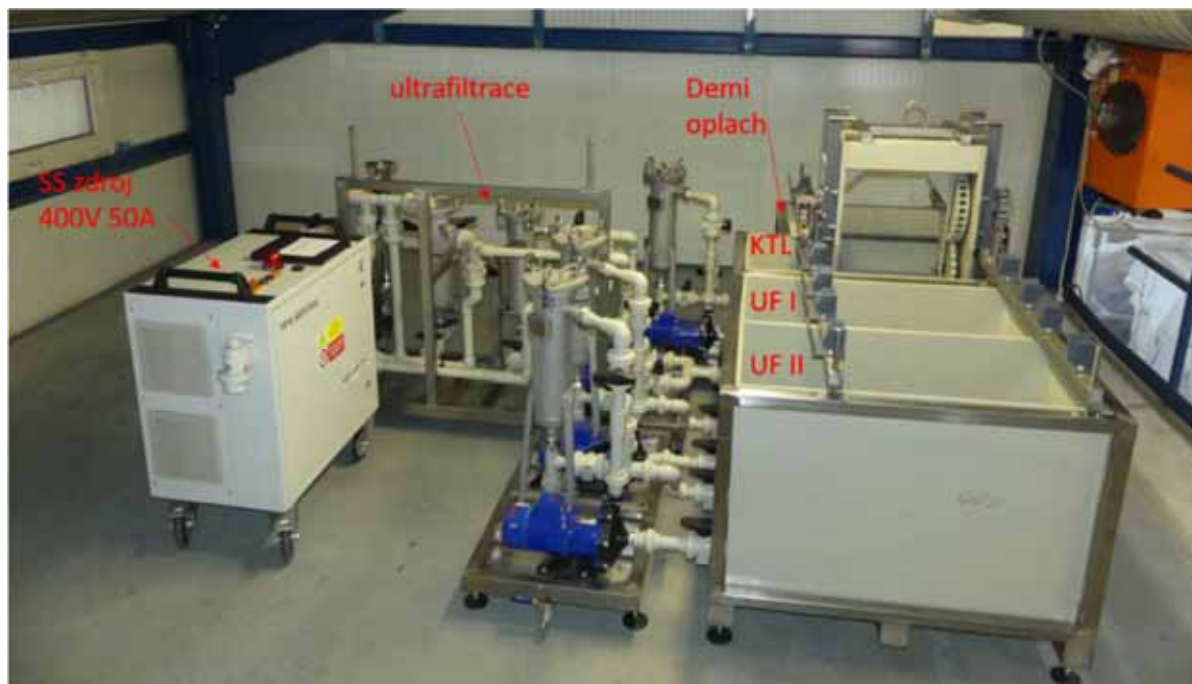
Kataforetické lakování drobných dílů – nový způsob lakování

Ing. Zbyněk Matuška – MEGA-TEC s.r.o.

Ing. Kamil Hylák, Ing. Jan Kudláček, Ph.D. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Kataforetické lakování (KTL) resp. kataforéza, je technologicky i ekonomicky hospodárný a vysoce ekologický způsob lakování. Používá se pro povrchové úpravy kovových výrobků, především ocelových, pozinkovaných a hliníkových dílců nejen v „automotive segmentu“, ale v celém strojírenství i stavebním průmyslu, zemědělské a vojenské technice. Obecně lze konstatovat, že vzhledem ke stále se zvyšujícím požadavkům na antikorozi ochrany se pole působnosti pro kataforézu rovněž neustále rozšiřuje, a tak přibývá i mnoho velkosériových drobných dílů. U těchto dílů je ekonomická hospodárnost procesu negativně ovlivňována časovou náročností manuální práce spojené s navěšováním a svěšování. Nabízí se tedy otázka, zda by nebylo možné drobné díly lakovat hromadně a podíl mzdových nákladů na ceně KTL lakování výrazně snížit.

Právě z důvodu snížení pracnosti při navěšování drobných dílů byl ve společnosti MEGA-TEC s.r.o. ve spolupráci s ČVUT a VZLÚ za podpory programu TAČR TH02020019 vyvinut, vyroben a ověřen prototyp zařízení pro hromadné lakování kataforézou. Jedná se o zcela nový způsob lakovacího procesu, kde je vsázka drobných dílů lakována společně v otočném bubnu s různými možnostmi pohybu a časových prodlev. Součástí prototypové linky jsou i návazné technologické celky jako nutná předúprava povrchu, výroba ultrafiltrátu jako oplachového média (ultrafiltrace), transformátor napětí (SS zdroj) a speciální průběžná polymerizační pec.



Obr. 1: KTL linka – drobných dílců

KTL linka je složena z předoplachové vany s demineralizovanou vodou, vlastní KTL vany, která je vybavena chlazením a ohřevem pro udržení požadované teploty, a následně v řadě dvěma vanami pro oplach ultrafiltrátem. Předoplachová vana a KTL vana jsou navíc vybaveny otočným zařízením s možností změny rychlosti a pohybu lakovacího bubnu. Ve všech vanách je potom zajištěna plno průtočná filtrace daného média pomocí čerpadel s magnetickou spojkou a cirkulace je podpořena míchacími rámy s ejektorovými tryskami. Polymerizační pec se skládá z průjezdné komory s přímým elektrickým ohřevem včetně vzduchotechnických rozvodů a speciálního dopravního pásu s variabilním řízením směru i rychlosti pohybu.



Obr. 2: Polymerizační pec se speciálním pásovým dopravníkem

Nejdůležitější součástí navrženého procesu je lakovací bubne. Jedná se o těleso, které je tvořeno polypropylénovým šestistěnem, v němž jsou z boku zasunuty vyměnitelné nerezové katody opatřené speciální úpravou, která eliminuje zalakování vlastní povrchu a tedy ztrátu kontaktu pro dílce – tato povrchová úprava katod výrazně prodlužuje jejich životnost. Vlastní elektrický kontakt katod je pak zajištěn přes elektrovedné lůžko, které je instalované na hraně KTL vany, respektive pomocí rotačního el. kontaktu přímo na bubnu. Bubne je zároveň opatřen závěsnými trny pro zachycení transportním zařízením a opěrnými trny pro ustavení bubnu do opěrných lůžek na okraji vany. Manipulace lakovacího bubnu s díly je realizována elektrickým ručním dopravníkem.

Vlastní technologické parametry procesu se mohou pro jednotlivé díly, co do hmotnosti a tvaru, měnit, postup je však obecně stejný. Všechny lakované díly jsou nejprve předupraveny v klasické ponorné předúpravě se systémem zinečnatého fosfátování ručně pomocí jednoduchého koše a série funkčních a oplachových lázní o objemu cca 20 l. Po zbavení se nežádoucích kontaminantů z povrchu dílů a vytvoření požadované konverzní vrstvy je zvolená dávka dílů (v řádu jednotek kg) přesypána z koše do lakovacího bubnu s uzavíratelným víkem. Následuje finální oplach demineralizovanou vodou dílů společně s bubnem v první vaně KTL uzlu za kontinuálního otáčení. Dalším krokem je vlastní proces lakování katarézou, kdy pod napětím 300 – 380 V, při teplotě lázně 30-32°C a předem nastavené době otáčení a zastavování bubnu, dochází k vlastnímu procesu lakování. Další fází jsou dva po sobě jdoucí oplachy vyrobeným ultrafiltrátem a následná polymerizace ve vypalovací peci při 210 °C po dobu závislé na hmotnosti jednotlivých dílů 20 – 40 minut. Manipulaci dílů v peci zajišťuje speciální drátěný pás, který svojí konstrukcí eliminuje otlaky dílců.



Obr. 3: KTL lakovací buben včetně el. lůžka a kontaktu

Po úspěšném nalakování a polymerizaci dílů byly vždy všechny díly podrobeny analýze celistvosti a kvality laku, porovnání jejich tloušťky za daných podmínek, vyhodnocení procentuální zmetkovitosti a následně vytipované kusy posílány na korozní testy. Z mnohačetných provozních testů je patrné, že lze v KTL bubnu hromadně lakovat drobné dílce různých rozměrů i konstrukce, a to buď v jednotlivých sériích, nebo i různé druhy společně. Kapacita lakovacího bubnu je dostatečná pro jednotky kilogramů, pro větší vsázky by bylo nutné přizpůsobit rozměry bubnu. Při běžných provozních podmínkách (cca 350V, 32°C a 3-5minut lakování) je možné hromadným způsobem KTL lakování dosáhnout vrstvy KTL laku 20 - 30μm, což odpovídá běžným požadavkům zákazníků při závěsovém způsobu lakování. Reprodukovatelnost procesu a výsledné vrstvy je za stanovených podmínek na velmi vysoké úrovni.



Obr. 4: KTL lakovací buben s nalakovaným šrouby

Díly bezprostředně po lakování a oplachu nevykazují žádné neakceptovatelné vady na laku, k drobným otlakům však dochází následně při polymerizaci mezi dílcem a drátěným pásem. Vlastní konstrukcí pásu, jsou však tyto otlaky eliminovány. Dle konstrukce, velikosti a pozice dílce na zmíněném pásu dochází na zvoleném výběru dílů nejčastěji k výskytu 0-5 otlaků, přičemž u závěsového systému jsou to nejčastěji 2 nenalakovaná kontaktní místa. I z tohoto pohledu lze považovat hromadný respektive bez závěsový systém polymerizace za úspěšný, i když bude vždy nutné pro konkrétní spektrum výrobků konstrukci pásu nebo způsob polymerizace přizpůsobit. Tato zvolená konstrukce je nejvhodnější pro spojovací materiál (šrouby) a rozměrově složitější dílce, naopak není příliš vhodný pro jednoduché ploché díly, kde se vyskytuje větší počet defektů způsobených otlaky.



Obr. 5: Drátěný pás polymerizační pece s vypálenými šrouby M8

Ukázka rozměrově a konstrukčně různých dílců, které byly hromadně testovány v KTL bubnu je patrná z obrázku č. 6 níže. Největší testované díly měly rozměry cca 15 x 9 x 3 cm, nejtěžší díl pak vážil cca 200 g, nejmenším testovaným dílem byla podložka pr. 8 mm. Nejmenší testovaná vsázka se skládala z 5 dílů a největší z 250 ks, nebyly pozorovány žádné patrné rozdíly v závislosti na počtu hromadně lakovaných kusů.

Z provedených testů na poloprovozním zařízení je patrné, že hromadné lakování v KTL bubnu je možné pro poměrně široké spektrum různých drobných i středních dílců, a to i v různých počtech, kvalita výsledného laku se mezi různými dílci při zachování stejných podmínek nijak významně neliší. Funkčnost hromadného KTL lakování pomocí bubnu se speciální úpravou katod i polymerizace v komorové peci se speciálním dopravním pásem byla ověřena řadou provozních testů. Hromadný způsob kateforetického lakování představuje velmi zajímavý způsob jinak velmi dobře známé a rozšířené technologie, avšak s minimálními požadavky na obsluhu při zachování velmi dobré reprodukovatelnosti a kvality výsledného laku. Své uplatnění by mohlo hromadné KTL lakování nalézt nejen u malých ale i u středních dílců.



Obr. 6: Ukázka testovaných konstrukčně i rozměrově odlišných dílců

Výzkum byl financován za podpory TAČR v rámci řešení projektu TH02020019 – Vývoj nové technologie pro hromadné povlakování elektroforetickými nátěrovými systémy.

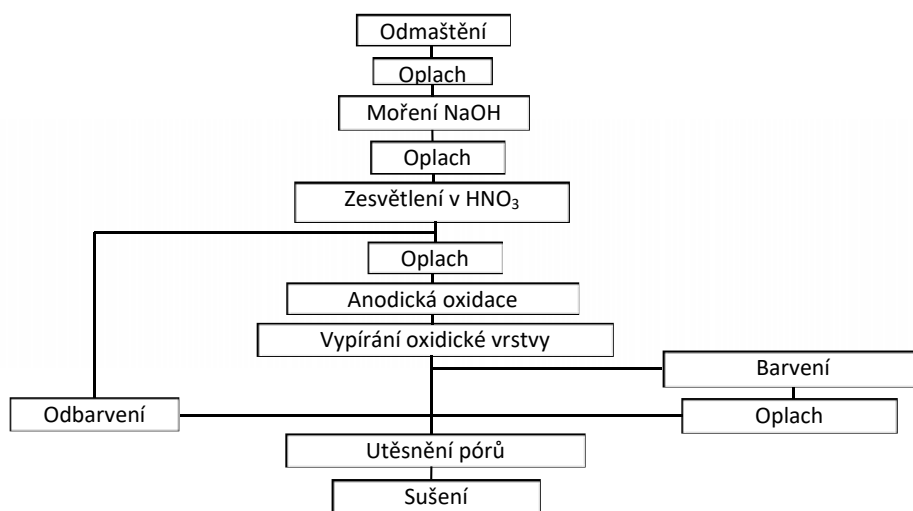
Chyby při procesu anodické oxidace Al a jeho slitin

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., Ing. Eva Michell Sedláčková, Ing. Jan Kudláček, Ph.D.,
Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., IWE – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

V textu jsou shrnuty poznatky o technologiích anodické oxidace se zaměřením na nejčastější chyby jednotlivých operací na základě zkušeností pracovníků z praxe i výzkumu s upozorněním na jejich možné příčiny a způsoby odstranění.

Anodická oxidace

Mezi nejvýznamnější povrchové úpravy hliníku a jeho slitin patří anodická oxidace – eloxování (elox, eloxal – elektrolytická oxidace Al). Eloxované vrstvy mají dobrou korozní odolnost, otěruvzdornost i tvrdost a jsou dobře vybarvitelné. Při procesu eloxování se na povrchu hliníku a jeho slitin vytváří ve vhodných lázních vrstva oxidu hlinitého Al_2O_3 působením stejnosměrného (méně často střídavého) proudu. Katoda je tvořena elektrodou z olova, hliníku, titanu nebo korozivzdorné oceli. Je popsána řada technologií i lázní a to na bázi kyseliny šťavelové, citrónové, borité, chromové a sírové, která je používána nejčastěji. Podle charakteru procesu a následných vlastností rozlišujeme eloxování ozdobně-ochranné a tvrdé. Sled operací ozdobně – ochranného eloxování je patrný z následujícího schématu operací této technologie.



Struktura anodicky oxidovaného povrchu hliníku je tvořena z bezpórovité tenké vrstvy na rozhraní s kovem a postupně rostoucí podstatně silnější pórovité vrstvy. Celková tloušťka ozdobně ochranné vrstvy Al_2O_3 se pohybuje obvykle od 5 do 20 μm , tvrdé vrstvy dosahují tloušťek až 100 μm . Mikropóry ve vrstvě Al_2O_3 mají průměr 0,01 až 0,02 μm a jejich četnost i rozměry závisí na parametrech eloxování a lázni (poměr délky a průměru pórů se pohybuje od 250 do 1000 :1). Pórovitost vrstvy má podstatný vliv především na operace praní i utěšňování a zásadní na vybarvování vrstvy.

Ozdobně – ochranné vrstvy se dají vybarvovat řadou rozdílných metod, které poskytují vybarvení s odlišnými vlastnostmi. Nejběžnější je absorpční probarvení pórů anorganickými nebo organickými pigmenty. Po samotném eloxování a důkladném vyprání, resp. po následném vybarvení je nutné provést utěsnění pórů, operací při které se oxid hlinitý Al_2O_3 mění na böhmit $Al_2O_3 \cdot H_2O$ s větším objemem.

Eloxování je konverzní povrchová úprava. Oxid hlinitý má však větší objem než čistý hliník, a proto roste vrstva Al_2O_3 i částečně nad původní rozměr součásti, a to cca o 33 % (2/3 tloušťky vrstvy je konverzní, tedy do materiálu a 1/3 představuje nárůst rozměru).

Eloxační vrstva je elektricky nevodivá a má dobré izolační vlastnosti (průrazné napětí tloušťky 1 μm je 20 až 40 V).

Vlastnosti anodicky oxidované vrstvy

- **Hustota:** Jelikož jde o pórovitou vrstvu, mění se hustota vrstvy s její tloušťkou podle složení materiálu a podle parametrů eloxování (při vyšších teplotách a delších dobách oxidace jsou vrstvy pórovitější).
- **Pórovitost:** Průměr pórů (0,01 až 0,02 μm) eloxační vrstvy závisí na způsobu eloxování. Navíc k této primární pórovitosti, která je tím nižší, čím vyšší je napětí při eloxování přistupuje i sekundární pórovitost, která vzniká rozpouštěním části vrstvy (závisí především na teplotě lázně) a navíc pórovitost strukturální, která vzniká rozpouštěním některé složky slitiny. Čím je vrstva pórovitější, tím se lépe vybarvuje. Při běžných eloxačních podmínkách činí pórovitost asi 20 až 30 % objemu (vzájemná vzdálenost primárních pórů je přibližně shodná s jejich průměrem).
- **Tvrdost:** Vlastní tvrdost oxidu hlinitého je velmi vysoká a pohybuje se mezi stupněm 7. až 8. Moosovy stupnice tvrdosti. Při ozdobně – ochranném eloxování je mikrotvrdost vrstev nižší cca 250 až 300 HV, při tvrdém eloxování mikrotvrdost vrstev dosahuje hodnot 400 až 800 HV. Tvrdost směrem od hliníku k povrchu klesá a do značné míry ji ovlivňuje teplota lázně. S klesající teplotou lázně tvrdost vrstvy roste.
- **Tloušťka vrstvy:** Tento parametr eloxované vrstvy do značné míry ovlivňuje korozní odolnost. Tloušťka eloxované vrstvy roste se vzrůstajícím proudovou hustotou, vzrůstajícím napětím, s klesající teplotou a s nižší koncentrací elektrolytu. Tloušťku eloxované vrstvy h [μm] lze určit z tohoto vztahu:

$$h = 0,4 \cdot \eta \cdot I \cdot t \cdot s^{-1}$$

kde η je stupeň účinnosti lázně (0,6 až 0,7), I je hodnota stejnosměrného proudu [A], t je doba eloxování [min] a s je plocha zboží [dm^2].

Technologické parametry anodické oxidace

Kvalita a tloušťka oxidické vrstvy je závislá na koncentraci lázně, teplotě, proudové hustotě a době anodické oxidace. Změnou těchto parametrů lze ovlivnit vlastnosti eloxované vrstvy.

Pro nejčastěji používaný ozdobně ochranný způsob eloxování v kyselině sírové jsou obvyklé tyto pracovní parametry:

- Koncentrace H ₂ SO ₄	5 – 20 %
- Proudová hustota	0,8 – 3 A/dm ³
- Napětí	10 – 20 V
- Teplota lázně	18 ± 2 °C
- Doba eloxování	5 – 60 minut

Při vyšších koncentracích kyseliny roste rychlost oxidace, ale zároveň dochází k vyšší rychlosti rozpouštění oxidické vrstvy. Při méně vodivé lázni (s menším obsahem kyseliny) jsou vrstvy tvrdší, je však nutný větší příkon proudu, lázeň se více ohřívá a je jí nutno více chladit. Použitím nižší koncentrace kyseliny, vyššího proudu za nižších teplot dosáhneme silnějších vrstev Al₂O₃. Zvýšená teplota lázně je příčinou vytváření měkkých a pórovitých vrstev a prodloužení doby oxidace. Přibližně lze dobu eloxace vypočítat ze vztahu pro výpočet tloušťky eloxační vrstvy.

Chyby anodické oxidace Al a jeho slitin

Chyby materiálu

Pro nejvyšší vzhledové požadavky je nutný hliník nejvyšší čistoty (99,99 % Al). Pro vysokou kvalitu oxidace vyhovuje hliník s obsahem do 0,5 % legur. Všechny hliníkové slitiny nelze eloxovat. Některé legury omezují možnost vybarvení nebo i anodické oxidace (např. mangan zbarvuje vrstvu do hněda, křemík do šeda, měď do žluta).

Pro bezproblémový proces eloxování může mít slitina hliníku obvykle tyto maximální hodnoty legur: Mg – 7 %, Zn – 10 %, Ti – 0,3 %, Cr – 0,3 %, Si – 3 %, Cu – 5 %, Mn – 1 %, Fe – 0,5 %. Nevhodnost materiálu pro eloxování ukážou orientačně již operace moření a vyjasnění.

Vady materiálu i zpracování (póry, hrubá struktura) jsou častou příčinou vad eloxovaných vrstev, respektive vyniknou při procesu oxidace nebo po vybarvení. Materiálové vady se objevují ihned při jednotlivých operacích této technologie.

Chyby technologie anodické oxidace

Tyto závady vznikají při nedodržení parametrů jednotlivých operací jak u předúprav, oxidace, barvení a utěšňování, tak především při operacích oplachu a vypírání vrstev. Technologické chyby anodické oxidace (především vzhledové vady) se mohou objevit až po delší době expozice.

Přemořený povrch: Příliš dlouhá doba moření nebo opakované moření odkryje (vyleptá) strukturální nehomogenitu materiálu. Intenzita poškození závisí na složení hliníkové slitiny i způsobu předchozího zpracování (válcování, protlačování).



Chyby při leštění: Špatným odvodem leštících zplodin jsou tato místa nedoleštěna. Vinou je špatné zavěšení.



Tenká vrstva: Důvodem je nízká proudová hustota obvykle z důvodu hodnot velikosti proudu podle hodnot napětí, a ne podle skutečné plochy zboží. Příčinou může být i přehřátí lázně (rozpuštění vrstvy) a to i špatným mícháním lázně. Tato závada může být způsobena též vadou závěsu (neúplně očištěný závěs, malá přitlačná síla kontaktu upnutí).

Vrstva chybí: Pokud na některých místech chybí vrstva je příčina ve špatném odmaštění nebo došlo ke stínění špatným rozložením zboží vůči sobě ale i ke katodě. Problém vzniká někdy i po dotyku holou rukou po moření nebo výskytem bublin kyslíku v dutinách zboží. Špatné odmaštění nebo dotek po odmaštění, leštění nebo moření. Znečištěné místo se špatně naeloxuje, což se projeví při vybarvení. Pokud vrstva chybí vždy na spodku dílů je příčinou špatná výměna vody v oplachové vaně (vyšší kyselostí dojde k odleptání vrstvy).



Skvrny na povrchu: Příčinou je nejčastěji mastnota v mořicí lázni nebo elektrolytu, časté je místní přehřátí zboží (blízkost u katody), špatná předúprava, popřípadě nedostatečné odstranění pasivační vrstvy po elektrolytickém leštění. Příčinou může být místní přehřátí při předchozím mechanickém leštění a velmi často nekvalitní oplachy. Vinnou může být též i elektrický zkrat v lázni. Bílé skvrny na povrchu jsou často způsobeny zaschnutím špatně opláchnutého povrchu po odmaštění nebo příliš dlouhou prodlevou před eloxováním.

Bublina: Nesprávné uchycení součásti v lázni, které má za následek zachycení bubliny stoupajícího kyslíku a vznik místa bez eloxované vrstvy.



Vrstva se stírá: Příliš teplá lázeň (nad 20 °C), silná koncentrace H_2SO_4 , velká proudová hustota. Zvýšení teploty eloxování má za následek zvětšení pórů v anodické vrstvě, což může způsobit porušení struktury vrstvy a její stírání. Zvýšení teploty může být i místní špatným odvodem tepla. Příklad: Čím nižší teplota, tím menší póry v anodické vrstvě (tzv. TVRDÝ ELOX se provádí při 0 °C a nižší), při vyšší teplotě jsou póry již tak velké, že nedrží jednotlivé mikročástice eloxované vrstvy u sebe a vrstva se stane stíratelná.



Změna odstínu vybarvení: Změna pH vybarvovací lázně z důvodu špatného vyprání zboží (především složitých detailů zboží) nebo málo častá nebo žádná výměna vybarvovací lázně. Nestejnoměrná teplota vybarvovací lázně. Příliš vysoká teplota vybarvovací lázně utěsňuje póry. Změnu odstínu vybarvení způsobuje nekvalitní vyprání vrstvy po eloxování a nekvalitní utěsnění pórů (nízká teplota nebo příliš krátká doba utěsňování). Pokud po vybarvení dojde k utěsnění v kyselé demi vodě, barva výrobku zreaguje s kyselým prostředím utěsňovací lázně a výrobek má tendenci změnit odstín vybarvení.



Neutěsnění povrchu: Utěsnění je operací při které se Al_2O_3 mění na $Al_2O_3 \cdot H_2O$. Pokud nedojde bezprostředně po vybarvení k utěsnění, vrstva se snaží absorbovat olej, barvu a další nečistoty, resp. mění barvu.



Špatný kontakt: Pokud v průběhu Anodické oxidace dojde ke ztrátě kontaktu eloxovaného materiálu a anody, dojde k přerušení eloxování, což se projeví nedostatečným vybarvením.



Spálená vrstva: Velikost součástky a vysoká proudová hustota vyvolá vznik velkého lokálního množství tepla, které se nestačí odvádět.



Korozní poškození: Při použití titanových závěsů dochází u některých materiálů (AlMg5 – ČSN 42 4415) reakcí v utěšňovací lázni k výskytu elektrochemického poškození hliníkových povrchů, které se odstraní svěšením z titanových závěsů před procesem utěšňování.

Elektrochemická koroze: Tato koroze vzniká u materiálu AlMg5 – ČSN 424415, je způsobena reakcí utěšňovací (slabě kyselá) lázně a Al materiálu zavěšeného na Ti závěsu, vůči němuž je Al rozpustnou anodou.



Ostré hrany: Součást nemá provedeno zkosení hran nebo není provedeno odjehlení, proeloxováním těchto ostřin dojde ke snadnému odlomení tvrdé, ale křehké anodické vrstvy a vzniknou tak neprobarvená bílá místa.



Zaschlá barva: Zaschnutí barvy na výrobku má za následek, načervenalé zbarvení.



Chyby v technologiích eloxování jsou ve většině případů způsobeny nedodržením parametrů jednotlivých operací, respektive i snahou po úsporách. Eloxování je technologie velmi jednoduchá ale zároveň velmi náročná na technologickou kázeň a dodržování minimální spotřeby chemikálií i vody. Praktické zkušenosti z provozů i výsledky laboratorních měření se shodují na minimálních spotřebách 50 až 100 g/m² upravované plochy všech základních lázní (NaOH, HNO₃, H₂SO₄) včetně odmašťovací lázně podle charakteru zboží, respektive stupně zamaštění. Vzhledem k ceně barviv je i dosti nákladnou operace vybarvování, neboť při kvalitním vybarvování je spotřeba barviv 0,5 až 1 g/m² upravované plochy. Značné jsou i nároky na spotřebu vody. Pokud se u běžných povrchových úprav galvanického charakteru předpokládá spotřeba vody na jednostupňový oplach 20 až 30 litrů na m², je spotřeba vody při anodické oxidaci až desetinásobná, tedy 100 až 300 litrů vody na m² upravované plochy. Důležitá je u technologie eloxování např. i doba operace vypírání vrstvy, která se má minimálně provádět stejně dlouho jako byla doba operace anodické oxidace. Lázně jednotlivých operací vyžadují pravidelnou výměnu. Nestačí pouze doplňování (hlavně u vybarvovací a utěšňovací lázně). U některých lázní je potřeba část lázně naopak při výměně ponechat (např. 20 až 30 % původní eloxační lázně H₂SO₄). Velmi důležité je vybavení pracoviště a obsluhy pomůckami pro základní kontrolu hustoty, koncentrace, pH a teploty lázně. Nezbytný je i vhodný přístroj pro měření tloušťky eloxačních vrstev, respektive i další přístrojové vybavení např. pro kontrolu čistoty povrchu před procesem eloxování, pro kontrolu vybarvení, pro průběžnou kontrolu eloxační lázně a pro kontrolu čistoty oplachových vod.

Poděkování

Tento článek vznikl v rámci řešení projektu ČVUT SGS19/163/OHK2/3T/12 - "Research, optimization and innovation of production processes"

Použitá literatura:

- [1] Chovancová, M. – Fellner, P. – Špírk, E.: Základy korózie a povrchovej úpravy kovových materiálů, Bratislava, STU Bratislava, 2001.
- [2] Kreibich, V.: Chyby v technologiích povrchových úprav: Eloxování, In: 36. Celostátní aktiv galvanizérů, Jihlava, 2003, s. 55 – 57.
- [3] Kudláček, J. et al. Stanovení účinnosti odmašťování ve vodných alkalických roztocích. Povrcháři. 2020, 13 (5), 15-18. ISSN 1802-9833

Protikorozní ochrana duplexními systémy

Ing. Jaroslav Sigmund

Název „duplexní systémy“, používaný obecně pro specifický typ ochrany ocelových povrchů proti korozi, je vžitě označení pro kombinovaný povlak kovového zinku nebo jeho slitin, zhotoveného žárovým zinkováním ponorem, a organického povlaku o vhodném složení. Duplexní systémy existují již desítky roků, a jejich užití je vedeno požadavky na zvýšení životnosti protikorozní ochrany a na barevné řešení vcelku fádnic šedých zinkových povlaků. Tyto skutečnosti jsou technické veřejnosti dostatečně známé.

Obor protikorozní ochrany ocelových povrchů se nicméně neustále rozvíjí a to se projevuje i ve stavu a postavení duplexních systémů. Zřetelně lze trend pozorovat studiem platných ISO a dalších norem, a průzkumem obchodních případů, které obvykle jsou v souladu s těmito normami. Proto v tomto příspěvku normami začnu, a zaměřím se na oblast ocelových konstrukcí a podobných výrobků, kde normativní hlediska jsou velmi významná.

Základní stávající normou pro ochranu ocelových konstrukcí a podobných výrobků proti korozi je norma ISO 12944, která je v České republice zavedena od roku 1998 jako ČSN EN ISO 12944-1 až 9 „Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy“. Norma byla v uplynulém období revidovaná, má 9 částí, a navazují na ni další ISO normy, z hlavních uvádím:

- ISO 9223 „Koroze kovů a slitin – Korozní agresivita atmosfér - Klasifikace, stanovení a odhad“.
- ISO 4628 „Nátěrové hmoty – Hodnocení degradace nátěrů – Klasifikace množství a velikosti defektů a intenzity jednotných změn vzhledu“ v částech 1 až 6 a 8.
- ISO 8501 „Příprava ocelových povrchů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu“ v částech 1 až 4.
- ISO 8502 „Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Zkoušky pro vyhodnocení čistoty povrchu“ v částech 2, 3, 4 až 6.
- ISO 8503 „Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Charakteristiky drsnosti povrchu otryskaných ocelových podkladů“ s částmi 1 až 5.

K těmto normám přistupuje základní norma pro žárové povlaky zinku ČSN EN ISO 1461 „Zinkové povlaky nanášené žárově ponorem na ocelové a litinové výrobky – Specifikace a zkušební metody“, a norma pro žárové nástřiky kovů ČSN EN ISO 2063 „Žárové stříkání - Zinek, hliník a jejich slitiny“ v částech 1 a 2.

Při studiu uvedených a na ně navazujících norem lze dospět k názoru, že duplexní systémy jsou jedním z běžných případů ochrany ocelových povrchů proti korozi. Dá se ukázat, že jsou velmi účinné a výkonné, avšak nevyznačují se žádnou mimořádností a výlučností, a je nutné je považovat za obecně rovnocenné k ostatním ochranným systémům. Vyznačují se, samozřejmě, svými vlastními specifiky, vyplývajícími jak z technologie zhotovování, tak z následné pořizovací ekonomiky, a tato specifika je pro různé případy použití mohou zvýhodňovat, ale i znevýhodňovat. Řada pracovníků v oboru i mimo obor stále považuje duplexní systémy za výlučné, tato nostalgie je však dnes již minulostí, a ona výlučnost dnes nemá žádné oprávnění ať již technické, tak ekonomické. Pro pochopení ilustruji několik detailů z normy ISO 12944-1 „Obecné zásady“:

- Článek 4.1 - Soubor norem ISO 12944 se zabývá protikorozní ochranou ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy.
- Článek 4.3.1 - Oblast použití je charakterizována typem konstrukce, typem povrchu a jeho přípravou, typem prostředí, typem ochranného nátěrového systému, způsobem provedení a životností ochranného nátěrového systému.
- Článek 4.3.3 - Soubor norem ISO 12944 se zabývá těmito typy povrchu uhlíkové nebo nízkolegované oceli a jejich přípravou: povrchy bez povlaku; povrchy s žárově stříkaným povlakem zinku, hliníku nebo jejich slitin; povrchy žárově zinkovanými ponorem; povrchy elektrolyticky pozinkovanými; sherardovanými povrchy; povrchy opatřenými dílenským základem; povrchy s jinými nátěry.
- Článek 4.3.4 - Typ okolního prostředí. Soubor norem ISO 12944 zahrnuje šest kategorií korozní agresivity pro atmosférická prostředí C1 až C5, čtyři kategorie pro konstrukce ponořené ve vodě nebo uložené v půdě: Im1, Im2, Im3 a Im4.
- Článek 4.3.7 - Životnost ochranného nátěrového systému. V souboru norem ISO 12944 jsou uvažována čtyři různá rozmezí životnosti (tj. nízká, střední, vysoká a velmi vysoká životnost). Životnost není shodná se záruční dobou.
- Článek 5.5 - Pokud není mezi zúčastněnými stranami dohodnuto jinak, musí být rozsah poškození nátěru do jeho první větší údržby dohodnut mezi zúčastněnými stranami a musí být posouzen podle ISO 4628-1, ISO 4628-2, ISO 4628-3, ISO 4628-4 a ISO 4628-5
- Článek 5.5 - Životnost se vyjadřuje pomocí čtyř rozmezí: nízká (L – low) do 7 let; střední (M – medium) od 7 do 15 let; vysoká (H – high) od 15 do 25 let; velmi vysoká (VH – very high) přes 25 let.

Z pohledu uvedených článků plyne, že pro jednoznačně definovaný typ chráněného povrchu, předpokládané korozní prostředí a požadovanou životnost lze navrhnout řadu ochranných systémů, ať už s podkladem žárového povlaku zinku, nebo bez něho. Různé ochranné systémy budou, samozřejmě, různě dostupné a s různými pořizovacími náklady, avšak vždy bude možné nalézt ochranný systém, ekvivalentní duplexnímu systému, a mnohdy i ekonomičtější. Rozhodující bude dostupnost a zhotovitelnost takového systému a jeho pořizovací náklady, a není žádný důvod, který by potvrdil výlučnost duplexních systémů.

Ještě k životnosti ochranného systému, zmíněnému v předcházejícím odstavci. Např. první větší údržba nátěru by se obvykle měla z důvodu ochrany proti korozi provádět tehdy, jakmile asi 10 % povlaků dosáhne stupně Ri 3 definovaného v ISO 4628-3. Tento požadavek lze použít na celou konstrukci nebo na její reprezentativní části dohodnuté mezi zúčastněnými stranami, které v tom případě mohou být klasifikovány odděleně.

Je velice užitečné se podívat do tabulek příloh B až E normy ISO 12944-5. Tabulek je celkem deset (B.1 až B.5, C.1 až C.6, D.1 a E.1) a zahrnují nátěrové systémy pro všechny případy účinnosti normy V tabulkách B.3 a D.1 jsou uvedeny nátěrové systémy pro podklady žárově pozinkovaných ocelí, tedy systémy duplexní.

Doporučuji srovnat různé nátěrové systémy s ohledem na uváděnou vlastnost duplexních systémů, obecně nazývanou jako synergický efekt. Zjednodušeně se uvádí, že životnost duplexního systému je přibližně dvojnásobkem součtu životností samotného zinkového povlaku a samotného nátěru. Příkladně ukazují ochranné systémy pro prostředí s korozní agresivitou atmosféry **C4** a životností **High** podle tabulek B.2 (nátěrové systémy), D.1 (duplexní systémy s podkladem žárově pozinkovaným), a E.1 (kombinovaný systém se žárovým nástřikem kovu):

➤ Tab. B2 - C4, Low (l)	Zn (R) ESi, EP, PUR + EP, PUR, AY	min. 1 vrstva, 60 μm
➤ Tab. B2 - C4, High (h)	Zn (R) ESi, EP, PUR + EP, PUR, AY	min. 2 vrstvy, 200 μm
➤ Tab. B2 - C4, Low (l)	Misc., EP, PUR, ESi + EP, PUR, AY	min. 1 vrstva, 120 μm
➤ Tab. B2 - C4, High (h)	Misc., EP, PUR, ESi + EP, PUR, AY	min. 2 vrstvy, 240 μm
➤ Tab. D1 - C4, Low (l)	Zn + EP, PUR, AY	min. 1 vrstva, 80 μm
➤ Tab. D1 - C4, High (h)	Zn + EP, PUR + EP, PUR, AY	min. 2 vrstvy, 160 μm
➤ Tab. E1 - C4, High (h)	met. Zn + EP, PUR + EP, PUR	min. 2 vrstvy, 160 μm

Ve všech případech vcelku malé zvýšení tloušťky významně zvyšuje životnost systému, a lze odvodit, že podle principu synergického efektu se chovají i samotné nátěry. Nejde tedy o specifickou vlastnost duplexních systémů, ale o obecnou vlastnost dostatečně robustních vrstev organických hmot, která souvisí s afinitou organické hmoty k vodě, s rychlostí difúze vody ve vrstvě, s cyklem ovlhčení a vysoušení vrstev a dále. Celá problematika je náročnější a vymyká se rozsahu tohoto příspěvku. Pro praktické použití lze z tabulek vyvodit, že povlak žárového zinku je v duplexních systémech přibližně ekvivalentní 80 μm základního nátěru s aktivním zinkovým pigmentem, nebo 120 μm základního nátěru bez aktivního pigmentu, a že všechny nátěrové systémy vykazují synergický efekt.

Poznámka – norma s použitím ochranných povlaků se žárovým nástřikem kovů pro krátké (Low) a střední (Medium) životnosti nepočítá.

Tento normativní úvod nám dovoluje odtrhnout se od emocí, a pohlédnout na problematiku racionálně. Jestliže duplexní systémy jsou technologií protikorozních ochran, tedy součástí řetězcu vývoj-výroba-prodej-užití, pak jimi v první řadě hýbe ekonomika. Je tedy naprosto nezbytné každé řešení podrobit technické a technologické, a následně ekonomické prověrce. Při tom je nutné pamatovat, že se sice poněkud zdokonalily technologie žárového pozinkování ponorem a staly se bezpečnějšími, avšak několikanásobně se zvýšily požadavky na životnost ochranných systémů a nebývale vzrostla výkonnost a účinnost nátěrových hmot. Rovněž produktivita některých technologií vysoce stoupla. Považuji za užitečné probrat si jednotlivé součásti duplexních systémů samostatně. Závěrem pak bude ujištění, že i když duplexní systémy nemají zvláštní výlučnost, jejich užitečnost je vyšší, než jim dosavadní praxe přiděluje, jenom je třeba najít skutečné výhody a skutečné nevýhody, a podle nich volbu ochranného systému ovlivnit.

Vlastnosti výrobku, určeného k ochraně duplexním systémem. Poněvadž první vrstvou duplexního systému je žárový povlak zinku, základní podmínkou je vhodnost pro technologii žárového pozinkování ponorem, a přijatelnost zinkového povlaku jak pro zhotovení vrchních nátěrů, tak pro užití na výrobku. Z nejzákladnějších požadavků:

- Materiál výrobku je ověřen jako spolehlivě zinkovatelný (viz příloha A normy ISO 1461).
- Konstruktivní řešení výrobku umožňuje provedení žárového pozinkování ponorem, tj. velikost a hmotnost výrobku, vyloučení nebezpečných kapes, dutin, otvorů, oddrenážování všech otvorů a dutin, odolnost vůči tepelné deformaci a praskání svarových spojů při technologickém procesu pozinkování, a další (viz přílohy B a C normy ISO 1461).
- Slučitelnost s vrchními nátěry (viz norma ISO 12944-5 a rozvinutí dále v textu).
- Případné poškození vrchních nátěrů nezpůsobí nepřijatelnou korozi zinku včetně kontaminace produktů, prostředí atd., např. umístění v prostředí s agresivními chemickými vlivy, potravinářský průmysl, výroba čistých chemikálií, léčiv atd.

Informace o vhodnosti pro technologii žárového pozinkování ponorem poskytne každá zinkovna. O slučitelnosti s vrchními nátěry podají nejlepší informace sami výrobci nátěrových hmot. Tvůrce duplexního systému by se neměl vyhýbat jakémukoliv zdroji objektivních informací.

Tloušťky zinkového povlaku. Jsou normovány v tabulkách 2 a 3 normy ISO 1461. Jsou rozdílné pro rozdílné tloušťky pozinkovaného materiálu, v minimálních hodnotách od 35 do 70 μm pro výrobky, které nebudou odstředovány, a v minimálních hodnotách od 25 do 55 μm pro výrobky, které budou odstředovány. Je sice možné sjednat tloušťky jiné, avšak s rozumem, technologie má pouze omezené možnosti, a ani stromy nerostou do nebe. I ta nejnižší normovaná tloušťka je však pro duplexní systémy dostatečná, poněvadž v něm rozhodující ochrannou roli musí dostat dostatečně robustní nátěr jako účinná bariéra.

Příprava povrchu zinku před natíráním. Tvůrce duplexního systému by měl mít spolehlivě ověřeno, jakým způsobem připravit povrch zinku před natíráním. Přestože jak technologie žárového pozinkování v tavenině, tak technologie výroby barev a zhotovování nátěrů jsou již dlouho vyvinuty a užívány, stále nelze exaktně určit, že daná barva je vhodná na zinkový povlak z dané zinkovny, rozdíly jsou vysoké a spolehlivých výsledků lze dosáhnout pouze dlouhodobým ověřováním a praktickým používáním. K této problematice se vyslovuje norma ISO 12944-4 ve článku 12, avšak poměrně opatrně:

- Vadné nebo poškozené plochy zinkových povlaků mohou být opraveny tak, že se obnoví ochranná schopnost zinkové vrstvy. Znečištění u nevětraných žárově zinkovaných povlaků, např. tuky, mastnoty, zbytky tavidla nebo značení, musí být odstraněny.
- Zinkové povlaky mohou být lehce přetryskány nekovovými otryskávacími prostředky. Jiný postup musí odpovídat specifikaci. Přípustný úbytek tloušťky povlaku max. 10 μm.
- Po lehkém otryskání musí být zinkový povlak neporušený a bez mechanického poškození. Z pozinkovaného povrchu musí být odstraněny nanesené a ulpělé nečistoty, které by mohly snižovat životnost zinkového povlaku a následně aplikovaného nátěrového systému.
- Příklady nepravidelností zinkového povlaku jsou podtekliny nebo plochy se silně překročenou tloušťkou, póry, nedostatečná přilnavost mezi zinkem a ocelí, úkapy zinku a popel zinku.

- Po lehkém otryskání musí mít povrch stejnoměrně matný vzhled. Drsnost povrchu a minimální zbytková tloušťka musí být odsouhlaseny zainteresovanými stranami.
- Na žárově zinkovaných plochách, které byly vystaveny povětrnostním vlivům, může docházet k tvorbě korozních produktů (bílá rez) a schromažďování nečistot. Takové povrchy musí být upraveny vhodnými metodami. Jejich volba závisí na charakteru a rozsahu znečištění. Oxidační produkty, některé soli a jiné nečistoty mohou být odstraněny umytím čistou vodou s obsahem detergentu a s použitím abraziva naneseného na plastovém nosiči s následujícím důkladným očištěním horkou vodou. Alternativně je možné k čištění použít horkou vodu, tlakovou vodu, páru, lehké otryskávání, ruční nebo mechanizované čištění.

Norma tedy jednoznačné stanovisko nedává, naopak dává značnou volnost projektu a smlouvě. To potvrzuje, znovu opakují, že tvůrce duplexního systému by měl mít celou záležitost spolehlivě ověřenu. Jakékoliv improvizace, svévole, nedbalosti se mohou zle vymstít. Ani potřebné postupy, ani potřebné hmoty by neměly být uplatňovány bez nezvratitelného důkazu, že zhotovitel / dodavatel je spolehlivě, bezpečně a ekonomicky zajistí. Normativní výraz „Jiný postup musí odpovídat specifikaci“ například různí výrobci barev definují různě, jako: umýt vysokotlakovou čistou vodou a odmastit, okartáčovat, omývat a třít amoniakálním roztokem, zdrsnit lehkým otryskáním (sweeping). Ani jeden z nich dnes nedoporučuje ponechání zinkového povrchu zvětrat na volné atmosféře, naopak požadují bezvýhradně odstranění bílé rzi. Technologicky nejjednodušším řešením je chránit povrch čerstvého zinku před znečištěním a bez další úpravy na něj použít barvu, která spolehlivě drží, poněvadž každá další pracovní operace dílo významně zdražuje. Jsou vhodné barvy, ale není jich mnoho. Pokud je nutné mít jistotu, vhodným řešením je sweeping.

Povlaky nátěrů na podklady žárového zinku udávají tabulky B.3 a D.1 normy ISO 12944-5. Zahrnují atmosférická prostředí C2 až C5-I a C5-M, a očekávané životnosti nízká (L) až velmi vysoká (VH). Uváděné nátěry jsou jedno ale i vícevrstvé a dosahují tloušťek 80 až 240 μm . Je důležité uvědomit si, že jako vhodné jsou doporučeny pouze barvy akrylátové, epoxidové a polyuretanové (v poznámkách k tabulkám jsou doplněny rovněž vrchní barvy siloxanové, polyaspartanové a fluorpolymerové), a to bez aktivního zinkového pigmentu. Norma neuvádí barvy olejové a alkydové, a to proto, že na povětrnosti se zinkem v podkladu reagují a korozní zplodiny způsobují slupování nátěru. Rovněž neuvádí dříve hodně prosazované barvy vinylové. Znovu zdůrazňuji, ani tentýž zinek ze dvou zinkoven, ani tatáž barva ode dvou výrobců nejsou stejné, vždy by měl být ověřen celý systém. Na příklad z vlastní praxe – vysokosušinná epoxidová barva od jednoho výrobce vykazovala po 1 roce vystavení účinkům povětrnosti přilnavost odtrhem přes 6 MPa, zatímco od jiného za stejných podmínek pouhých 2,5 MPa. „Nevypočitatelně a svéhlavě“ se chovají zejména barvy polyuretanové, a proto většina výrobců je příliš ochotně nenabízí. Slupujících se a jinak vadných nátěrů na zinkovaných podkladech můžeme vidět nepřeberné množství, na rozdíl od běžně prezentovaného názoru o nejakostní práci natěračů musím konstatovat, že jde častěji o nesprávně navržený nátěrový systém, který ani dokonalý natěrač nemůže zachránit. Upozorňuji dále, že i další vlivy by měly být do rozhodování zahrnuty, jako příklad uvádím ochranu střechy na sluncem ozářené straně.

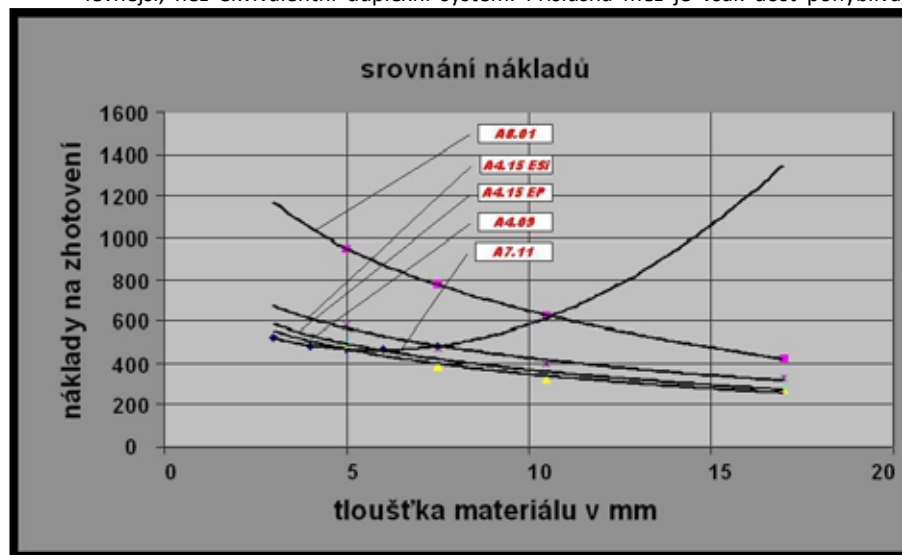
Ekonomická rozvaha možných řešení. V zásadě jde o vytvoření více návrhů srovnatelných ochranných systémů a o jejich následné technické, technologické a ekonomické srovnání. Předkládám návrh ekvivalentních ochranných systémů, přičemž předpokládám, že technicky a technologicky je bezproblémový. Je provedena jednoduchá ekonomická rozvaha (doporučuji, aby pečlivou podrobnou rozvahu si provedl čtenář). Srovnávám:

- **A7.11** Zn ISO 1461 + 1x 80 μm EP (80 %) + 1x 80 μm PUR (65 %)
- **A8.01** met.Zn 80 + 1x 80 μm EP (80 %) + 1x 80 μm PUR (65 %)
- **A4.09** 1x 160 μm EP (80 %) + 1x 120 μm PUR (65 %)
- **A4.15** 1x 40 μm EP-Zn + 1x 120 μm EP (80 %) + 1x 80 μm PUR (65 %)
- **A4.15** 1x 80 μm ESi-Zn + 1x 80 μm EP (80 %) + 1x 80 μm PUR (65 %)

Náklady na pořízení všech hmot i zhotovení všech postupů jsou na stávající průměrné tuzemské úrovni, a jsou pro bezproblémové srovnání přepočítány na jednotkovou plochu 1 m^2 . Členitost a robustnost upravovaného povrchu je vyjádřena tloušťkou materiálu. Při tom platí: tl. 5 mm = OK typ II. = 52 m^2/t , tl. 7,5 mm = OK typ III. = 34 m^2/t , tl. 10,5 mm = OK typ IV. = 24 m^2/t , tl. 17 mm. = 15 m^2/t . Výsledky jsou uvedeny v grafu, a jednoznačně z nich vyplývá:

- Pro subtilní konstrukce a ocelové výrobky je žárově zinkování ponorem levnější úpravou, než otryskání a základní nátěr, pro takový případ jsou duplexní systémy levnější, než samotné ekvivalentní nátěrové systémy.
- Pro robustní ocelové konstrukce je žárově pozinkování v tavenině nákladnější, než otryskání a základní nátěr, nátěrový systém bude levnější, než ekvivalentní duplexní systém. Příslušná mez je však dost pohyblivá, poněvadž významně závisí na zinkovně, na typu nátěrového systému, na dodavateli nátěrových hmot i na zhotoviteli nátěrového systému.

c) Jakékoliv následné úpravy povlaků žárového zinku se výrazně projevují ve zvýšení nákladů na zhotovení duplexních systémů a znevýhodňují je oproti nátěrovým systémům.
d) Povlaky s podkladem žárově stříkaného kovu jsou vždy nejdražší variantou.



Na závěr jen stručně. Duplexní systémy mají svůj nezastupitelný význam a stále dosud nejsou v naší technické praxi doceněny. Jejich použití je zejména v oblasti ocelových konstrukcí a výrobků. O jejich úspěšném použití, stejně jako o použití jiných ochranných systémů, by však vždy měla rozhodnout technická, technologická a ekonomická analýza.

Výhody a nevýhody indentačních zařízení pro měření tvrdosti a pevnosti materiálu

Ing. Maxim Puchnin, Ph.D.

Existuje několik principiálně odlišných způsobů zkoumání mechanických vlastností materiálů, a to již od návrhu designu až po konečnou kontrolu kvality a životnosti součástí strojů, konstrukcí a povrchu materiálu. Z metodologického hlediska lze takové zkoumání provádět nedestruktivním, semidestruktivním nebo destruktivním způsobem. Nedestruktivní a semidestruktivní metody nacházejí alternativní uplatnění k standardně zavedeným destruktivním metodám, neboť umožňují provedení zkoušek i bez speciálně vyrobených vzorků, přímo na konstrukční součásti, případně i za provozu, což je časově a ekonomicky velmi výhodné.

Do skupiny semidestruktivních metod ještě lze přiřadit vnikací nebo indentační techniky u kterých dochází k plastické deformaci zkoumaného materiálu v lokálním objemu, bez porušení funkčního celku konstrukce nebo součásti. U takových experimentů se využívá lokální zatížení pomocí testovacího zařízení, jehož měřicí prvky musí mít vysokou citlivost a rozlišovací schopnost. Kromě toho moderní testovací zařízení s vysokou stabilitou pracuje na základě pokročilé automatizace na hardwarové i softwarové úrovni.

Výhodou takových testovacích zařízení je kompaktní provedení a jejich mobilita. Což umožňuje provedení komplexních testů s vysokou přesností a získání širokého spektra materiálových veličin, jako jsou hodnoty tvrdosti, meze pevnosti, meze kluzu, modulu pružnosti, energie elastické a plastické deformace s exponentem a koeficientem deformačního zpevnění. Tuto metodu lze nazvat instrumentovanou zkouškou tvrdosti materiálů na základě vtlačování indentoru. Základním údajem získávaným v průběhu této zkoušky je závislost (1), která popisuje charakteristické chování materiálu na základě elastické, elasticko-plastické a plastické deformace:

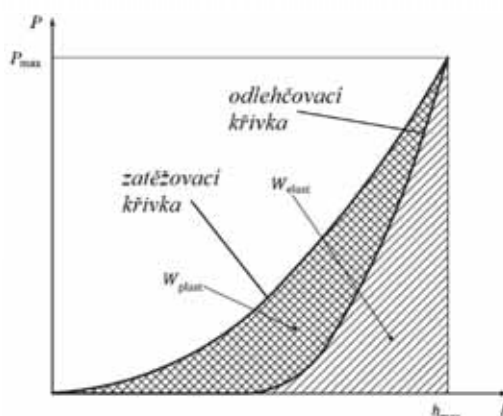
$$P = f(h) \quad (1)$$

kde

P – je průběžná hodnota aplikovaného zatížení

h – je odpovídající hloubka vtisku

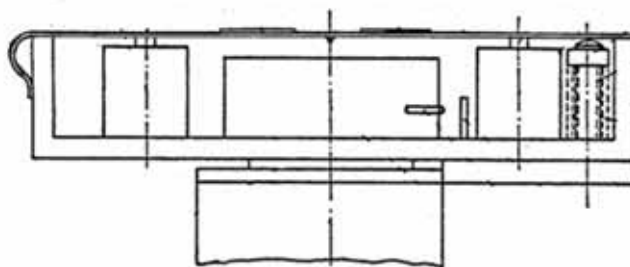
Tato závislost je více známa v její grafické formě, která se nazývá indentační křivka nebo křivka zatížení-hloubka vtisku viz Obr. 1.



Obr. 1: Indentační křivka – plastická a elastická část práce vnikacího procesu; upraveno z [1]

Měřicí zařízení, používané pro uvedený druh zkoušení materiálu, obsahuje snímače zatížení a posuvu indentoru nebo snímač hloubky vniknutí. Existují různé metody zatížení indentoru, například hydraulické, pneumatické, elektromechanické s použitím elektrických motorů se zubovou převodovkou nebo s řemenovým převodem, elektromagnetem anebo piezoelektrickými prvky, mechanické s použitím závaží, pomocí klikových a pákových mechanismů. Hydraulické a pružinové měřiče zatížení, piezoelektrické prvky, kapacitní a tenzometrické snímače jsou používány pro měření hodnot zatížení. Metody založené na laserové optice a elektro-optické mechanice, kapacitní, potenciometrické, elektromagnetické, piezoelektrické a tenzometrické snímače, jsou často využívány pro záznam hloubky vtisku neboli aktuálního lineárního posuvu indentoru během indentační zkoušky.

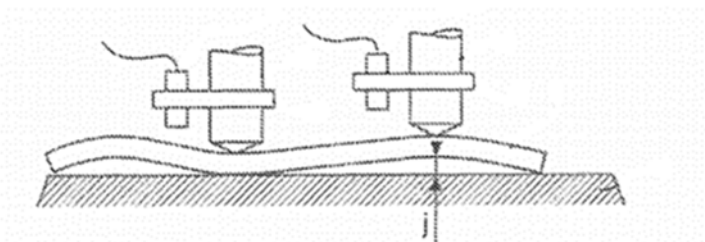
Existují zařízení, které realizují instrumentovanou indentační metodu s vysokou přesností a opakovatelností procesu měření, které mají velké rozměry a jsou často omezené rozsahem používaného zatížení anebo rozměrem indentoru. Například Ashinger [2] popisuje možnost využití tenzometrických snímačů, které jsou připojeny k pružnému ramenu, pro registraci nízkých hodnot zatížení a posuvů indentoru viz Obr. 2.



Obr. 2: Indentační zařízení s pružným ramenem; upraveno z [2]

Napetschnig [3] navrhuje vertikální umístění pružného ramene. U zařízení Fohey [4] je realizován krátký měřicí obvod měření posuvu, kde je zatěžován pouze držák indentoru a indentor, což je nejnižší nalezený počet prvků mezi snímačem a indentorem, které se deformují. Borgersen [5] realizuje pákovým mechanismem odpočet parametru zatížení.

V patentu [6] je popis měřicího zařízení pro zkoušení indentační metodou kovových plechů viz Obr. 3. Měření pohybu se provádí s použitím tří LVDT snímačů posuvu, umístěných v blízkosti indentoru, kde konečný signál je zprůměrován. Tento systém neřeší otázku deformace sousedních komponentů indentoru. Měření pohybu třemi senzory upevněnými v blízkosti indentoru bude ovlivněno deformací zatížených součástí zařízení, což bude podstatné pro měření plechů, kde se vyžadují malé hodnoty zatížení. Je třeba brát v úvahu, že se také komplikuje konstrukce a zvyšují se nároky na manipulaci. Patent [7] popisuje ruční indentační zařízení se stejným principem měření pohybu. Další patent [8] popisuje jak indentační soustavu, která se může připojit k různým zatěžovacím mechanismům, tak počítačový systém pro provedení měření, zpracování dat a vyhodnocování výsledků. Soustava se skládá ze dvou částí. V horní části je siloměr, indentor a snímač posuvu. V dolní části je držák pro uchycení vzorku a zrcadlo snímače posuvu. Snímač posuvu je umístěn mimo osu zatížení, což může být důvodem toho, že měření bude ovlivněno deformací komponentů soustavy, a manipulace se vzorkem nebo provedení měření v simulovaném prostředí bude velmi obtížné.



Obr. 3: Indentační zařízení pro zkoušení kovových plechů; upraveno z [6]

Indentační zařízení ZWICK, dostupné z [9], je založené na patentu [10] a dalších patentových dokumentech. Toto zařízení má indentační hlavici, která je součástí vlastního zatěžovacího mechanismu s tím, že se na jejím krytu nachází snímač posuvu. Měření geometrie vtisku zabezpečuje optický systém v kombinaci s manuálním nebo motorizovaným stolem viz Obr. 4. Elastická deformace způsobená zatížením systému ovlivňuje přesnost odečítaných hodnot ze stupnice. Zařízení umožňuje použití různých indentorů, je plně automatizované, ale kromě hodnot tvrdosti a indentační křivky se nezískávají žádné další mechanické vlastnosti.



Obr. 4: Indentační zařízení ZWICK; upraveno z [9]

Závěr

V článku jsou stručně popsány výhody a nevýhody indentačních zařízení, uveden popis a rozbor jejich konstrukčních a měřicích prvků. Na základě těchto studií je vidět, že indentační zařízení mají velkou perspektivu pro použití v případě rychlé kontroly změn mechanických vlastností materiálů a součástí konstrukce za účelem inspekce nebo potvrzení správnosti technologického postupu výroby.

Poznámka redakce: Text je pokračováním předchozího článku autora, ve kterém se vysvětluje a experimentálně potvrzuje fyzikální podstata měření tvrdosti a přepočtu hodnot tvrdosti na pevnost (viz Povrchář č.6 ročník 2020).

Použitá literatura:

- [1] ČSN EN ISO 14577-1 Kovové materiály – Instrumentovaná vnikací zkouška stanovení tvrdosti a materiálových parametrů – Část 1: Zkušební metoda. Praha: Český normalizační institut, 2016.
- [2] Micro hardness tester. Původce vynalezu: H. Aschinger, E. Kubasta, A. Wagendristel, H. Bangert, E. Tschegg. Publication info: US 4304123, 1981.
- [3] Portable material hardness tester. Původce vynalezu: F. Napetschnig. Publication info: US 4245496, 1981.
- [4] K. J. LAW ENGINEERS, Inc. Penetration hardness tester with digital readout. Původce vynalezu: Donald R. Fohey. Publication info: US 4182164, 1980.
- [5] KING TESTER CORPORATION. Portable hardness tester. Původce vynalezu: R. Borgersen, James G. Mullen. Publication info: US 4312220, 1982.
- [6] UNIVERSITE DE RENNES 1. Continuous or instrumented indentation device with convex bearing surface and use thereof, particularly for metal sheet indentation. Původce vynalezu: G. Mauvoisin. Publication info: US 8621903, 2014.
- [7] UNIVERSITE DE RENNES 1. Continuous or instrumented indentation device. Původce vynalezu: G. Mauvoisin. Publication info: US 9228928, 2016.
- [8] MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. Depth sensing indentation and methodology for mechanical property measurements. Původce vynalezu: S. Suresh, J. Alcalá, Antonios E. Giannakopoulos. Publication info: US 6134954, 2000.
- [9] Tvrdoměry ZHU zwickLine 0.5/Z2.5 a ZHU zwickLine 2.5/Z2.5 [online]. Dostupné z: https://www.zwickroell.com/-/media/files/sharepoint/vertriebsdoku_br/15_303_hardness_testing_with_zwickroell_fp_en.pdf
- [10] ZWICK GmbH. Apparatus for hardness testing. Původce vynalezu: R. Meyer. Publication info: GB 2 161 279, 1986

Čištění dílů vytištěných na 3D tiskárnách

Rösler Oberflächentechnik GmbH



Plastové komponenty tištěné práškovými systémy 3D tisku vyžadují úplné odstranění zbytkového prášku a přípravu povrchu která je zásadní pro kvalitu následných výrobních operací, jako je lakování nebo povlakování. AM Solutions - 3D post processing technologie, divize skupiny Rösler specializující se na post processing, kompletně přepracovala svůj systém S1. Tato cenově výhodná jednotka plug-and-play je ideální pro automatické odstraňování prášku a čištění malých až středně velkých objemů obrobků.

Nová konstrukce stroje umožňuje snadné přepnutí z automatického na manuální provoz bez časově náročného přestavování. To může být velmi výhodné pro opracování větších dílů. Obsluha musí pouze odblokovat otočný koš a přesunout jej do zadní části tryskací komory, čímž vznikne pracovní prostor pro ruční manipulaci a tryskání větších komponent. Tento promyšlený koncept zajistí, že se obsluha nedostane do kontaktu s pohyblivými částmi, stroje, takže nejsou nutné žádné další bezpečnostní prvky.

Automatické odstranění prášku – rychlé, spolehlivé a konzistentní

Integrovaný otočný koš umožňuje plně automatické zpracování dávek do objemu 25 litrů a maximální hmotnosti dávky 50 kg. Speciální konstrukce koše zajišťuje optimální rozložení a promíchání dílů během tryskání. To v kombinaci s výkvnými tryskami zaručuje účinné a šetrné tryskání dílů v krátkých cyklech.

V závislosti na dokončovacím úkolu může být provoz tryskání prováděn buď se skleněnými kuličkami, nebo s vhodným plastovým médiem. Jakmile je tryskací cyklus dokončen, tak na rozdíl od běžných otryskavacích komor, kde jsou trysky nakloněny nahoru, jsou trysky u S1 automaticky vyklopeny mimo prostor koše. Tím se zabrání tomu, aby veškerý prášek nahromaděný na držáku trysek spadl zpět do koše a následně znovu kontaminoval vyčištěné součásti.

Pro nakládání a vykládání se koš natáčí do velkorysého otvoru vpředu, ale zůstává zcela uvnitř tryskací komory. To umožňuje ergonomické nakládání a vykládání obrobků bez rizika kontaminace bezprostředního okolí stroje práškem.

V řízení PLC S1 lze uložit různé tryskací programy s parametry specifickými pro jednotlivé součásti, jako je tlak tryskání a otáčky koše. Tyto parametry jsou průběžně sledovány během celého procesu. Mohou být uloženy nebo přeneseny do systému vyšší úrovně. V případě odchylek od zadaných parametrů poskytuje PLC akustické nebo vizuální varování.

Integrovaná ochrana zdraví, práce a dílů

Dalším významným rysem modelu S1 je to, že vnitřek komory a otočný koš jsou vyloženy antistatickým polyuretanovým povlakem. Přesně definovaná tvrdost vyložení koše vylučuje jakékoli barevné znečištění obrobků. Když se prášek během procesu rozvíří, může vzniknout výbušná atmosféra. Dodavatelé zařízení často předávají tento potenciální problém provozovatelům zařízení s tím, že požadují, aby množství prášku přeneseného do stroje nepřekročilo určitou hranici. AM Solutions – Technologie 3D následného zpracování tento problém vyřešila využitím komponent, jako jsou motory a ventily, které jsou v souladu se standardy ATEX.

Vzhledem k relativně nízké emisi hluku ≤ 80 dB (A) - při tryskání 3 bary - a hermeticky uzavřenému systému lze stroje S1 provozovat bez ochranných brýlí a chráničů sluchu.

Efektivní klasifikace médií pro trvale dobré výsledky procesu

Kromě ovládacího panelu, PLC, filtrační jednotky a snadno vyměnitelného zásobníku médií má kompaktní systém S1 také integrovaný systém třídění tryskacího média. Skládá se z cyklónu a vibračního třídiče pro separaci prachu a rozbitého tryskacího média. Pouze trvale vysoká kvalita média zajišťuje vysoce kvalitní výsledky tryskání.

Nakonec je stroj vybaven dvěma pozorovacími okénky (pro automatické a ruční tryskání). „Vzduchová clona“ brání nárazu tryskacího média do okenních skel.

Svým promyšleným technickým designem splňuje tento nový model S1 nejen vyšší standardy bezpečnosti a efektivity procesů, ale také ochrany pracovního místa a zdraví zaměstnanců.



Nový systém S1 pro automatické odstranění prášku a čištění malých až středně velkých objemů 3D tištěných plastových komponent nabízí řadu technických funkcí. Tím je zajištěno, že úkoly následného zpracování lze zvládnout efektivněji, bezpečněji a důsledněji než s jinými zařízeními dostupnými na trhu.



Dalším významným rysem S1 je to, že vnitřek komory a otočný koš jsou vyloženy antistatickým polyuretanovým povlakem. Přesně definovaná tvrdost povlaku košů zabraňuje jakékoli barevné kontaminaci obrobků. Speciální konstrukce koše navíc zajišťuje optimální rozdělování a promíchávání dílů během tryskání. To v kombinaci s oscilačním pohybem trysek zaručuje účinné a šetrné tryskání dílů v krátkých cyklech.



Při vkládání a vykládání S1 se koš natáčí do velkého otvoru v přední části kabiny, ale zůstává zcela uvnitř tryskací komory. To umožňuje ergonomické nakládání a vykládání obrobků bez rizika kontaminace bezprostředního okolí stroje práškem.

Nátěrového systém vhodný pro extrémní klimatické podmínky

Ing. Martina Pazderová, Ph.D., Ing. Kateřina Titěrová, Michal Havlík – Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s., Praha

Ing. Jiří Sedlář – Colorlak, a.s.

Ing. Ivana Kupsák – Aircraft Industries, a.s.

Pomocí navržené metodiky byla ověřována vhodnost nátěrových systémů pro jejich použití v extrémních klimatických podmínkách. Výsledky dřívějších experimentů ukázaly, že vyvíjené nátěrové systémy mají velmi dobrou odolnost, přilnavost k substrátu a minimální změny vlivem prostředí. Problematickým bodem se ovšem ukázalo působení klima s velmi vysokou vlhkostí v kombinaci s přítomností soli, případně SO₂ a zvýšenému působení slunečního záření. V takovém případě docházelo k významnému poklesu přilnavosti systému a bylo nutné se zaměřit na zajištění odolnosti v daných podmínkách. Vzorky s aplikovanými systémy byly podrobeny sérii klimatických a následně i korozních zkoušek, které simulovaly extrémní prostředí. Po expozici byly vzorky hodnoceny vizuálně, zkouškami přilnavosti a měřením lesku a barevnosti.

Úvod

Vývoj byl zaměřen na vytvoření nátěrového systému, který si zachová svoje vlastnosti, jako jsou přilnavost k substrátu, stálobarevnost a lesk i při působení extrémních klimatických podmínek. Dalším z parametrů, na které byl brán zřetel, bylo ekologické hledisko. Byla tedy snaha hledat nátěrové systémy s nízkým obsahem těžkých organických látek. Jedním z prvních kroků bylo navržení metodiky zkoušení, která by zajistila důkladné prověření vlastností při extrémní zátěži. Ve spolupráci s Aircraft Industries, a.s. byla navržena série klimatických a korozních zkoušek, kterým byly vzorky podrobeny s následným hodnocením vizuálních změn, měřením přilnavosti, lesku a změn barvy.

Experimentální část

Jako substrát byly použity tři typy hliníkových materiálů, které se běžně používají v letectví – Al plát D16ATV, Al 2124 a Al 7475. Na vzorcích byla nejprve provedena předúprava povrchu, a to buď elox nebo chromátování. Na takto připravené vzorky byl následně aplikován základní nátěr a následně vrchní nátěr. Celková tloušťka vrstvy se pohybovala v rozmezí 70 – 130 μm. Byly testovány tři typy nátěrových systémů – S 2318 + U 2081, S 2318NG + U 2081 NG a LV EPS 620 + LV EM 050. V Tab. 1 jsou přehledně shrnuty všechny typy vzorků použité při srovnávání. Vzorky byly podrobeny sérii klimatických a korozních zkoušek (viz Obr. 1), simulujících hlavní typy prostředí a případů, jimž by mohl být daný nátěrový systém v praxi reálně vystaven. Před zahájením zkoušek bylo u všech vzorků provedeno vizuální hodnocení vlastností povrchu, měření lesku a barevnosti a na vybraných vzorcích byly provedeny zkoušky mechanické odolnosti nátěrového systému, tzn. zkoušky odtrhem a mřížkovým testem, podle příslušných norem. Další hodnocení probíhalo po ukončení série klimatických zkoušek a následně po každém týdnu působení korozního prostředí.

Prvním krokem zkoušení byla cyklická zkouška vlhkým teplem (ČSN EN 60068-2-30) se změnou teplot 25 a 55 °C a s krokem 1 °C.min⁻¹ o délce 56 dní. Následně byly vzorky exponovány 16 hodin v prostředí suchého tepla (ČSN EN 60068-2-2) při teplotě 85 °C, 16 hodin v chladu (ČSN EN 60068-2-1) při teplotě -65 °C a 3 cykly byly vzorky podrobeny zkoušce náhlé změně teplot (ČSN EN 60068-2-14), při níž byly vzorky v rámci jednoho cyklu exponovány po 2 hodinách při teplotě 85 °C a 2 hodiny při teplotě -65 °C. Poslední částí klimatických zkoušek bylo simulované působení slunečního záření (ČSN EN ISO 16474-1). Cílem této zkoušky bylo ověření vlivu slunečního záření na strukturu nátěrového systému a jeho přilnavost k substrátu, přičemž zkouška probíhala dle uvedené normy dle metody C. Vzorky byly ozařovány nepřetržitou dobu při teplotě 55 °C, nepřítomnosti vlhkosti a při ozáření 1090 W/m² ± 10 %, po dobu 56 dnů. Po tomto posledním kroku byla část vzorků odebrána na hodnocení, aby bylo možné ověřit vliv působení klimatu na celkovou odolnost systému substrát/nátěrový systém. Ostatní vzorky byly podrobeny intenzivním korozním zkouškám, simulujícím extrémní prostředí.

Tab. 1: Identifikace nátěrových systémů

Označení vzorku	Základní materiál	Povrchová úprava	Nátěr
01A	D16ATV	Elox 3 LeN 54 322 I-2 -EN 2101	S2318 + U 2081
02A	D16ATV	Chromátování dle LeN 54 251 I-1 -EN 12487	S2318 + U 2081
03A	2124 T851	Elox 3 LeN 54 322 I-2 -EN 2101	S2318 + U 2081
04A	2124 T851	Chromátování dle LeN 54 251 I-1 -EN 12487	S2318 + U 2081
05A	7475 T7351	Chromátování dle LeN 54 251 I-1 -EN 12487	S2318 + U 2081
01B	D16ATV	Elox 3 LeN 54 322 I-2 -EN 2101	S2318NG + U 2081NG
02B	D16ATV	Chromátování dle LeN 54 251 I-1 -EN 12487	S2318NG + U 2081NG
03B	2124 T851	Elox 3 LeN 54 322 I-2 -EN 2101	S2318NG + U 2081NG
04B	2124 T851	Chromátování dle LeN 54 251 I-1 -EN 12487	S2318NG + U 2081NG
05B	7475 T7351	Chromátování dle LeN 54 251 I-1 -EN 12487	S2318NG + U 2081NG
01C	D16ATV	Elox 3 LeN 54 322 I-2 -EN 2101	LV EPS 620 + LV EM 050
02C	D16ATV	Chromátování dle LeN 54 251 I-1 -EN 12487	LV EPS 620 + LV EM 050
03C	2124 T851	Elox 3 LeN 54 322 I-2 -EN 2101	LV EPS 620 + LV EM 050
04C	2124 T851	Chromátování dle LeN 54 251 I-1 -EN 12487	LV EPS 620 + LV EM 050
05C	7475 T7351	Chromátování dle LeN 54 251 I-1 -EN 12487	LV EPS 620 + LV EM 050

Výsledky a diskuze

Před expozicí

Před zahájením zkoušek byla u všech vzorků proměřena tloušťka povlaku. K měření byla použita metoda vířivých proudů. Vzorky byly vizuálně přezkoumány v dodaném stavu po 24 h kondicionování při laboratorní teplotě (25 ± 3) °C, při (50 ± 5) % RH vzduchu. Na dodaných vzorcích se vyskytovaly vady pouze v podobě ojedinělých vměstků a ve vzácných případech u pár kusů vzorků lehké nedotěrky na hranách. Dále byla proměřena barevnost a lesk (ČSN ISO 2813). Aby bylo možné ověřit změny způsobené vlivem prostředí, byla změřena přilnavost mřížkou (ČSN ISO 2409) a odtrhovou zkouškou (ČSN EN ISO 4624). Nátěrové systémy A a C byly v rámci všech pěti typů podkladových systémů hodnoceny na stupni 0 až 1. Nátěrový systém B měl u všech kombinací substrát/předúprava povrchu hodnocení na stupni 0.

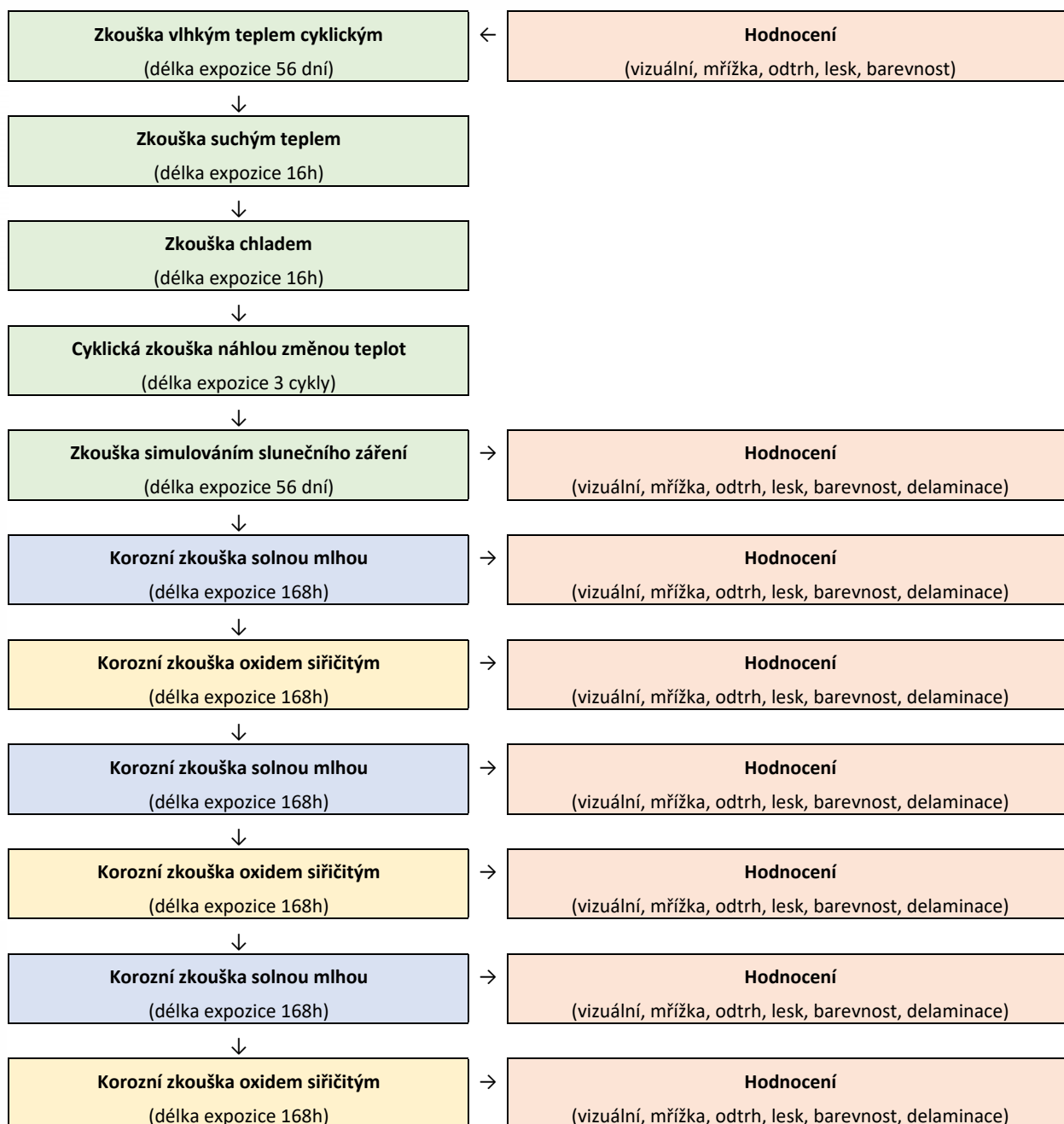


Schéma metodiky zkoušení a postupy vyhodnocení

Po expozici

Po ukončení cyklické zkoušky vlhkým teplem nebylo na žádném ze systému zjištěno puchýřování ani přítomnost jiného typu defektu povlaku. Na řezech zhotovených do povlaků před expozicí nedošlo u žádného ze systémů k delaminaci. Dále bylo zjištěno, že došlo pouze k minimálnímu snížení přilnavosti a většina systémů měla v mřížkové zkoušce vyhovující stupeň 1. Stejně tak i měření odtrhového napětí ukázalo, že došlo jen k mírnému snížení hodnot napětí. Klimatická část zkoušek představovala mírnější etapu ověřovacích testů, proto bylo rozhodující chování nátěrových systémů v prostředí s působením vysoké vlhkosti a agresivního prostředí. V tomto případě probíhal odběr vzorků a vyhodnocení vždy po týdnu působení a jednotlivé expozice byly střídány tak, jak je uvedeno na schématu na Obr. 1. Postupným působením střídavého korozního prostředí došlo k mírnému poklesu odtrhového napětí u systému B. V případě neexponovaných vzorků se hodnoty pohybovaly v rozmezí 2,68 – 3,53 v závislosti na substrátu a předúpravě povrchu, přičemž po expozici celého zátěžového cyklu došlo k poklesu hodnot maximálně o 10 %. V případě systémů A a C byly počáteční hodnoty odtrhového napětí nižší a pokles hodnot vlivem působení prostředí se pohyboval v rozmezí 20 – 30 %. Vyhodnocení přilnavosti pomocí mřížkové zkoušky ukázalo, že většina systémů měla i po působení korozního prostředí vyhovující stupeň 1, ojediněle došlo ke zhoršení na stupeň 2 v případě systému C. Průběžné hodnocení stálobarevnosti a lesku během působení jednotlivých prostředí ukázalo, že expozice v daných klimatech mají minimální vliv na barevné změny a lesk sledovaných nátěrových systémů.

Závěr

Cílem uvedené práce byl vývoj nátěrového systému vhodného pro aplikaci na kovové díly vystavené extrémním klimatickým podmínkám. Důležitým krokem bylo jednak zajištění výborné protikorozní ochrany, ale zároveň vysoké přilnavosti k substrátu. Velmi dobrá přilnavost k substrátu je nezbytnou podmínkou pro udržení vysoké odolnosti celého systému (tzn. substrát/nátěrový systém) a prodloužení životnosti konečného výrobku. Výsledky ověřovacích zkoušek ukázaly, že každý z jednotlivých kroků je velmi důležitý. Předúprava povrchu, která zajišťuje čistotu a následně dobrou přilnavost základní vrstvy, optimální čas mezi předúpravou a aplikací nátěrového systému, vhodně zvolená doba na „vyzrání“ nátěrového systému apod. Na základě navržené metodiky byla ověřena odolnost třech různých systémů, přičemž systém B se ukázal jako nejvhodnější pro aplikaci do prostředí se zvýšenou vlhkostí, působením korozního prostředí a slunečního záření.

Tento příspěvek byl vytvořen v rámci řešení projektu TE02000011 s finanční podporou TA ČR.

KDO JE ROZSOUDÍ III

Josef Ježek – JEVAN, Ledec nad Sázavou

Nechme stranou spory a podívejme se na pyramidy z Egypta optikou čísel, čili přetržitosti. „Cvičná“ Džoserova stupňovitá pyramida naznačuje, že číslo je pro ni důležité. **Šest stupňů**, také bez schodišť, nám něco chce říci. Už samotné toto přirozené číslo je První Dokonalou Dámou (PDD) mezi čísly. **Sudá čísla** starověk považoval za **ženská**. To proto, že se mohou bezezbytku rozpadnout na dva kvalitou rovnocenné jedince. Například gravidní **žena** na **Matku a Dítě**. Konkrétně u šestky je s tím trochu problém. Vznikne interakcí číselné Evy a prvorozeného číselného syna Kaina (**2x3**). U všech ostatních dokonalých čísel (dam) tato situace nenastává. Například u Druhé **DD** je to $4 \times 7 = 28$ (**DDD**). Nechci v tom hned vidět první dědičný hřích mezi přirozeními čísly nebo následně Kainovo znamení, ale je to první přirozené číslo (**Panna**), které dělá v mnoha ohledech velké potíže.

V souvislosti s pyramidami stupňovitými, kterých je po světě valná většina, musíme brát v úvahu jejich prostorovost. Nejedná se totiž o rovinné objekty, které je možné popsat jednoduše jako jakési trojúhelníkové objekty, ale o tělesa. Zde je problematika jejich popisu složitější. I u těch největších pyramid v Gíze je přece známo, že jsou stupňovité. Z mě neznámého důvodu je ale obkládali staří Egypťané bílými či růžovými mramorovými deskami, čímž vznikl dojem spojitého tvaru. Někdy také říkáme dokonalého (pravého) tvaru. Zjednodušeně řečeno, konstrukce pyramid je vždy stupňovitá. V Mexiku můžete navštívit centrum úžasných stupňovitých pyramid, kde proti sluneční pyramidě stojí pyramida měsíční. Ty názvy napovídají o tom, že by mohly mít něco společného s kosmickými tělesy takto pojmenovanými. Staré civilizace si libovaly ve vědách astronomických, poněvadž cítili účast božství, neměnnost zákonů jimi vytvořených. Sledovaly zejména slunovraty, které jim určovaly agrotechnické lhůty. Nyní bych se chtěl zabývat stupňovitými pyramidami **jednoznačného tvaru**.

Jednoznačnost spatřuji v tom, že **pyramida je postavena z bloků** (polyedrů) **téže velikosti a tvaru** a její obalovou plochou je hladká čtyřboká pyramida. Ideální tvar bloků představuje ortogonální kvádr čtvercového průřezu (třeba i krychle). Nyní si vytvořme geometrický aparát pro zkoumání takovýchto objektů. Použijme následující substituci (náhradu), kdy trojrozměrný kvádr změním v geometrický bod. Můžeme si to dovolit z mnoha důvodů. Body se od sebe navzájem nijak neliší, tak jako námi předpokládané kvádry. A potom, u těles obvykle hledáme **těžiště** (objemové nebo hmotnostní – tížiště), a to bývá jejich **nejdůležitější bod**, který **těleso zastupuje**. Každý jednotlivý kvádr pyramidy tedy představuje jediný geometrický bod, kterému můžeme bez obav **přidělit jméno**. Může to být křestní jméno v podobě pořadového čísla dané „rodiny“ a příjmení v podobě příslušnosti k nějaké societě (společnosti, rodině).

Body (kvádry) se při stavbě nějak vzájemně uspořádávají. Nejčastěji do přímočarých řad, kterým říkáme „**linie**“. Když pak stavba roste do výšky, je třeba jednotlivé vrstvy bloků (po zednicku šáry) také nějak rozlišovat. Proto jim všem v jedné úrovni říkáme „**hladina**“. No a těm sestavám bodů, které leží v jedné rovině, ale třeba šikmé k základně říkáme „**stěna**“. Na úvod je třeba zdůraznit, že **vrcholový blok** – říkáme mu také **pyramidion** – označujeme jako **aritmickou jednotku**, která má vzhledem k ostatním jménům výjimečné postavení a vlastnosti. Sama o sobě tvoří nejvyšší (první) hladinu pyramidy. Potom je také „**hrotem**“ čtyřech obalových stěn a počátkem všech vnějších spádní, včetně linií zvaných „**hrany**“. O aritmické jednotce víme, že každá její mocnina i odmocnina je stále sama sebou, jednotkou. Její součin nebo podíl s jakýmkoliv jiným číslem výsledek interakce nijak neovlivní, čísla se nedotkne.

Co říci k vlastní stavbě. Pyramida může být „**plná**“, což značí, že stavbaři odvedli poctivou práci a žádný blok neušetřili. Může být také „**skořápková**“, což zase značí, že bloky, které nejsou při kolaudaci vidět, ty prostě uvnitř chybí. Stavbaři je ušetřili a v pyramidě vznikla dutina. Diváci by chybějící bloky stejně nedokázali nazírat. Spotřeba na plnou pyramidu je **1; 5; 14; 30; 55; 91; 140; 204; ...**; bloků. Na pyramidu s dutinou pak spotřebujeme **1; 5; 13; 25; 41; 61; 85; 113; ...**; bloků. U skutečných pyramid se mnohdy opravdu nacházejí dutiny, o kterých buď nevíme, nebo nejsou viditelné. Viditelné bloky plné i skořápkové pyramidy lze značit, neboť každý blok ukazuje minimálně dvě čtyřúhelníkové plochy. Bloky nemusíme popisovat, pokud se smíříme se zobrazením těžišťovým – bodovým. Chceme-li ale jednotlivé bloky identifikovat (kvůli logistice), potom jim dáme křestní pořadová jména (čísla) buď v linii nebo v hladině, s příjmením linie či hladiny. Pokud ale chceme rozlišovat bloky ve stěnových hladinách, pak jim můžeme přiřadit křestní (pořadové) číslo této hladiny s příjmením hladiny (nebo stěny).

Jak vidět, pořádek musí být i při stavbě stupňovité pyramidy. Zejména ve skladech bloků. Protože, pokud nám má stupňovitá pyramida posloužit jako záznamový objekt, pak na ní můžeme hledět **shora (vertikální pohled)**, kdy vidíme všechny vnější kvádry současně, nebo se na ní můžeme dívat **z boku (horizontální pohled)**, a pak uvidíme pouze některé ze všech bloků pyramidy.

V bočním pohledu „stěnovém“ (hledíme na jednu trojúhelníkovou stěnu) jde o **součet prvních přirozených čísel „n“** (neboli počet těžišť uspořádaných do trojúhelníkové sítě), kdy „n“ je počet linií (hladin – stupňů) **pyramidy: Bloky jsou popsány jmény** (pořadovými čísly) ve stěně **od 1 do n**.

$$\Sigma \text{ všech jmen} = n \cdot (n+1) / 2 = (n^2 + n) / 2$$

Tento vztah je znám stovky let, ale mladý matematik **Gauss** nám jej připomněl historkou o **sčítání prvních přirozených čísel**. Číslo (n) je pořadové číslo (jméno) posledního bloku ve stěně, a když jej sečteme s prvním pořadovým – pyramidionem, dostaneme **pár (n+1)**. V součinu s polovinou počtu sčítaných čísel (**n/2 - párů**) dostáváme **celkový součet jmen ve stěně**. Jistě si všimáte toho, jak se snadno splete pojem „jméno a počet“. **Jméno je číslo „ordinální“**, tedy pořadové. Absolutní počet něčeho (třeba i jmen) je číslo „**kardinální**“, číslo množství.

V pohledu bočním (horizontálním) „**hranovém**“, kdy se díváme na pyramidu **ve směru úhlopříčném**, můžeme odvodit dva vztahy pro součet čísel dvou kvalit. Jestliže vnímáme na tomto pohledu dvě sousední trojúhelníkové stěny pyramidy tak, že jeden je originál a druhý je jeho zrcadlový odraz (zrcadlová plocha prochází protilehlými hranami), potom v součtu počtu zobrazených těžišť dostáváme součet prvních „n“ sudých čísel (**2n**). Číslo „n“ je libovolné přirozené číslo označující pořadové číslo hladiny sudého čísla.

$$\Sigma \text{ bloků } (2n) = n \cdot (n+1) = n^2 + n$$

Součet sudých čísel do hladiny sudého čísla „n“ představuje dvojnásobek všech přirozených čísel ($\Sigma \text{ všech jmen}$)

Druhý boční pohled hranový ve směru úhlopříčném je oproštěn od zrcadlové stěny, a realisticky ukazuje pouze jednu hranu, vytvářenou rohovými bloky, na něž navazují další stěnové bloky. V tomto ohledu tedy v každé hladině vidíme lichý počet bloků, neboť ten rohový (hranový) blok počítáme pouze jednou. Součty bloků v liniích představují číselnou řadu lichých čísel: **1; 3; 5; 7; ...** Jestliže ale chceme znát celkový součet prvních lichých čísel v tomto zobrazení pyramidy, potom musíme znát počet bloků v poslední hladině. A ten je dán druhou mocninou počtu bloků „n“ v jedné linii poslední hladiny.

$$\Sigma \text{ bloků } (2n-1) = n^2$$

Jak je vidět, stupňovitá pyramida naznačuje možné **součty řad tří kvalit**.

Pokud bychom postavili pyramidu z bloků ve stylu „**Džosérovy**“ stupňovité pyramidy ještě s malým chrámem na šestém stupni, potom bychom **v bočním stěnovém pohledu** napočítali **28** kvádrů. To je dost blízko **Měsíčnímu cyklu**. Pokud bychom postavili stupňovitou pyramidu **o třinácti stupních**, potom bychom v bočním stěnovém pohledu napočítali **91** bloků. Na každé políčko bychom mohli **každý den ráno** napsat **pořadové číslo**. Stejně tak na zbývajících třech bočních stěnových pohledech by bylo možné zapsat každý nový den následující pořadová čísla. Až bychom popsali všechny boční plochy kvádrů pořadovými čísly, na kvádr na samém vrcholu (pyramidionu) bychom mohli napsat shora pořadové číslo **365**. Věděli bychom, že právě uplynul **jeden solární rok**. Tím chci jenom říci, že stupňovité pyramidy by se mohli hodit k záznamu prošlých dnů, kvartálů (čtvrtletí) jako jakési **diáře či kalendáře**.

Vzhledem k tomu, že na stupňovitých pyramidách máme k dispozici velký počet záznamových ploch, byla by škoda jich nevyužít k výuce aritmetiky či algebry. Už samotné uspořádání záznamových ploch do trojúhelníkového schématu vyzývá k využití. Jestliže postupně očíslováme kvádry od prvotního (pyramidionového) jedním stylem, zleva doprava, potom na **pravé spádnici** se objevují čísla 1; 3; 6; 10; 15; 21; 28; 36; ..., která uzavírají linie jednotlivých hladin. Těmto číslům říkáme **trojúhelníková**, tak, jak je nazval sám velký **Pythagora**. Všimněte si, že se střídá vždy dvojice lichých čísel s dvojicí sudých trojúhelníkových čísel. Mezi sudými se nacházejí všechna velmi ceněná čísla, která byla nazvána „**Dokonalými**“ (**DDD**). Součet všech jejich dělitelů je roven číslu samotnému. Není jich moc, **starověk jich znal šest**. Díky výkonným počítačům je dnes počítáme na desítky až stovky.

Pokud se podíváme blíže na horizontální hladiny pyramid, pak s jistotou přiznáme, že počet bloků nebo těžišť odpovídá druhé mocnině pořadového čísla hladiny. Starověcí filosofové a matematici si to uvědomovali, a tak mohli s klidným svědomím říci, že **třetí** hladina **se čtvrtou** hladinou mají dohromady stejnou plochu (počet bloků) **jako hladina pátá**. A také věděli, že to platí pro všechny jejich přirozené násobky (**6+8=10; 9+12=15; ...**). To samé platilo a platí i pro jiné trojice. A to nejen jejich součet ploch, ale i rozdílů, jako například (**17-8=15; 13-5=12; ...**). Tyto pyramidy nabízejí spoustu aplikací pro různé výpočty. Například přehled koeficientů binomického rozvoje, aritmetické a geometrické řady všeho druhu apod. Kdysi jsem o tom napsal obšírnější zprávu s názvem „**Počítače doby kamenné**“. Na závěr bych ale chtěl upozornit na to, že mnohdy je, zejména politiky, používán obrat „**Ten problém je něco jako řešení kvadratury kruhu**“. Souhlasím, že kvadratura kruhu nebyla nikdy zdolána pomůckami, jako je pravítko a kružítko, jak byla ve starověku tato úloha zadána. Mezi tím matematici našli různé formule, jak zjistit potřebné hodnoty. A zde se ve stručnosti pokusím kvadraturu kruhu vyřešit. Použiji k tomu buď spojitou nebo přetržitou (stupňovitou) pyramidu. Obojí je možné.

Pro začínající muzikanty existuje přístroj, kterému říkáme **metronom**. Těm nejmladším má dostat do uší a pod kůži časové intervaly takovým způsobem, aby v budoucnu pravidelný rytmus byl pro ně samozřejmostí. **Metronom jsou** vlastně **hodiny**, jejichž ručka představuje kyvadlo, a které akusticky i opticky oddělují stále stejný čas. I my si představme **pyramidu jako časový stroj**, který má čtyři ukazatele (ručky) na svých čtyřech stěnách, otočně uchycené buď na samém vrcholu pyramidionu u hladké pyramidy, nebo v těžišti vrcholového bloku u stupňovité pyramidy. Základna pyramidionu nebo vrcholového bloku představuje jednotkovou délku. Bloky čtvercové základny, sesazované natěsně k sobě v jednotlivých hladinách, vytváří síť těžišť, jejichž vzájemná odlehlost odpovídá právě základně pyramidionu nebo délce základové hrany každého bloku. Můžeme říci, že těžiště všech bloků leží v horizontálních i stěnových hladinách stupňovitých pyramid, které se tímto „stávají hladkými pyramidami“. To jen na úvod, že není rozdíl mezi těmito dvěma obrazy pyramid.

Pokud na povel (současně) spustíme všechny čtyři ukazatele na čtyřech stěnách pyramidy ze základní polohy, ty překmitnou do druhé své krajní polohy, a vykonají tak v první hladině oblouk odpovídající jednotkové délce pyramidy. Vzhledem k tomu, že pohybu nedodáváme žádnou energii, je brzděn (tlumen), pak stejnou jednotkovou délku kmitu musíme měřit ve třetí hladině. Po vykonání jednotkové délky se kyvadélko (ručka) zastaví a zase vrátí zpět, ovšem uraženou jednotkovou délku měříme v páté hladině. Děj s kyvadélkem se stále opakuje podle popsaného programu. Po nekonečném počtu kroků se kyvadélko zcela zastaví. Na poslední hladině pyramidy (je v nekonečnu), ručka ukazuje hodnotu **0,785...** z délky hrany této hladiny. Poněvadž jsme ji naměřili na čtyřech cifernících (stěnách) pyramidy, musíme je sečíst. Potom dostaneme iracionální hodnotu **3,14** ... z délky obvodu základny nekonečné pyramidy. Tuto hodnotu dostaneme nejenom na hladké pyramidě Cheopsově v Gíze (jak se domníval pan **Taylor**), ale na všech pyramidách hladkých i stupňovitých. Hodnotu blízkou dostaneme už po šesti celých kyvech (tam a zpět), kdy představuje číslo **3,2**...

Kdo by si pomyslel, k čemu všemu se ještě mohou pyramidy hodit. Kdoví, zdali jejich stavitelé tušili, že právě hladká nekonečná pyramida může stát u vyřešení **jednoho ze tří neřešitelných problémů starověku**, kvadratury kruhu. K přibližné hodnotě čtvrtiny Ludolfova čísla dojdeme zakreslením jedné stěny pyramidy (trojúhelníkové) na pracovní rovinu. Vystačíme pouze s provázkem. Základnu této trojúhelníkové stěny doplníme na čtverec (**a x a**), představující **základnu pyramidy**. Obdélník v něm zakreslený má rozměry (**a x 0,785a**). **Kruh vepsaný do základny pyramidy** má právě plochu zakresleného obdélníku (**a=2r**). Pokud vám nestačí rovnost plochy kruhu s obdélníkem, pak náš pan **učitel** z Alexandrijské školy, **Euklides**, umí snadno z obdélníku udělat čtverec téže plošnosti. Namaluje si pravoúhlý trojúhelník (pomocí provázku) tak, že **přeponu** udělá o **délce p (p= a+0,785a)**, rozpůlí ji (najde střed) a z něj opiše nad přeponou kružnici. Potom ve spoji délek (úseků přepony) vztýčí kolmici (**výšku v**), která protne kružnici v pravoúhlém bodě trojúhelníku. A právě **délka výšky je stranou čtverce (v x v)**, který má **shodnou plochu jako kruh vepsaný do základny pyramidy**. Kvadratura kruhu je dokončena.

Odborné vzdělávání

Certifikace pracovníků v oblasti protikorozních ochran a povrchových úprav

Ing. Jan Kudláček, Ph.D. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Odborná úroveň osob vykonávající odborné a manažerské činnosti v našich oborech a jejich řádná způsobilost musí být pro bezproblémové vykonávání kvalifikovaných prací s certifikací podle platné legislativy a v souladu se změním standardu APC Std-401 „Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozní ochrany“.

Certifikovaní pracovníci musí mít, stejně jako v jiných oborech, teoretické a praktické vědomosti v rozsahu, ve kterém provádějí činnosti při práci projekční, inspekční, při hodnocení rizik a při práci řízené odborných pracovišť tohoto zaměření.

Kvalifikace a certifikace v tomto oboru představuje nejen splnění požadavku dostatečné praxe, ale též absolvování dokumentovaného školení ve schváleném školicím středisku a fyzickou (zrakovou) způsobilost.

Způsobilost pracovníků a jejich pravomoce odpovídají stupni absolvovaného studia (Korozní technik, Korozní technolog, Korozní inženýr – není podmíněno vysokoškolským stupněm vzdělání, ale poukazuje na skutečnost, že jde o velmi zkušeného pracovníka v oboru s vysokými teoretickými, praktickými a manažerskými znalostmi schopného vykonávat odborné práce ve specifických zaměřeních protikorozní ochrany a povrchových úprav na nejvyšší úrovni). Což je dáno kombinací praxe a teoretických vědomostí z protikorozních ochran a povrchových úprav.

Každoročně je na FS ČVUT v Praze, již více jak 15 let pořádáno v rámci celoživotního vzdělávání ucelené dvousemestrové studium „Povrchové úpravy ve strojírenství“, které umožňuje doplnit si potřebné vědomosti o nové poznatky a získat certifikovanou kvalifikaci „Korozní inženýr“.

Studijní skupina v počtu 20 posluchačů se zúčastňuje dvoudenních výukových bloků cca jedenkrát za měsíc, tedy celkově 12 krát během celého studia. Posluchači tak vyslechnou přednášky více jak 2é specialistů z oboru protikorozních ochran a povrchových úprav. K přednesené látce obdrží odborné texty ke všem probíraným okruhům učiva. Celkově v rozsahu 160 hodin přednášek, cvičení a exkurzí.

Harmonogram studia.

Bližší informace o tomto studiu včetně harmonogramu na www.povrchari.cz nebo na emailu jan.kudlacek@fs.cvut.cz

Zahájení studia je předpokládáno letos na květen 2021

Fakulta strojní ČVUT v Praze
ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy
nabízí technické veřejnosti v rámci programu
celoživotního vzdělávání
studijní program:

POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ

Po absolvování tohoto studia lze způsobilost a získanou kvalifikaci
v tomto oboru prokázat certifikací
dle standardu APC Std-401 - Korozní inženýr

Zahájení výuky - **posunto na květen 2021**



Bližší informace, včetně učebních plánů a přihlášky, získáte na
www.povrchari.cz nebo info@povrchari.cz



WWW.POVRCHARI.CZ

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

POVLAKY Z PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ

ZAHÁJENÍ KURZŮ – dle požadavků firmy

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

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků práškových lakoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu realizovaných povrchových úprav.

Postupně je probrána problematika této technologie v celém rozsahu teoretických i praktických požadavků a potřeb pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Základy koroze a protikoroze ochrany
- Předúpravy a čištění povrchů
- Práškové plasty (vlastnosti, volba, aplikace)
- Technologie práškového lakování
- Zařízení a vybavení práškových lakoven
- Kontrola kvality povlaků
- Bezpečnost práce v lakovnách
- Související procesy (zdroje vzduchu a jeho čištění, vytvrzovací pece, stříkací pistole, roboty)
- Příčiny a odstranění vad v povlacích



Garant kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)

Po dobu zdravotních omezení realizujeme toto vzdělávání zaměstnanců (při dodržení všech hygienických opatření) přímo ve firmách.

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

GALVANICKÉ POKOVENÍ

ZAHÁJENÍ KURZŮ – dle požadavků firmy

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 vědomosti o technologiích galvanického pokovení potřebné pro praxi.

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

Obsah kurzu:

- Příprava a čištění povrchu před pokovením
- Principy vylučování galvanických povlaků
- Technologie galvanického pokovení
- Následné a související procesy povrchových úprav
- Bezpečnost práce a provozů v galvanovnách
- Zařízení galvanoven
- Kontrola kvality povlaků – přístrojové vybavení
- Ekologické aspekty galvanického pokovení a péče o vodu
- Příčiny a odstranění vad 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)

Po dobu zdravotních omezení realizujeme toto vzdělávání zaměstnanců (při dodržení všech hygienických opatření) přímo ve firmách.

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

Více informací: Ing. Jan Kudláček, Ph.D. (tel: 605868932, email: info@povrchari.cz)

ZNEŠKODŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ A STANICE ODPADNÍCH VOD

Nedílnou součástí všech pracovišť povrchových úprav jsou zařízení zneškodňující provozní odpadní vody. Technologické vybavení musí zajišťovat bezpečné zneškodnění odpadních vod, přitékající do stanice, v souladu s platnými normami. Současně musí mít stanice dostatečnou kapacitu, aby bylo možné bez narušení provozu povrchových úprav zpracovávat veškerý objem přitékající odpadní vody, a to i v případě mimořádné události.

Odpadní vody přitékající do zneškodňovací stanice je možné hodnotit podle dvou kritérií:

a) podle chemického složení

b) podle koncentrace závadných látek

a) Rozdělení odpadních vod podle chemického složení

1. Odpadní vody kyanidové. Kyanidové odpadní vody jsou alkalické vody, obsahující kyanidy, přitékající po kyanidových pokovovacích procesech (zinkování, mědění, kadmiování, stříbření a zlacení). Při úpravě se musí kyanidové vody oddělit od kyselých odpadních vod a jejich zneškodnění se provádí odděleně nebo spolu s ostatními alkalickými vodami.
2. Odpadní vody chromové. Chromové odpadní vody obsahují šestimocný chrom, který se při běžných neutralizačních procesech nevysráží a musí být nejdříve redukován na trojmocný. Redukce probíhá při použití běžných redukčních činidel v kyselém prostředí. Z důvodu úspory chemikálií, zajištění rychlé a úplné redukce, provádí se jímání a čištění chromových vod odděleně od ostatních odpadních vod.
3. Odpadní vody kyselé a alkalické. Odpadní vody kyselé a alkalické lze odvádět společně, přičemž se jejich rozdílná hodnota pH využívá k jejich vzájemné neutralizaci. Obvykle převažují kyselé odpadní vody. Proto se do nich před vypuštěním dávkuje alkalická činidla, aby se pH odpadní vody upravilo na požadovanou hodnotu 8,5 až 9. Tato úprava v běžných případech postačí k vysrážení některých kovů přítomných v odpadních vodách, např. iontů Fe^{2+} , Al^{3+} a Ni^{2+} .
4. Vedle těchto odpadních vod jsou povrchovými úpravami produkovány i vody s obsahem fluoridů, drahých kovů (Ag, Au), vody s vysokým obsahem olejů i další, které se likvidují odděleně.

b) Rozdělení odpadních vod podle koncentrace závadných látek

1. Koncentrované odpadní vody s obsahem závadných látek větším než cca 20 g.l⁻¹. Vznikají při vypouštění galvanických a chemických lázní, když se jejich obsah vyměňuje. Výměna lázní se provádí po dohodě s obsluhou zneškodňovací stanice podle předem dohodnutého časového plánu. Výměna galvanických lázní se provádí v dlouhých časových intervalech (1 až 2krát během roku). Častěji se provádí výměna odmašťovacích, fosfátovacích a chromátovacích lázní. K výměně těchto lázní dochází po jejich vyčerpání, které je závislé na množství zboží.
2. Polokonzentráty, obsahující až 10 g.l⁻¹ závadných látek. Za polokonzentráty se považují např. vyčerpané dekapovací lázně, pasivační roztoky, v některých případech úsporné oplachy apod.
3. Oplachové odpadní vody, obsahující závadné látky v koncentracích do 0,5 g.l⁻¹. Představují hlavní objem přitékajících odpadních vod do zneškodňovací stanice. Jsou hlavním kritériem při dimenzování zneškodňovacích stanic.

Vzhledem k aktuálním problémům v oblasti odpadních vod z průmyslových areálů a výroby nabízíme pracovníkům zodpovědných ve firmách za tuto oblast, případně pracovníkům obsluhujícím neutralizační zařízení, potřebné proškolení, ale i obnovu potřebné kvalifikace. Dá se totiž reálně předpokládat, že ve velmi blízké době nastane zvýšená aktivita kontrolních orgánů, a to především v oblasti legislativy a platných dokladů pracovníků ve firmách pod tlakem sdělovacích prostředků.

Bližší informace o školení na emailu jiri.kuchar@fs.cvut.cz u Ing. Jiřího Kuchaře, Ph.D., IWE na FS ČVUT v Praze. Termín předpokládaného školení: leden, únor 2021 dle zájmu a počtu přihlášených.

Odborné akce



2. – 3. února 2021
Hotel Gustav Mahler v Jihlavě

webinář

Úterý 2.2.2021

10,00 - Zahájení

10,10 - 10,30 Povrchové úpravy pro vodíkové technologie
 doc. Ing. Martin Páidar, Ph.D., VŠCHT Praha

10,30 - 10,50 Průmysl 4.0 a jeho reálné nasazení v galvanickém průmyslu
 Jaromír Vrbata, Ing. Pavel Klápště, Neurogal s.r.o. Jablonec n.N.

10,50 - 11,10 Zinkování a slitinové pokovení zinek - nikl na litině
 Ing. Petr Goliáš, Schlötter Galvanotechnik Praha

11,10 - 11,30 Inovace v protikorozních úpravách
 Ing. Vojtěch Žabka, Ing. Lukáš Bedrník, Ga Profi Trex s.r.o. Jablonec n.N.

11,30 - 11,50 Nový přístup k pasivacím
 Tomáš Hejl, Atotech CZ a.s. Jablonec n.N.

12,30 - 12,50 Nové technologie pro povrchovou úpravu muničních komponent
 Ing. Petr Szelag, Pragochema s.r.o. Praha

12,50 - 13,10 DURATRI® 240 - Nový patentovaný postup tvrdého chromování bez obsahu Cr⁶⁺ vyvinutý firmou COVENTYA, Vratislav Brunclík, Donauchem s.r.o. Nymburk

13,10 - 13,30 Stříbření
 Ing. Vladislav Vomáčka, Schlötter Galvanotechnik Praha

13,30 - 13,50 Korozní odolnost anodických povlaků na slitinách hliníku - využití organických kyselin a dalších aditiv,
 Bc. Vít Zálíš, Ing. Eva Šrámková, VZLÚa.s. Praha

13,50 – 14,10 Prezentace nabídky firmy Ekomaziva s.r.o.
 Ing. Pavel Čepelák, Ekomaziva s.r.o. Cheznovice

14,10 – 14,30 Novinky Atotech pro rok 2021,
 Mgr. Aleš Bodlák, Atotech CZ a.s. Jablonec nad Nisou

14,30 – 14,50 Filtrace horkých lázní
 Ing. Tomáš Chvátal, Katko s.r.o. Praha

Středa 3.2.2021

10,00 – 10,20 Čerpadla a filtrační zařízení v procesu povrchových úprav
Odželeznění oplachových vod v procesu žárového zinkování
 Mgr. Ladislav Klement, KV Pumps s.r.o. Ledec n.S.

10,20 – 10,50 Alternativní zdroje oplachových vod
 Ing. Tomáš Fuka, CSc., Techneco Praha

10,50 – 11,10 Zařízení pro regeneraci kyseliny sírové
 Ing. Jozef Šiška, HIGHLUB s.r.o. Starý Plzenec

11,10 – 11,30 Snížení objemu odpadních lázní z povrchových úprav
 Ing. Vít Holoubek, Ing. Lukáš Němeček, Kovofiniš a.s. Ledec n.S.

11,30 – 11,50 Používání látek vzbuzující obavy (SVHC)
 Ing. Jiřina Taitlová, MEDISTYL s.r.o. Praha

11,50 – 12,10 Revize normy ČSN EN ISO 14713-2
 Ing. Petr Stryž, ACŠZ Ostrava

Účast na webináři je zdarma

email: cspu@seznam.cz

CTIV – Centrum technologických informací a vzdělávání při Ústavu strojírenské technologie, Fakulty strojní ČVUT v Praze
a CPÚ – Centrum pro povrchové úpravy

připravili na základě aktuálních potřeb technické veřejnosti

ODBORNÝ SEMINÁŘ

ČIŠTĚNÍ A ÚPRAV POVRCHŮ PŘED LEPENÍM

Záměrem této odborné akce je seznámit konstruktéry, projektanty, technology a další technickou veřejnost s bezpečnými, šetrnými a rychlými způsoby čištění povrchů před technologiemi lepení.

Předpokládaný termín březen – duben 2021

Z připravovaného programu, který bude následně upřesněn:

- Čištění a předúpravy povrchů
- Kontrola čistoty povrchu
- Automatizace a robotizace pracovišť předúpravy pro lepení
- Kontrola lepených spojů
- Normy a certifikace pro pracoviště předúprav povrchů a lepení
- Příčiny a chyby v předúpravách povrchů a lepení
- Příspěvky výrobců prostředků pro čištění a lepení
- Zodpovězení dotazů z praxe

Vzhledem k velkému zájmu o tuto problematiku a k současným omezujícím opatřením, zajištění vhodné místnosti, eventuálně k zajištění bezkontaktního způsobu výuku, dovoluujeme si požádat všechny zájemce o včasné přihlášení na adresu tatiana.dolnikova@fs.cvut.cz. Případné dotazy k programu na telefonu organizátorů.

Vložené semináře činí 500,- Kč bez DPH (605,- Kč včetně DPH) za posluchače a zahrnuje náklady na organizační výdaje.

Přihláška na www.povrchari.cz.

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

ODBORNÝ GARANT

Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

+420 602 341 597

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., IWE

ORGANIZAČNÍ GARANT

Jiri.Kuchar@fs.cvut.cz

+420 720 108 375

Mediální podpora:



Technický týdeník

Reklamy

ČIŠTĚNÍ VNITŘNÍCH POVRCHŮ OTOPNÝCH A CHLADICÍCH SYSTÉMŮ



Čištění vnitřních povrchů otopných a chladicích systémů je nezbytnou podmínkou dlouhodobého, účinného a úsporného provozu.

Již při vrstvě minerálů a koroze tloušťky 1 mm stoupne spotřeba energie v systému o 6 až 8 %. Korozní produkty a úsady minerálů zhoršují přestup tepla, zvyšují tlakové ztráty a omezují možnost regulace.

V závislosti na péči a údržbě věnované otopným, resp. chladicím systémům jsou obvyklé tloušťky znečištění 4 až 6 mm a celkový nárůst spotřeby energie činní 25 až 50 %.

Nové bezpečné čisticí prostředky a provedení, resp. vyčištění kvalifikovanou firmou, přináší návratnost vložených prostředků obvykle za jednu topnou sezónu.



Ukázka vyčištění vnitřních povrchů.

Zetfaza s.r.o.

Tel.: +420 720 108 375

E-mail: kuchar@optimalcleaning.cz

www.optimalcleaning.cz



S.A.F. Praha spol. s r.o.
Výrobce a dodavatel zařízení pro povrchové úpravy
Výbiralova 975/3, 198 00 Praha 9 (sídlo)
Přišimasy 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



ZÁVĚSOVÉ PŘÍPRAVKY

Galvanické zinkování, pokovení plastů, práškové a mokré
lakování, KTL

ODSTRANĚNÍ PLASTOVÉ IZOLACE

AmonisMetal s.r.o.

Vrbátky 1166

696 04 Svatobořice – Mistřín

Mail: marketa.luzova@amonismetall.cz

Tel.: +420 739 474 220

www.amonismetall.cz

NEJEFEKTIVNĚJŠÍ SYSTÉM MĚŘENÍ ČISTOTY POVRCHŮ

Recognoil®

Pro ty, kterým záleží

- na špičkové a stabilní kvalitě výrobků
- na skvělých vztazích se zákazníky
- mít čistící procesy plně pod kontrolou
- na šetření nákladů

7 důvodů, proč používat Recognoil®

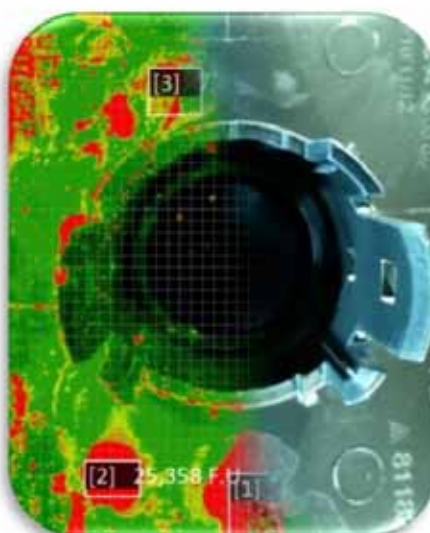
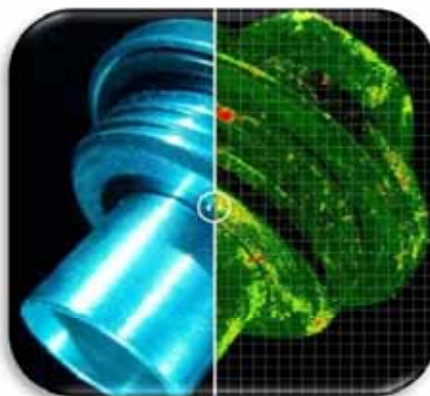
Z pohledu technologa, kvalifikáře:

1. zobrazení velké plochy v jednom kroku
2. umožňuje okamžitou možnost ladění a nastavení procesů
3. povrch je možné postupně skenovat a vyhledat kritická místa
4. pokročilý software v sobě integruje veškeré potřebné funkce
5. operátorský mód OK/NOK s minimem rušivých informací
6. metoda je nenáročná, jednoduchá, nevyžaduje dlouhé zaškolení
7. modularita - na přístroj lze nasadit např. tvarové adaptéry

Z pohledu manažera, jednatele:

1. cenově dostupný, s rychlou návratností investice
2. předchází problémům, odhaluje skryté vady
3. předchází reklamám, šetří náklady a tím udržuje dobré vztahy se zákazníky
4. snadné zaškolení operátorů
5. test je nedestruktivní
6. přináší významné úspory optimalizací čistících (a dalších) procesů
7. přispívá k pozitivní tváři firmy - důraz na ekologii a udržitelný rozvoj

Od ručních přístrojů po plně automatizované systémy průmyslu 4.0





Kontakty:

Office: Vladimířská 2431, 440 01 Louny
tel. 725 118 975

Zkušební laboratoř: Poděbradská 358, 288 02 Nymburk
tel. 725 118 975, 605 151 799

E-mail: info@jstechnology.cz
jiri.simicek@gmail.com

ZKUŠEBNA POVRCHOVÝCH ÚPRAV

AKREDITOVANÁ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ č. 1125

TESTOVÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT, NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ A POVLAKŮ, DOZOROVÁNÍ APLIKACÍ NÁTĚRŮ - HODNOCENÍ PŘÍPRAVY POVRCHŮ POD NÁTĚR - PORADENSTVÍ V OBORU POVRCHOVÝCH ÚPRAV, ZKOUŠKY SAMOLEPÍCÍCH FÓLIÍ PRO TECH. ZNAČENÍ

Nabízíme Vám dlouholeté zkušenosti odborníků na problematiku povrchových úprav železničních kolejových vozidel a obecně jakýchkoliv ocelových konstrukcí.

PROVEDEME PRO VÁS:

- akreditované zkoušky nátěrových hmot, tmelů, nátěrových systémů a povlaků včetně hodnocení degradace
 - korozní zkoušky (NSS, SO₂, KK)
 - urychlené povětrnostní testy (QUV)
 - cyklické zkoušky - UV záření/vlhko/sůl/mráz - např. dle EN ISO 12944-9, TKP19B-pro ŘSD, TKP25B-SŽDC, VDA testy,...
 - mechanické zkoušky (tvrdost, hloubení, ohyb, přilnavost,...)
 - fyzikálně technologické zkoušky (hustota, netěkavé látky, zasychání,...)
- neakreditované zkoušky podle požadavku a dohody se zákazníkem
- hodnocení přípravy povrchu pod nátěr
- zpracování a verifikace technologických postupů pro aplikace
- dozorování aplikací
- zastupování a technická pomoc při řešení reklamací
- zajištění potřebných atestů pro aplikace na ČD a ČD Cargo
- poradenství v oboru, technologické studie, hodnocení efektivity investic



www.jstechnology.cz

Těšíme se na spolupráci s Vámi!



Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

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

Povrcháři ISSN 1802-9833.

Šéfredaktor

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

Redakce

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

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., tel: 720 108 375

Ing. Zdeněk Hazdra

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605 868 932

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Redakční rada

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

Ing. Zuzana Ságová, PhD., Žilinská univerzita v Žilině, Strojnická fakulta

Ing. Jakub Horník, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Ing. Jana Vrbová, Certifikační sdružení pro personál z.s.

prof. Ing. Pavol Božek, STU Bratislava, MTF Trnava

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta strojní

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

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