

# Povrcháři

6. číslo Listopad 2022

**CHEMICKÉ ODHROTOVÁNÍ  
- IDEÁLNÍ ŘEŠENÍ PRO PŘESNÉ STROJÍRENSTVÍ**

**KOROZNÍ ODOLNOST CHEMICKÉ  
PŘEDÚPRAVY POVRCHU**

**LASEROVÁ KONFOKÁLNÍ MIKROSKOPIE**

**NÁHRADA ZKUŠEBNÍHO MÉDIA PŘI  
PERIODICKÝCH ZKOUŠKÁCH  
TLAKOVÝCH NÁDOB TEKUTINOU  
S PASIVAČNÍM ROZTOKEM**

**UDRŽITELNÉ A NÁKLADOVĚ EFEKTIVNÍ  
DOKONČOVACÍ PRÁCE NA VYVAŽOVACÍCH  
ZÁVAŽÍCH PRO DISKY KOL**

**BAREVNÝ SVĚT**

## Slovo úvodem

### **Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.**

Při vzpomínce na teplé dny a s odcházejícím podzimem lze předpokládat, že i letos přijde zima. A ta se obvykle každého z nás zeptá, co že jsme dělali v létě? Přesněji, na osobní zodpovědnost každého jednoho z nás. A to nejen z hlediska topné sezony, ale především pro jistotu svého pracovního místa obživy. Většina z nás asi odpoví, že jsme se nestačili divit tomu promyšlenému energetickému řádění. Ale to je, jak vyplývá z historických zkušeností v počátcích krizových problémů, asi tak všechno, co jedinec může.

Přestože člověk potřebuje ke svému přežití něco málo energie jako sto wattová žárovka, výroba, zemědělství, doprava a další nezbytné oblasti života potřebují ke svému přežití energie o trochu víc. Pro udržitelnost výroby a místa na světových trzích je nezbytné, aby skuteční odborníci z managementu našeho průmyslu upozornili na skutečnou vážnost současné krizové situace v našich zemích z hlediska neúnosných cen energií.

Obyvatelé našich zemí se našťěstí nikdy jen bezmocně nedívali, ani nemlčeli a postupně již ani nemlčí. Nehledají ve své silné většině důvody, ale způsoby, jak z toho, co nám kdosi navařil, rychle ven.

Albert Einstein kdysi napsal: „Uprostřed každého problému se nachází příležitost“. Snažme se ji společně najít. Především proto, aby se současná politická rozhodnutí a selhání již neopakovala. Též i proto, aby se v naší blízké budoucnosti, o té dnešní době, neříkalo „Staré dobré časy“.

Budme však dnes i zítra optimisté. Třeba se slovy klasiků: Per aspera ad astra. Přes překážky ke hvězdám. (Povrcháři – specifikujte vždy pozorně i u hvězd barevnost, třeba podle RAL). Anebo se zlidovělou písničkou od pánů Svěráka a Uhlíře – Vadí nevadí? Můžete si přidat i vlastní sloky. Třeba zda nám vadí, že nemáme ani jedno hasící letadlo, když nám hoří náš les. Ale i o jiných letadlech třeba o těch za 4 000,- milionů našich korun za jeden kus. Hlavně pozor na své nervy. Není totiž nerv jako Nerv. A jak se zdá, nervy budeme ještě hodně moc potřebovat.

Na to, co nám vadí a nevadí v našich profesních problémech a technologiích povrchových úprav budeme společně hledat odpovědi již brzy. Na letošním setkání Povrchářů - 23. a 24. listopadu v Brně v Orea Congress Hotelu, dříve Voroněž.

Věříme, že nám všem zbyde dost času i na společná setkání znalců dobrého vína z Moravy a na navázání nových kontaktů. Těšíme se, že si to tradičně i letos užijeme.

Za všechny, kteří tento letošní seminář „Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav“ připravují,

**Vás zdraví a zvou.**



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

## Pozvánka na 18. Mezinárodní odborný seminář Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav „MYSLIVNA 2022“

Centrum pro povrchové úpravy zve všechny zájemce z technické veřejnosti na odborný seminář pod názvem Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav v OREA Congress Hotelu v Brně.

Tradičně se na semináři setkávají strojaři a povrcháři z Čech, Moravy, Slezska, Slovenska a okolí. Letos již po osmnácté, ve dnech **23. a 24. 11. 2022**.

Spolu s Vámi, chceme pokračovat v tradici této povrchářské akce, kdy všichni z přítomných jsou aktivními účastníky, kteří se pravidelně schází, aby si vyměnili to nejcennější – technické myšlenky a informace. Vaši účast je možno podpořit odborným příspěvkem, prezentací nebo inzercí v tištěném sborníku, vystavením a předvedením svých výrobků u svých firemních stolků nebo zapojením se do diskuze k jednotlivým předneseným tématům.

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

Věříme, že tak jako minulá setkání, napomůže i to letošní k dalšímu rozvoji vzdělávání a spolkové činnosti povrchářské a strojařské obce.

Jestliže přijmete naše pozvání k účasti, budeme se těšit na Vaši aktivní účast, a především na další setkání s Vámi se všemi na 18. ročníku setkání povrchářů.

**Přihlášení je stále možné na:**

[www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)

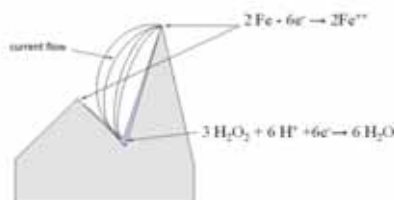


Do letošního programu jsme zařadili další příspěvky o možných úsporách ve strojírenství a povrchových úpravách. V žádném případě se nedomníváme, že se vše kolem cen energií dá vyřešit úsporami. Ale v nouzi pomůže každé procento z potřeby našich firem. Ty ušetřené terawatty jsou zadarmo.

## Chemické odhrotování – ideální řešení pro přesné strojírenství

Claudia Huchon – SurTec Deutschland GmbH  
Ing. Roman Konvalinka – SurTec ČR s.r.o.

Chemické odhrotování je vysoce efektivní metoda pro odstraňování otřepů vzniklých na dílcích při mechanickém obrábění. Proces je bezproudý a je založen na potenciálovém rozdílu na povrchu dílce vyvolaném kinetikou chemické reakce. Potenciálový rozdíl způsobuje preferenční odleptávání otřepů a tím snižuje drsnost povrchu. Na rychlost rozpouštění nemají vliv mechanické vlastnosti materiálu, jakými jsou tvrdost anebo vnitřní pnutí.



**Obr. 1:** Znárodnění lokálního potenciálového rozdílu na otřepu během chemického odhrotování oceli

Odhrotovat lze díly z oceli, hliníku, mosazi a některých druhů nerez, pochopitelně se pro každý z materiálů používá zvláštní lázeň. Rychlost odhrotování a následný lesk povrchu závisí vždy na chemickém složení materiálu. Například v případě oceli je výsledek ovlivněn obsahem uhlíku a jeho začleněním do krystalické mřížky. Obecně lze říci, že čím je obsah uhlíku nižší, tím bude výsledný povrch lesklejší.

**Chemickým odhročováním tak dojde k následujícím změnám povrchu:**

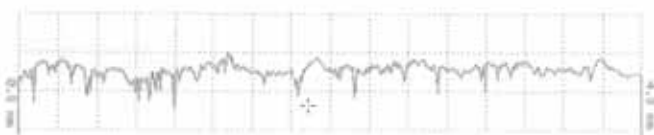
- odstranění otřepů z předchozího mechanického obrábění
- zaoblení hran
- vyrovnaní, vyleštění povrchu a odstranění mikrodrsnosti (viz obr. 2 a 3)
- odmoření povrchu, odstranění koroze
- částečně může dojít k vyjasnění a zesvětlení povrchu

**Porovnání drsnosti materiálů**



Lt = 4.8 mm    Ra = 00.88 μm  
Lc = 0.8 mm    Rz = 05.26 μm  
Rm = 05.66 μm

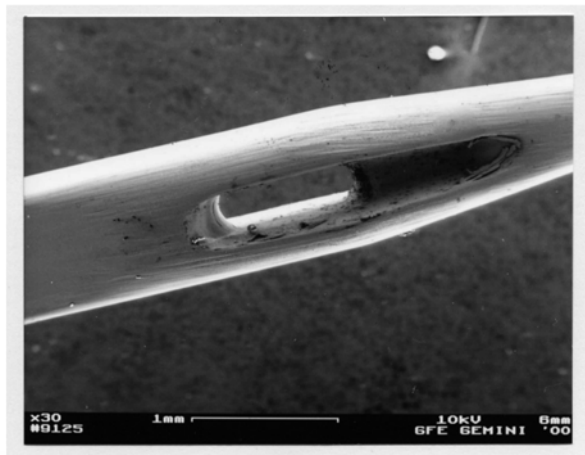
**Obr. 2:** Výchozí drsnost povrchu



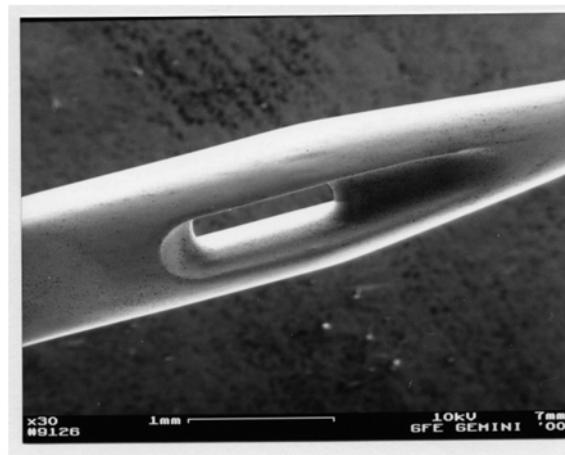
Lt = 4.8 mm    Ra = 00.25 μm  
Lc = 0.8 mm    Rz = 02.00 μm  
Rm = 02.90 μm

**Obr. 3:** Drsnost povrchu oceli po odhrotování

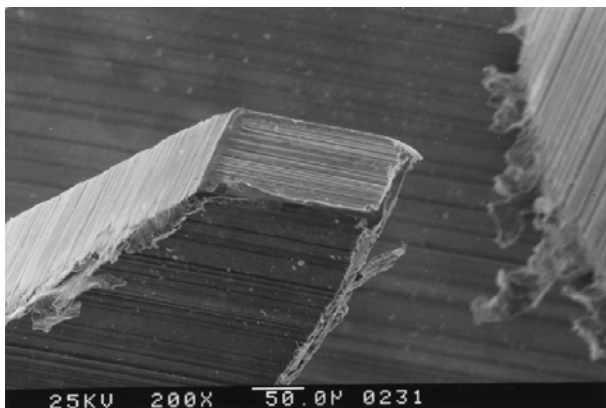
**Příklady stávajících aplikací**



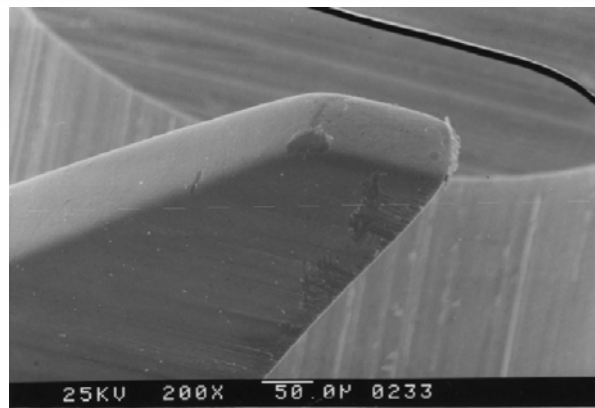
**Obr. 4:** Výchozí stav



**Obr. 5:** Jehla po chemickém odhrotování



Obr. 6: Výchozí stav



Obr. 7: Po chemickém odhrotování

## Technologický postup a příklady vhodných přípravků

Provedení technologie pro jednotlivé základní materiály se pochopitelně liší. Pracovní podmínky jednotlivých lázní jsou nicméně obdobné jako při jiných „mokrých“ technologiích povrchových úprav jakými jsou anodizace nebo galvanizace. Do lázní se dílce vkládají buď na závěsech nebo volně ložené v koších či bubnech.

Níže jsou uvedena typická provedení pro nejčastější materiály. Mezi jednotlivými operacemi jsou pochopitelně ještě zařazeny vhodně provedené oplachy.

### Ocelové dílce

Proces	Přípravek (příklad)	Pracovní podmínky
Odmaštění	SurTec 138 + SurTec 089	ca 60°C, 5 min
Chemické moření	SurTec 414 / SurTec 468	ca 40°C, 5 min
Chemické odhrotování	SurTec 451	25°C, 1 - 10 min
Chemické moření (desoxidace)	SurTec 414	ca 40°C, 5 min
Pasivace dočasná	SurTec 531	Tepl. okolí, 1 min

### Hliníkové dílce

Proces	Přípravek (příklad)	Pracovní podmínky
Odmaštění	SurTec 132 + SurTec 089	ca 50°C, 5 min
Chemické odhrotování	SurTec 462	ca 95°C, 3 - 5 min
Desoxidace	SurTec 496	ca 30°C, 5 - 10 min
Pasivace	SurTec 650	ca 35°C, 1 - 3 min

### Mosazné dílce

Proces	Přípravek (příklad)	Pracovní podmínky
Odmaštění	SurTec 132 + SurTec 089	ca 50°C, 5 min
Chemické odhrotování	SurTec 453MS	50 – 60°C, 10 - 30 min
Vyjasnění	SurTec 469	ca 30°C, 1 - 5 min
Pasivace (Antitarnish)	SurTec 560	ca 30°C, 1 min

### Výhody procesu

- lázně jsou vysoce stabilní a provozně přívětivé
- výsledek je reprodukovatelný, úběr materiálu lze držet v přesných tolerancích
- koncentrace aktivních komponent lázně si může zákazník snadno stanovit analytickým rozbořem
- odhrotovat a leštit lze i komplikované dílce a na špatně dostupných vnitřních místech
- povrch je po zpracování prostý oxidů a koroze, lze jej velmi dobře galvanicky pokovovat
- dílce nejsou mechanicky ani tepelně namáhané, nevzniká vodíkové křehnutí oceli

Ideální aplikace těchto technologií jsou ve výrobě dílců pro zpracování vlákna (jehly, spřádací stroje), výrobě přesných obrobků (pneumatické komponenty, ložiska) anebo zdravotnictví (jehly, dávkovací mechanismy).

Firma **SurTec ČR, s.r.o.** je tradičním, vysoce fundovaným dodavatelem chemických přípravků pro průmyslové čištění, předúpravy před lakováním, galvaniku a žárové zinkování. V září roku 2021 jsme oslavili 25. výročí působnosti na českém trhu.

# Korozní odolnost chemické předúpravy povrchu

Ing. Jakub Svoboda, doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., Ing. Jan Kudláček, Ph.D. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

Ing. Petr Szelag – Pragochema spol. s r.o.

## Anotace

Článek se zabývá alternativními způsoby chemických předúprav povrchu materiálu, které svou technologickou přípravou snižují energetickou a ekologickou náročnost celého procesu chemických předúprav povrchu. V experimentu bylo ověřeno několik běžných chemických předúprav povrchu z pohledu korozní odolnosti a vlivu na přilnavost nátěrového systému. Porovnány byly chemické předúpravy povrchu pomocí fosfátování, chromátování, alternativní předúpravy Ti-Zr a organosilanů.

## Klíčová slova

Chemické předúpravy, organosilany, chromátování, fosfátování, adheze, odtrhová zkouška, korozní zkoušky

Předmětem tohoto článku je shrnutí současných poznatků předúprav povrchu, zejména na žárově zinkovaných površích. V úvodu je krátké shrnutí dané problematiky v oblasti chemických předúprav materiálů, neboť správná a kvalitní předúprava povrchu je základem životnosti duplexního systému, tedy kombinace zinku a organického povlaku.

Z praktických znalostí a výzkumu je známo, že pokud aplikujeme organický povlak nátěrové hmoty na nedostatečně předupravený povrch žárově pozinkované součásti nebo dokonce na povrch bez předúpravy, budeme se potýkat s řadou problémů. Po určité době bude povlak vystavený agresivnímu koroznímu prostředí degradovat, dojde ke ztrátě přilnavosti a bude docházet ke ztrátě adheze mezi organickým povlakem a žárově pozinkovanou součástí. Vzhledem k rozvoji žárového zinkování a tím i duplexních systémů a úpravy povrchů jsou nová řešení a vazby těchto povlaků velmi aktuální.

Chemické předúpravy jsou základním krokem vytvoření tzv. konverzních vrstev, zejména na ocelovém, hliníkovém a zinkovém podkladu. Díky těmto předúpravám povrchu dosahujeme zvýšení přilnavosti nátěrového systému a celkovou odolnost proti korozi.

Tradiční předúpravy povrchu před aplikací organických nátěrových hmot jsou postupně nahrazovány těmi šetrnějšími k životnímu prostředí. Významným zástupcem nových předúprav povrchu materiálu jsou zejména ty na bázi zirkonia a titanu, vylučované z roztoků s obsahem fluorozirkoničitanů, ale také povlaky z předhydrolyzovaných organosilikátů. Právě těmto předúpravám bude věnována výzkumná činnost.

Dalším obsahem tohoto článku je také představení aplikace těchto moderních předúprav a porovnání se stávajícími předúpravami z hlediska přilnavosti a korozní odolnosti celkového systému protikorozní ochrany.

## 1. Stav problematiky

Konverzní vrstvy poskytují dostatečnou pórovitost a morfologii povrchu pro přilnavost organických povlaků [1]. Existuje řada metod pro vytváření konverzních vrstev na bázi fosfátů, chromátů, modifikovaných typů železnatých fosfátů, Ti-Zr konverzních vrstev atd. Každá z výše zmíněných chemických předúprav povrchu má svůj vliv na přilnavost organických povlaků, což je i předmětem tohoto článku.

Fosfátové konverzní vrstvy se stále nahrazují různými alternativami, zejména kvůli šetrnosti k životnímu prostředí, energetické náročnosti a dalších procesních hledisek. Hlavním problémem je likvidace odpadu fosfátovacích lázní, které mají provozní teploty od 30 do 99 °C. Ve fosfátovacích lázních se tvoří velké množství kalu, což vyžaduje častou údržbu k udržení provozu lázně.

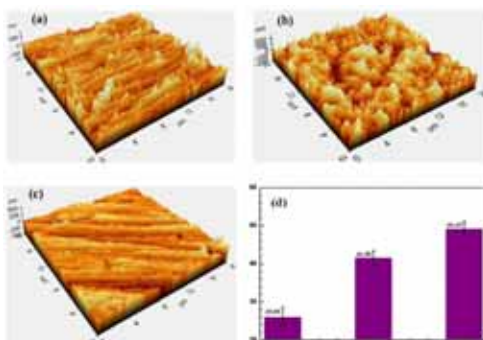
Dále může být problém s kyselinou chromovou, která se používá jako další těsnící krok pro snížení poréznosti konverzní vrstvy a zvýšení odolnosti proti korozi. V důsledku těchto rostoucích tlaků ekologů s konverzními vrstvami se vyvíjí nové alternativy.

### 1.1 Předúpravy na bázi oxidu zirkonia a titanu

Předúpravy povrchu na bázi titanu či zirkonia se během uplynulého desetiletí staly hlavními alternativami k často používané chemické předúpravě, tedy chromátování. Tyto roztoky se typicky skládají z fosforečnanu manganatého, hexafluoridu titanu (zirkonia) a organického polymeru v mírně kyselém vodném roztoku. Předúpravy na bázi Ti/Zr nebyly doposud tak zkoumány, jako rozsáhlá chemická předúprava na bázi chromu. [2]

Před vlastní předúpravou pozinkované oceli se kovový povrch běžně odmašťuje alkalickým roztokem, aby se odstranily veškeré ulpělé nečistoty. Povrchové nečistoty snižují reaktivitu povrchu s pasivační zirkoničitou lázní. Pasivační roztoky lze aplikovat pomocí ponoru či postřiku. Při kontaktu pasivačního roztoku s povrchem pozinkované oceli dochází nejprve k mírné oxidaci povrchu. V případě zinku vlivem anodické rozpouštěcí reakce vznikají ionty zinku ( $Zn^{2+}$ ) a elektrony ( $e^-$ ). Odpovídající katodové reakce vedou k tvorbě vodíku a redukci kyslíku, což naopak vytváří ionty OH. Tvorba hydroxidových iontů zvyšuje lokálně pH a vede k precipitaci rozpuštěných kovových iontů (hydroxidů a fosfátů). Rozpuštění povrchu kyselým roztokem fluoridu a následnou tvorbou stabilního pasivujícího filmu lze považovat za vhodný způsob tvorby jakékoliv konverzní vrstvy. Kovové hydroxidy podporují ochranu proti korozi. Bylo prokázáno, že vrstva  $Zn(OH)_2$  vykazuje lepší ochranné vlastnosti než  $ZnO$  vrstva z důvodu nízké elektrické vodivosti. Může také docházet ke kondenzaci vzniklých hydroxidů, což vede k tvorbě amorfní a polymerní sítě, podobně jako siloxanová (Si-O-Si) síť. Polymer obsažený v pasivačním roztoku je navržen tak, aby vytvořil film na povrchu konverzní vrstvy, čímž se zvyšuje adheze organického povlaku.

V posledních desetiletích se ukázaly další perspektivní techniky, které dokáží poměrně dobře nahradit fosfátování. Jedná se zejména o použití oxidu zirkoničitého na povrchu pomocí metody sál-gel nebo ponořením v kyselině hexafluorzirkoničité ( $\text{H}_2\text{ZrF}_6$ ). Bylo zjištěno, že povlaky  $\text{ZrO}_2$  o tloušťce 18 až 30 nm poskytují vyšší ochranu proti korozi oproti klasickým fosfátům na nízkouhlíkových ocelích. Zirkonium absorbovaný v povrchových vrstvách se nejčastěji vyskytuje jako oxid zirkoničitý ( $\text{ZrO}_2$ ). Bylo zjištěno, že oxid zirkoničitý ve vrstvách do 50 nm nebo méně vykazuje srovnatelnou odolnost s běžnými chromáty a fosfáty. Vliv koncentrace fluoridu v lázni a jeho pH je také velmi důležité pro vlastnosti povlaku. Zirkonium se vyskytuje v povlaku v různých formách, hlavně tedy jako oxid zirkoničitý ( $\text{ZrO}_2$ ), kdežto titan se vyskytuje jen ve formě ( $\text{TiO}_2$ ).



**Obr. 1:** (a) AFM (Atomic Force Microscopy) snímek povrchu s Ti/Zr/V konverzní vrstvou (TZVCC), (b) AFM snímek po chromátování (CCC), (c) povrch bez chemické předúpravy (AA6063), (d) graf s jednotlivými drsnostmi. [3]

## 1.2 Chemická předúprava pomocí organosilikátů

Regulace v aplikaci toxických látek v oblasti povrchových úprav májí za následek hledání nových alternativních technologií, které splňují ekologická a hygienická pravidla. Vhodnou alternativou by mohly být do budoucna organosilikáty, jejichž vysoká variabilita umožňuje užití v široké škále povrchových úprav.

Samotná aplikace je omezené pouze hořlavostí a těkavostí látek, nicméně i tuto skutečnost výrobci vyřešili a začali nabízet hydrolyzáty původních organosilikátů. Vývoj a aplikace organosilikátů v posledních letech vysoce vzrostl. S rostoucím zájmem o ně rostla i jejich produkce a to má za následek pokles ceny na akceptovatelnou úroveň [4].

Monomerní sloučeninou pro přípravu organosilanů jsou silany. Chemický vzorek silanu je  $\text{SiH}_4$ . Silan se vyrábí metalurgicky z čistého křemíku pomocí dvoustupňového procesu. V prvním kroku reaguje křemík ve formě prášku s chlorovodíkem za teploty asi 300 °C podle rovnice [5]:



V druhém kroku dochází k disproportionaci trichlorosilanu na silan a tetrachlorid křemíku [5]:

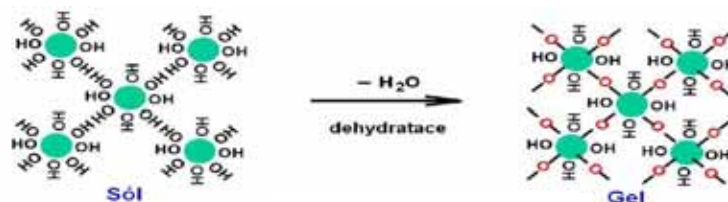


V oboru povrchových úprav se zejména vyskytují organosilany s alkoxykupinami, (methoxy  $\text{CH}_3\text{-O-}$ , ethoxy  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-O-}$ , případně propoxy  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-O-}$ ).

Využívají vazby mezi oxidickými vrstvami na kovech a hydroxylovými skupinami, které vznikají při hydrolyze uvolněním metanu, etanolu či propanolu nebo vazby siloxanové mezi částicemi organosilanu a volných hydrolyzovaných molekul. Často obsahují i jiné organické funkční skupiny. [4]

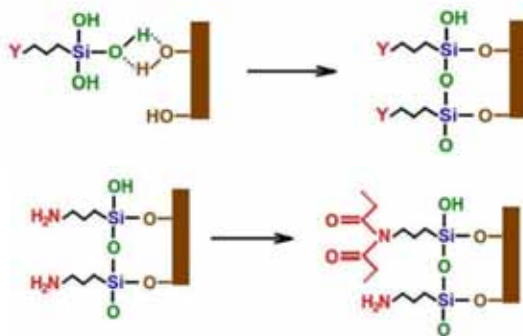
Základní chemické vazby hydrolyzovaných organosilanu vznikají tvorbou vodíkových můstků mezi silanolovými–hydroxylovými skupinami. Vodíkové můstky se vytvářejí po dehydrataci siloxanové vazby. Vznik vodíkových vazeb je hlavní příčinou při vzniku vrstev na pevných substrátech sál-gel technologií a u pravidelných uspořádaných samoorganizujících se struktur.

Konverzní lázně, ale i upravený povrch obsahují mnoho volných hydroxylových skupin. Na hydroxidy kovů se v hydrolyzovaných organosilanů vážou silanovou vazbou křemičitá částice a vzniká dobře lepící gel na povrchu kovu. Také hydratované sloučeniny křemíku v lázních vytváří sál, vážou se na hydroxidy kovů nejprve slabým vodíkovým můstkem, který vytváří gelovou vrstvu na povrchu kovu. Tepelným zpracováním vrstva dehydratuje a vytvoří se pevná vazba mezi oxidem kovu a křemíkem [4].



**Obr. 2:** Schéma tvorby vrstvy sál – gel technologií

Technologie sál-gel umožňuje pevnými chemickými vazbami připojit organosilan k povrchu kovu. Také umožňuje zvolit organosilan s vhodnými funkčními skupinami pro vytvoření pevných chemických vazeb s organickými polymery. Vhodné jsou zejména ty, které jsou schopné zapojit se do vytvrzujících polymerizačních reakcí organických předpolymerů. Jedná se o aminoskupiny s ethoxyovou skupinou pro epoxidy a polyuretany, polysulfidický řetězec pro pryže apod. První stupeň pevné vazby ke kovům je patrný z obr. 3. [4]



Obr. 3: Vznik pevné vazby organosilanu s vhodnou funkční skupinou k povrchu kovu s konverzní vrstvou

## 2. Aplikace a metody zkoušení

Pro experiment byly použity zkušební vzorky z konstrukční oceli S235JR o rozměrech 150 x 100 x 3 mm., které byly následně žárově pozinkovány ponorem [6].

Pro porovnání adheze organického povlaku a žárově pozinkovaného materiálu pomocí nových metod předúprav povrchu a stávajících, bylo zvoleno tyto aplikace a produkty:

1. Aktivace povrchu –  $\text{HNO}_3$
2. Aplikace Ti-Zr – Pragokor BP, SurTec 6096 V
3. Chromátování – Novopass 201
4. Organosilany – Coatosil MP 200



Obr. 4: Příklad rozdílu tradičního Zn – fosfátování a moderních předúprav povrchu pomocí Ti-Zr pasivace (snížení energetické a časové náročnosti procesu předúprav povrchu) [8]

Pro experiment byly použity dvě epoxidové základové hmoty na pozinkované podklady, tedy S2318 EPAX (Colorlak a.s.), Hempadur (Hempel a.s.). Tyto nátěrové hmoty byly připraveny dle technologického předpisu výrobce.

Z důvodu obsáhlosti daného tématu a výsledků experimentu byly vybrány pouze některé, které dávají nástin korozní odolnosti výše zmíněných chemických předúprav v kombinaci s vybranými NS. Na zkušebních vzorcích byla provedena zkouška v kondenzační komoře dle normy ČSN EN ISO 6270-1 a v solné mlze dle ČSN EN ISO 9227.

Zkouška v kondenzační komoře probíhá při  $(38 \pm 2)^\circ\text{C}$ , teplota v solné mlze pak  $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ , kde je rozprašován 5 % roztok chloridu sodného s demineralizovanou vodou.

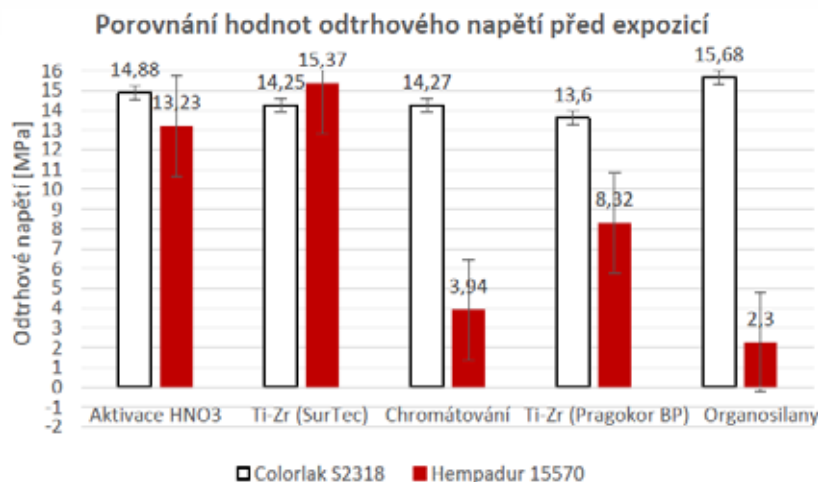
Časové rozestupy kontrol a fotodokumentace zkušebních vzorků probíhaly po 24, 48, 72, 120, 168, 268, 360, 420, 500, 596 (572 pro solnou mlhu), 644, 720, 788, 860, 932, 1000 hodin.

Prvních 22 vzorků bylo hodnoceno po 360 hodinách, zbylých 32 vzorků po 1000 hodinách kdy byl experiment ukončen. Tento interval byl zvolen z důvodu degradace některých systémů po expozici 360 hodin, kdy byl odebrán jeden vzorek z každé série. Na zkušebních vzorcích byla provedena také zkouška křížovým řezem a mřížková zkouška, stanovení stupně delaminace a podkorodování NS. Tyto výsledky však nejsou z důvodu obsáhlosti součástí tohoto článku.



## 2.1 Zkouška v kondenzační komoře dle ČSN EN ISO 6270-1 a solné mlže dle ČSN EN ISO 9227

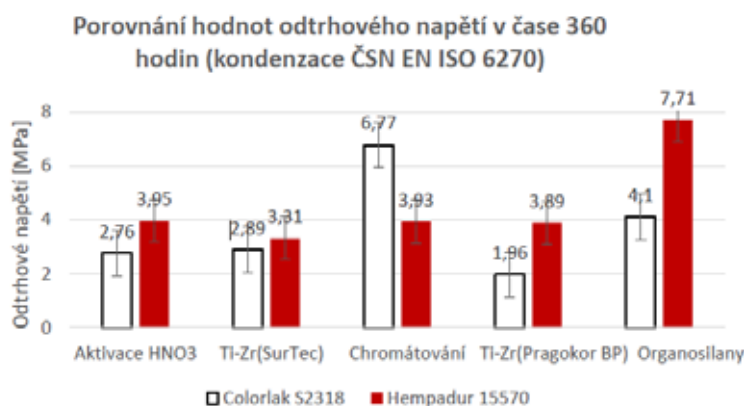
Graf 1: Hodnoty odtrhových napětí před expozicí



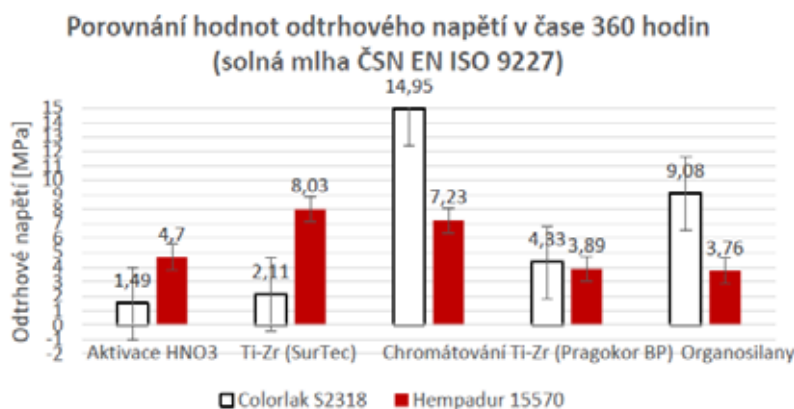
Z grafu 1 je patrné, že NS Colorlak S2318 dosahoval vyšších odtrhových napětí a pro většinu zkoušených chemických předúprav se pohybuje v rozmezí 13-16 MPa. NS Hempadur 15570 naopak má rozdílné hodnoty pro všechny chemické předúpravy. Pro aktivaci HNO<sub>3</sub> a fosfátování má srovnatelné výsledky s NS Colorlak S2318, ale pro zbylé tři technologie (chromátování, Ti-Zr (Pragokor BP) a organosilany) má přibližně 2 - 8x menší hodnoty odtrhového napětí v závislosti na dané předúpravě.

Nejvyšších odtrhových napětí bylo dosaženo při použití chemické předúpravy s organosilany (Coatosil MP 200) společně s NS Colorlak S2318 (15,68 MPa). Druhá nejvyšší hodnota odtrhových napětí byla dosažena pomocí Ti-Zr (Pragokor BP) s NS Hempadur 15570 (15,37 MPa) a aktivaci pomocí HNO<sub>3</sub> s NS Colorlak S2318 (14,88 MPa). Nejnižší hodnoty odtrhových napětí bylo dosaženo při použití chemické předúpravy s organosilany společně s NS Hempadur 15570 (2,3 MPa).

Graf 2: Hodnoty odtrhových napětí před expozicí v kondenzační komoře po 360 hodinách



Graf 3: Hodnoty odtrhových napětí před expozicí v solné mlže po 360 hodinách

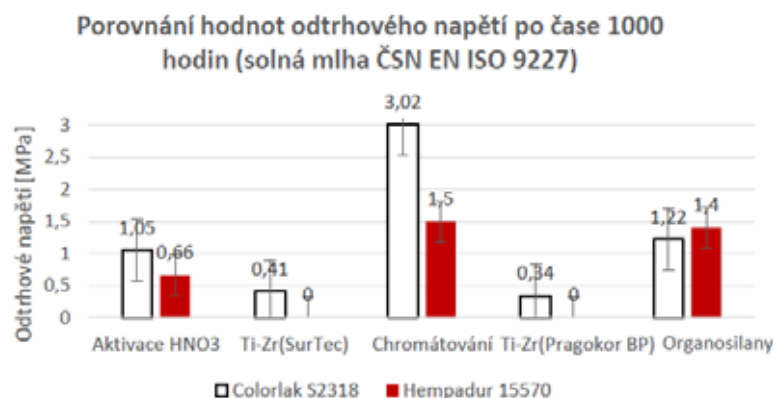


V grafu 2 jsou vyneseny hodnoty odtrhových napětí pro danou chemickou předúpravu a NH po 360 hodinách expozice v solné mlže. Je patrné, že NS Colorlak S2318 má nízká odtrhová napětí po expozici v solné mlže pro předúpravu pomocí HNO<sub>3</sub> a Ti-Zr (Surtec 6096), zatímco pro předúpravu chromátování má hodnoty odtrhových napětí srovnatelné s počátečními hodnotami před vložením do solné komory. Nejvyšších hodnot odtrhových napětí v solné mlže po 360 hodinách dosahuje chemická předúprava pomocí chromátování s NS Colorlak S2318 (průměrné odtrhové napětí bylo 14,95 MPa), organosilany s NS Colorlak S2318 (průměrné odtrhové napětí 9,08 MPa) a Ti-Zr (SurTec 6096) s NS Hempadur 15570 (průměrné odtrhové napětí, tedy 8,03 MPa).

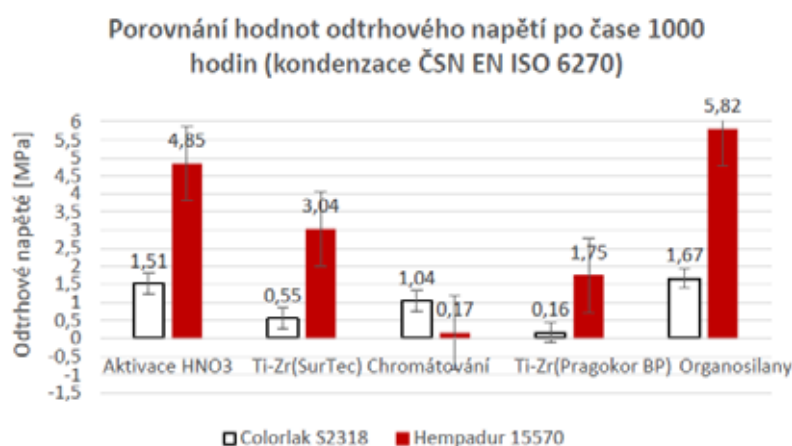
Naopak v kondenzační komoře si ve většině případů vedl lépe z pohledu odolnosti proti vlhkosti NS Hempadur 15570, kromě jednoho případu, bylo dosaženo vyšších odtrhových napětí při použití chromátování + NS Colorlak S2318. Po zhodnocení odtrhových napětí je možné říci, že nejvyšších hodnot bylo dosaženo chemickou předúpravou pomocí chromátování a organosilanů.

V solné mlze mělo chromátování s NS Colorlak S2318 vyšší odtrhové napětí (14,95 MPa) než organosilany s NS Colorlak S2318 (9,08 MPa). V kondenzační komoře si v odolnosti proti vlhkosti lépe vedly organosilany s NS Hempadur 15570 (7,71 MPa), než chromátování s NS Colorlak S2318 (6,77 MPa).

Graf 4: Hodnoty odtrhových napětí před expozicí v solné komoře po 1000 hodinách



Graf 5: Hodnoty odtrhových napětí před expozicí v kondenzační komoře po 1000 hodinách



Po 1000 hodinách expozice v solné mlze začal NS Hempadur 15570 selhávat, měl velmi nízká odtrhová napětí a velmi nízkou přilnavost povrchu pro chemické předúpravy Ti-Zr (Pragokor BP) a Ti-Zr (SurTec 6069). V obou těchto případech nastalo stržení pomocí lepicí pásky při mřížkové zkoušce a pomocí křížového řezu. U předúpravy pomocí organosilanů bylo dosaženo poměrně odpovídajících hodnot odtrhového napětí u NS Hempadur 15570.

Naopak v kondenzační komoře si NS Hempadur z pohledu odolnosti proti vlhkosti ve většině případů vedl lépe než NS Colorlak. Z výsledků odtrhových napětí zaznamenaných v grafech 3 a 4 je patrné, že při použití NS Colorlak bylo dosaženo nižších odtrhových napětí v kondenzační komoře. Zatímco u NS Hempadur 15570 výsledky naznačují lepší využití ve vlhkých prostředích.

Po srovnání předúprav v solné mlze dosahovalo nejvyšších hodnot odtrhových napětí chromátování s NS Colorlak S2318 (3,02 MPa), dále pak stejná chemická předúprava s NS Hempadur 15570 (1,5 MPa) a se srovnatelnými hodnotami organosilany s NS Hempadur 15570 (1,4 MPa).

V kondenzační komoře dosahovaly nejvyšších hodnot odtrhových napětí organosilany s NS Hempadur 15570 (5,82 MPa), aktivace pomocí HNO<sub>3</sub> s NS Hempadur 15570 (4,85 MPa) a Ti-Zr (SurTec 6069) se stejným NS (3,04 MPa). Nízké hodnoty odtrhových napětí u některých systémů byly dosaženy nejspíše díky špatné práci se samotným NS, vytěkáním jednotlivých složek při zpracování, případně nevhodných podmínek při aplikaci nebo samotné reakci základního materiálu s daným chemickým prostředkem. Tyto skutečnosti je nutné dále ověřit a pro následný experiment využít více druhů nátěrových hmot, což je i jedním z dalších cílů výzkumu.

## Závěr

Výsledky tohoto výzkumu mají v současné době již aplikovatelný význam v lakovnách a v provozech, kde jsou prováděny chemické předúpravy materiálu před lakováním s ohledem na snížení energetické a ekologické náročnosti celého procesu předúprav.

Dosavadní experimenty zdůvodňují důležitost dalšího výzkumu a vývoje v oblasti těchto nových předúprav povrchu materiálu, a to zejména z důvodu regulací Evropské komise ve směrnici 2011/65/EU, kde se omezuje použití některých kovů a látek (olova, kadmia, šestimocného chromu atd.) v elektrických a elektronických zařízeních uváděných na trh, ale i pro pasivaci pozinkovaných materiálů.

Výzkum byl podpořen projektem SGS22/156/OHK2/3T/12 (Influence of surface treatments on the quality of production technologies).

## Použité zdroje a literatura

- [1] J.B. BAJAT, V.B. MIŠKOVIĆ-STANKOVIĆ, J.P. POPIĆ, D.M. DRAŽIĆ, Adhesion characteristics and corrosion stability of epoxy coatings electrodeposited on phosphated hot-dip galvanized steel, *Progress in Organic Coatings*, Volume 63, Issue 2, September 2008, Pages 201-208, ISSN 0300-9440, <http://dx.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2008.06.002>.
- [2] POKORNÝ, P. Předpokládaná účinnost konverzních povlaků proti aktivaci zinkované oceli v modelových pórových roztocích betonu. *Koroze a ochrana materiálu*. 2013, 57(3), 115 - 126.
- [3] ZHU, Wen, Li WENFANG, Mu SONGLIN, Fu NIANQING a Liao ZHONGMIAO. Comparative study on Ti/Zr/V and chromate conversion treated aluminum alloys: Anti-corrosion performance and epoxy coating adhesion properties. *Applied Surface Science*. Elsevier, 2017, (405), 157-168.
- [4] SZELAG, PETR. Pragochema, spol. s.r.o. – interní pdf dokument pro výuku. *Využití organosilikátů v povrchových vrstvách*. [cit. 2018-7-13].
- [5] DROBTILÍK, MICHAL. *Organosilany a jejich aplikační možnosti*. Zlín, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Barbora Šafaříková.
- [6] SVOBODA, J. and KUDLÁČEK, J. Suitable pre-treatment of hot-dip zinc to increase the adhesion of organic coatings. *Manufacturing Technology*. 2018, 2018(18(1)), pp. 135-139. ISSN 1213-2489.
- [7] SVOBODA, J., et al. Comparison of chemical and mechanical pre-treatments and their influence on the adhesion of organic coatings. In: *International Conference on Innovative Technologies 2017*. International Conference on Innovative Technologies, IN-TECH2017. Ljubljana, 11.09.2017 - 13.09.2017. Rijeka: Faculty of Engineering University of Rijeka. 2017, pp. 251-254. ISSN 0184-9069.
- [8] SZELAG, Petr. Pragochema, spol. s.r.o. – interní pdf dokument pro výuku. *Železnaté fosfátování*. [cit. 2022-04-17].

## Laserová konfokální mikroskopie

Ing. Karel Jiřikovský – EVIDENT Europe GmbH

V současné době rostou stále více nároky na nestandardní způsoby měření velmi jemných součástí, povlaků, spojů, sledování struktur rozličných materiálů a na kontrolu textury, či drsnosti povrchů s vysokou přesností měření. K těmto účelům se s výhodou využívají optická zařízení – konfokální laserové rastrovací mikroskopy, umožňující až submikronové zobrazení povrchů materiálů s nestandardní rozlišovací schopností zobrazení a s možností přesného trojrozměrného měření.

Konfokální laserový mikroskop, určený pro materiálové aplikace, je představitelem nové generace optických systémů s vysokou přesností 3D zobrazování a měření. Je zvláště vhodný pro nově vznikající aplikace v mikro- a nano-technologických odvětvích, které kladou stále vyšší nároky na nestandardní způsoby bezkontaktního měření a kontrolu materiálů, miniaturních součástí, velmi jemných spojů, litografických hologramů a waferů, a také na kontrolu drsnosti povrchů se submikronovou přesností.

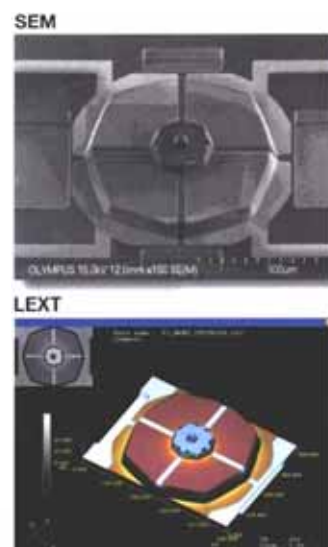
Technologie konfokálního laserového rastrovacího mikroskopu, umožňuje zobrazení od přehledového snímku, složeného z více zorných polí dohromady, až po submikronové zobrazení povrchů materiálů a součástí s nestandardní rozlišovací schopností v laterálním zobrazení až 120nm a se schopností velmi přesného 3D měření v ose z až 12nm.

Obvyklý rozsah optického zvětšení od 50x až 17.500x uspokojí požadavky nejen výzkumných a vývojových pracovníků, kteří se při práci pohybují mezi hranicemi optických světelných mikroskopů a elektronových řádkových mikroskopů (SEM). Navíc na rozdíl od SEM, popř. AFM (rastrovací mikroskopy na principu měření atomárních sil) se v konfokálním mikroskopu mohou vzorky umísťovat přímo na mikroskopický stolek, bez použití vakuové komory. Pozorování vzorku probíhá v reálném čase a rovněž není zapotřebí ani tzv. zvodivění povrchu součásti.

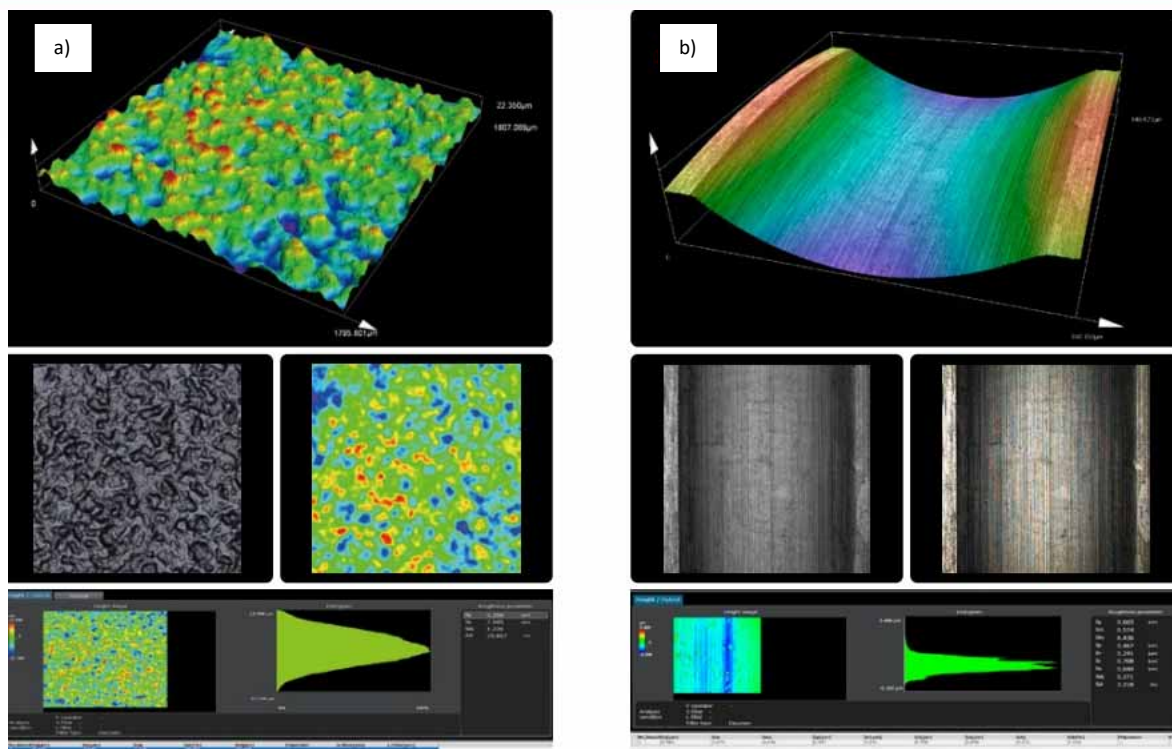
Konfokální laserové mikroskopy se výborně uplatňují při kontrole výroby komponentů s velmi malou tolerancí přesnosti výroby, automobilových a leteckých součástí, lomových ploch, vodivých i nevodivých materiálů, jako jsou polovodiče, keramiky, plasty, povlaky, chemické a biologické preparáty a kovy.

Pro řízení jakosti nabízí měření skutečných vzdáleností, objemů, ploch a průmětů, měření drsnosti povrchů, měření profilů, viz. obrázek č.2, analýzu částic a mnoho dalších funkcí přímo v 3D zobrazení. Schopnosti takového systému lze také velmi dobře využít při analýze vad a poruch, navíc výrazně překračuje rámec konvenční mikroskopie také tím, že představuje velmi výkonný 3D metrologický nástroj s přesností měření (3σ) v laterální rovině x-y v oblasti 120nm a v ose z až 12 nm.

Konfokální laserový mikroskop nabízí nejen v metrologii nové možnosti kontroly materiálů, povlaků, elektrotechnických vzorků a součástí s vysokou přesností měření v 3D, ale hodí se zejména pro nově vznikající aplikace v mikro- a nano-technologickém odvětví [1].



Obr. 1: Porovnání snímků ze SEM a CLSM



Obr. 2: Obrázky aplikací: a) textura PVD povrchu / vyhodnocení plošné drsnosti, b) ložisková dráha / vyhodnocení plošné drsnosti a tvaru

## Použité zdroje a literatura

[1] 3D Measuring Laser Microscope, OLS5100, Lext – OLYMPUS Corporation, Shinjuku Monolith, 2-3-1, Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-0914, Japan, no. N8601993 – 102020



## Náhrada zkušebního média při periodických zkouškách tlakových nádob tekutinou s pasivačním roztokem

Ing. Kamil Liška – Ministerstvo obrany, Sekce majetková, Odbor správy majetku  
Ing. David Kusmič, Ph.D. – Univerzita obrany, Fakulta vojenských technologií

Tlaková zařízení se vyznačují tím, že se u nich vyskytují nebezpečí, pocházející od tlaku pracovní látky, což představuje značnou akumulovanou energii a nebezpečí pocházející z vlastností tlakové látky, např. vysoká teplota včetně varných explozí, hořlavost, popř. výbušnost, jedovatost, žíravost apod. Specifická nebezpečí přináší u tlakových zařízení místní podmínky dané umístěním zařízení v konkrétním prostředí s provozními podmínkami v konkrétním místě a při konkrétním způsobu užití. Vzduchoměry vzduchotlakých soustav vozidel jsou používány jako zásobníky stlačeného vzduchu. Používají se pro pneumatické brzdy a pomocná zařízení silničních vozidel. Pro jejich výrobu, montáž, revize, zkoušky, provoz a údržbu jsou stanoveny zvláštní požadavky. Materiály hlavních tlakových částí ocelových tlakových nádob jsou vyráběny z plechů a pásů podle ČSN EN 10207 dle odpovídající jakosti (SPH 235/P235S) nebo podle ČSN EN 10028 část -1 a část -2. Nelegované ušlechtilé oceli nesmí být neuklidněné a musí být dodávány ve stavu normalizačně žíhaném, obsah uhlíku podle analýzy z tavby musí mít následující předepsané chemické složení (tabulka 1):

Tabulka 1. Předepsané chemické složení oceli SPH 235/P235S

Chemické složení (hm. %)					
C	Si	Mn	P	S	Al <sub>celk.</sub>
max 0,16	max 0,35	0,40 – 1,20	max 0,035	max 0,030	min 0,020

Pracovní látkou je stlačený vzduch o pracovním tlaku 9 bar a pracovní teploty od -40 do 100°C. Tloušťka materiálu válcové části a dna nesmí být menší než 2 mm + přídavek na korozi pro ocelové nádoby, a ne menší než 3 mm pro nádoby z hliníku a ze slitin hliníku podle ČSN EN 286-2.

Jednoduché netopené tlakové nádoby pro vzduch nebo dusík. Dovolené namáhání nesmí přesáhnout menší z hodnot  $0,6 R_{CT}$  (MPa) nebo  $0,3 R_m$  (MPa), kde  $R_{CT}$  a  $R_m$  jsou hodnoty uvedené v materiálové normě. Periodické zkoušky vzduchojemů jsou aktuálně prováděny zkušebním médiem z vodovodního řádu bez úpravy. Povrchy brzdových vzduchojemů jsou z výroby přiměřeně chráněny proti korozi, jestliže jsou opatřeny spolehlivou a trvalou protikorozní ochranou uvnitř a vně tlakové nádoby. Při provozu vojenské techniky jsou tlakovzdušné soustavy vystavovány agresivnímu prostředí oxidu uhličitého, oxidu dusíku, přízemního ozónu a působnosti chloridů v zimním období.

Postupy pro periodickou kontrolu jsou zaměřeny na kontrolu úrovně poškození vnitřních a vnějších povrchů se zaměřením na posouzení bezpečnostních požadavků brzdových vzduchojemů. Kontrola stavu vnitřních povrchů zahrnuje mimo jiné vizuální kontrolu stavu před a po čištění vnitřního povrchu. Při čištění vnitřních povrchů je praktikován mechanický způsob odstraňování korozních produktů prostřednictvím vymílacích řetízků upnutých v rotačním nástroji. Posouzení stavu kontrolovaných povrchů je stanoveno po mechanickém čištění vizuální kontrolou se stanovením stupně plošného a hloubkového poškození ocelových povrchů. Periodické zkoušky vzduchojemů jsou prováděny po 10-ti letech provozu a vykazují různou úroveň poškození vlivem působení agresivního prostředí. Vnitřní prohlídky stěn vizuální kontrolou povrchu nádoby jsou zaměřeny na výskyt trhlin, vrásek, plen, deformací povrchu nádoby, vznik důlkové a rovnoměrné (plošné) formy koroze, stav zkosených míst, případně přepážek nádob, čistotu a stav stěn nádoby (zbytky ochranných povlaků a korozních produktů), stav ochranných nátěrů a povlaků, neporušenost míst se zvýšeným namáháním (lemy, švy, svary, okolí hrdel). Čištění vnitřního povrchu nádoby vymílacími řetízky v rotačním nástroji způsobuje mechanické odstranění ochranného povlaku a vzniklých korozních produktů. Součástí periodické zkoušky je vodní tlaková zkouška zkušebním přetlakem 1,5 násobkem provozního přetlaku. Ošetření vnitřního povrchu po ukončení tlakových zkoušek nebylo dosud prováděno žádným prostředkem ani ochranným povlakem.

Obsahem periodické revize je odborné posouzení vlivu provozních podmínek vzhledem k porušení kvality vnitřního povrchu obvodového pláště, rozsahu a druhu korozního úbytku. Rozsah napadení důlkovou korozi je obzvláště důležitý ke stanovení zbytkové životnosti kovové revidované tlakové nádoby. U zkoušených materiálů je významné stanovit nejmenší rozměr důlku, zda pokrývají celkovou plochu, průměrnou hloubku důlku, maximální hloubku důlku, případná další potřebná kritéria. Obvyklou praxí „inspektorů NDT“ je nalezení nejsilnějšího místa na plášti nádoby a stanovení pravděpodobné tloušťky stěny. Poté změření místa s největším úbytkem tloušťky stěny a dle vlastního uvážení provedení odečtu menší naměřené tloušťky (důlky, úbytky atd.). Dále následuje stanovení četnosti výskytů defektů a rozhodnutí o dalším provozu nádoby. Pokud není měřením odhalena vada materiálu, může při provozu dojít k deformaci tlakové části nádoby a k jejímu následnému roztržení. Vzduchojemy, které v průběhu revize vykazují podezření na prokorodování nebo zeslabení tloušťky materiálu podléhají další kontrole podle stanoveného technologického postupu, tj. proměření tloušťky materiálu ultrazvukem průchodovou nebo odrazovou metodou a kontrolnímu výpočtu pevnosti. Proměření tloušťky stěny ultrazvukem se provádí podle ČSN EN 14 127 Nedestruktivní zkoušení – Měření tloušťky ultrazvukem v místech nejmenšího zeslabení pláště nádoby, a hodnoty nejmenší tloušťky stěny jsou použity při kontrolním výpočtu dovolených pracovních cyklů. Výpočet dovoleného počtu hlavních cyklů zatížení stanovuje výrobce.

Pro účely dočasné ochrany vnitřního povrchu revidovaných tlakových nádob brzdových soustav byla provedena zkouška účinků pasivačního roztoku s inhibičním účinkem PRAGOKOR O 170 ve vodní lázni. Pro tyto účely byly připraveny 4 ks vzorků o rozměru 150 x 70 x 3 mm, které byly pořízeny z ocelového vzduchojemu brzdových soustav výrobce Dukla Trutnov z roku výroby 1976. Vnější povrch vzduchojemu byl původně opatřen organickým nátěrem, vnitřní povrch byl vlivem kondenzace stlačeného vzduchu a nepravidelného odkalování zasažen důlkovou korozi.

Příprava experimentu spočívala v úpravě vzorků č. 1 a 2 v roztoku destilované vody a přípravku PRAGOKOR O 170 v poměru 2500 : 50 ml ponorem po dobu 30 min. při pokojové teplotě. Následovala pěti týdenní cyklická expoziční zkouška ponorem pasivovaných vzorků (vzorky č. 1 a 2) a vzorků neupravených pasivací (vzorek č. 3 a 4) ve vodě z vodovodního řádu.

Před každým cyklem byly měřeny parametry vody – teplota, alkalita a vodivost obou lázní přístrojem Combo pH& EC Hanna – viz tabulka 2 a tabulka 3 níže.

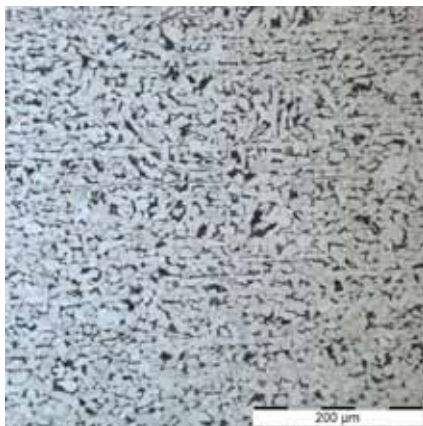
Tabulka 2. Vstupní údaje lázně z vodovodního řádu

<b>Vstupní údaje: pitná voda z vodovodního řádu</b>	teplota	23,3	st. C
	alkalita	5,8	pH
	vodivost	12	mS

Tabulka 3. Sledované údaje lázně v průběhu expoziční zkoušky

Perioda (7 dní)	Teplota (stupně celsia)	Vodivost (mS)	pH	poznámka
0	21,6	2,34	9,74	pasivační lázeň
I.	16	0,59	7,51	voda
II.	14	0,6	7,5	voda
III.	13,9	0,6	7,49	voda
IV.	14,2	0,59	7,51	voda
V.	14	0,6	7,49	voda

Vzorky pro zkoušku účinků pasivačního roztoku byly odebrány z vyřazeného ocelového brzdového vzduchojemu o rozměrech (d x š x tl.) 150 x 70 x 3 mm, materiál jakostní ocel dle normy ČSN EN 10207 – oceli pro jednoduché tlakové nádoby (P235S) odpovídající struktuře oceli feriticko-perlitické (obr. X).



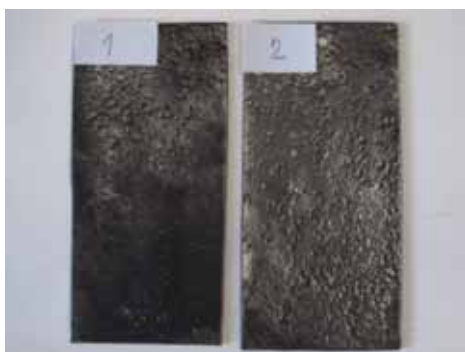
**Obr. 1:** Feriticko-perlitická struktura oceli SPH 235 (vzorek č. 1), leptáno 2% Nital

V rámci ověření kvality zkoušeného vzorku bylo provedeno měření chemického složení materiálu z objemu a zjišťování druhu a typu materiálu na základě porovnání s kalibry ocelí, hliníků, hořčíkových slitin a kovových slitin na přístroji Spektrometr BAS TASMAN Q 4.

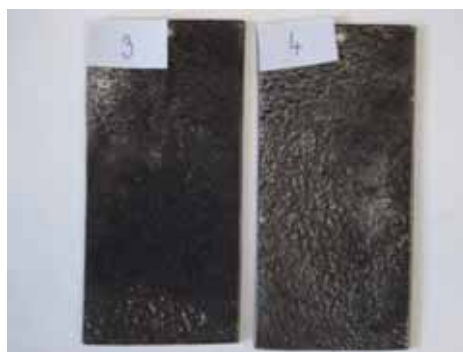
Tabulka 4. Ověření chemického složení testované oceli P235S

Prvek (hm. %)	C	Si	Mn	P	S
P 235 S (ocel 1.0112)	max 0,16	max 0,35	0,4-1,2	max 0,035	max 0,03
Atest - Q4 TASMAN	0,107	0,0015	0,369	0,013	0,016

Výsledky porovnání chemické analýzy (tabulka 4) ukazují, že naměřené hodnoty testovaného vzorku brzdového vzduchojemu splňují materiálové požadavky dle ČSN EN 10207, Oceli pro jednoduché tlakové nádoby- Technické dodací požadavky pro plechy, pásy a tyče.



**Obr. 2:** Vnitřní strana vzorku 1. a 2 před ponorem do pasivační lázně



**Obr. 3:** Vnitřní strana vzorku 3. a 4 před ponorem do vodní lázně

Během testu byly vizuálně sledovány povrchy zkoušených vzorků z hlediska tvorby korozních produktů. Korozní úbytky byly měřeny gravimetrickým porovnáním na laboratorní digitální váze Citizon CY 720, d: 0,001g.

Po sedmidenní periodě ponoru byly vzorky z obou lázní vyjmuty, opláchnuty od korozních produktů vodou z vodovodního řádu a osušeny ve vakuové sušičce BMT Vacucell 55. Následně bylo provedeno měření hmotnosti na digitální váze za účelem stanovení korozních přírůstků.



**Obr. 4:** Vnitřní strana vzorku 1. a 2 po 1. periodě expozice



**Obr. 5:** Vnitřní strana vzorku 3. a 4 po 1. periodě expozice



**Obr. 6:** Vnitřní strana vzorku 1. a 2  
po 5. periodě expozice



**Obr. 7:** Vnitřní strana vzorku 3. a 4  
po 5. periodě expozice

Pro vyhodnocení korozních úbytků byly vybrány vzorky č. 1 a č. 3. Po ukončení všech period laboratorní zkoušek byly sledované vzorky zbaveny korozních produktů postupem dle ČSN ISO 8407 Koroze kovů a slitin – Odstraňování korozních zplodin ze vzorků podrobených korozním zkouškám. Dle přílohy A.1 normy byl použit postup C.3.1 pro železo a ocel chemikálií 500 ml HCl, 3,5 g urotropin (hexamethylentramin) doplněné destilovanou vodou. Následně byla provedena neutralizace roztokem NaOH, oplach v čisté vodě a stabilizace povrchů čistým lihem. Před konečným vážením bylo provedeno sušení vzorků ve vakuové sušičce. Konečným hodnocením účinku pasivačního roztoku PRAGOKOR O 170 bylo provedeno hmotnostní porovnání úbytku hmotnosti vzorků s přesností na 3 desetinná místa. Měřením byl zjištěn minimální rozdíl celkového hmotnostního úbytku 73 g mezi vzorkem č. 1 a vzorkem č. 3. Pokles hmotnosti mezi jednotlivými periodami byl způsoben vyplavením vzniklých korozních zplodin oplachem vody z vodovodního řadu před vážením vzorků. Znatelnější úbytek hmotnosti byl zaznamenán rozdílem hmotností mezi V. periodou zkoušky a po konečném odrezení. Vzorek č. 1 z pasivační lázně vykazoval úbytek hmotnosti 1,544 g a vzorek č. 3 z vodní lázně vykazoval úbytek 1,784 g. Rozdíl naměřených hmotností 0,240 g v laboratorním 5. týdenním cyklu prokazuje aktivní účinek pasivačního roztoku PRAGOKOR O 170 na povrchy ocelových plechů bez ochranných povlaků.



**Obr. 8:** Vzorky č. 1 a č. 3 po ukončení zkoušky a po odrezení

## Vyhodnocení zkoušky a závěr

Tlakové zkoušky brzdových vzduchojemů provozované techniky jsou dosud prováděny vodou z vodovodního řadu, která obsahuje určité množství rozpuštěných solí vápníku a hořčíku. Množství těchto sloučenin je vyjádřeno tvrdostí vody. Hodnota sloučenin je v rozmezí 2,51 - 3,75 mmol/l (tvrdá voda). K omezení negativních účinků pitné vody používané k tlakovým zkouškám byl v rámci laboratorního testu použit pasivační přípravek PARAGOKOR O 170, pH se pohybuje v rozmezí hodnot 9 - 11. Po pozitivním výsledku laboratorního testu náhrady zkušební média bude vodný roztok přípravku zaveden na revizní místa v rezortu Ministerstva obrany jako zkušební médium ke zkouškám tlakových nádob pro účely pasivace aktivního povrchu kovů na bázi železa ve vodném prostředí, po kterých zůstává povrch kovů v aktivním stavu. Přípravek je nepěnlivý, a proto je vhodný k inhibici vody při tlakových zkouškách. Vyčerpaný koncentrát pracovní lázně se likviduje společně s vodami s obsahem ropných látek v ČOV úpravou pH vody do alkalické oblasti roztokem vápenného mléka. Vápenaté ionty vysráží použité inhibitory a převedou je do kalu. Úpravu odpadních vod a jejich začlenění do celého systému odpadního hospodářství je nutno posoudit na základě pokusu tak, aby byl likvidační postup optimalizován pro specifické podmínky dané lokality.

## Použité zdroje a literatura

- [1] ČSN EN 286-2 Jednoduché netopené tlakové nádoby pro vzduch nebo dusík. Část 2: Tlakové nádoby pro vzduchotlakové brzdy a pomocná zařízení motorových vozidel a jejich přívěsů
- [2] ČSN EN 10207 Oceli pro jednoduché tlakové nádoby - Technické dodací požadavky pro plechy
- [3] ČSN EN 14 127 Nedeštruktivní zkoušení - Měření tloušťky ultrazvukem
- [4] ČSN ISO 8407 Koroze kovů a slitin – Odstraňování korozních zplodin ze vzorků podrobených korozním zkouškám

## Udržitelné a nákladově efektivní dokončovací práce na vyvažovacích závažích pro disky kol.

*Nejběžněji používanými systémy pro čištění a recyklaci procesní vody používané při hromadném broušení a omílání jsou dnes odstředivky. Například přední světový dodavatel vyvažovacích závaží firma Wegman Automotive používá plně automatickou odstředivku značky Rösler model Z1000. Jako náš první zákazník firma Wegmann rozšířila software své odstředivky na "pokročilou verzi" inovativní digitální systém řízení kvality procesní vody Rösler Smart Solutions. Ve srovnání s původním řízením procesu přinesl nový softwarový balík se svými digitálními algoritmy značné výhody. Napomáhá zvýšit celkovou užžitnou hodnotu, a současně vede k podstatným úsporám nákladů.*



### Hromadné broušení a omílání musí splňovat přísné požadavky

Vyvažovací závaží jsou vyráběna jako vylisky z oceli, pozinkované oceli nebo jako odlitky ze zinku nebo slitin zinku. Eugen Weizel vedoucí oddělení dokončovacích prací a lakování ve společnosti Wegmann Automotive vysvětluje: „Po lisování nebo tlakovém lití se na závaží provádí další operace a to hromadné omílání v kruhových vibrátorech. Cílem procesu je zcela odstranit zbytkový olej po procesu lisování nebo zbytkový separačního prostředku na vodní bázi z procesu tlakového lití. Současně je na ocelové díly aplikována antikorozi ochrana použitým compoundem. U dílů vyrobených ze zinku je jiný požadavek a to dosáhnout požadovaného povrchového napětí pro následnou operaci lakování.“ „Povrchové napětí je pečlivě sledováno,“ dodává kolega pana Weizela pan Manuel Salomon za WAPS (zkratka pro Wegmann Automotive Production Systems) jako osoba odpovědná za celkový proces lakování a štíhlou výrobu, dále dodává: „Vysoká koncentrace compoundu v procesní vodě je výhodná pro antikorozi ochrana ocelových dílů, pokud je ale příliš vysoká nedosáhneme požadovaného povrchového napětí u zinkových dílů. To může způsobit neadekvátní výsledky lakovaného povrchu a v některých případech by nás to mohlo donutit až k likvidaci výrobků.“

### Kvalita výrobků závisí na kvalitě procesní vody

Z důvodů recyklace se procesní voda čistí pomocí plně automatické odstředivky Z 1000 od firmy Rösler, kde se kontroluje koncentrace compoundu jako klíčový faktor k dosažení kvality povrchu vyvažovacích závaží. Manuel Salomon pokračuje: „Když bylo omílací zařízení a odstředivá čistička procesní vody uvedeny do provozu, rychle jsme poznali, že existuje úzká korelace mezi kvalitou procesní vody a kvalitou našich produktů. Proto jednou týdně pečlivě měříme koncentraci compoundu ve vodě a podle potřeby jsme ji schopni upravit. Protože měření a zaznamenávání hodnot bylo časově náročné tak společnost Wegmann ráda přijala nabídku od společnosti Rösler na využití pokročilé verze „digitálního systému řízení kvality procesní vody“, jako pilotní uživatel. Eugen Weizel uzavírá: „Rychle jsme rozpoznali benefity dalšího vývoje a zdokonalení softwaru, společně s firmou Rösler jsme prohloubili naše procesní znalosti.“ Nový interaktivní monitorovací a řídicí systém pro čištění a recyklaci procesní vody s poloautomatickými a plně automatickými odstředivkami je integrován do řídicího systému odstředivek a umožňuje sledování, záznam všech relevantních procesních parametru. U společnosti Wegmann to zahrnuje měření a koncentrace compoundu titrací nebo refraktometrem (BRIX) hodnotu pH, vodivost procesní vody, mikrobiologickou kontaminaci bakteriemi, kvasinkami, plísněmi, obsah chloridů, hodnotu CSB (chemická spotřeba kyslíku) a BIT (biocid v procesní vodě). Systém také kontroluje vzhled a zápach procesní vody. Parametry, které mají být monitorovány lze individuálně měnit a jejich hodnoty je možné přizpůsobit příslušným parametrům.

V základní verzi digitálního systému řízení kvality procesní vody od společnosti Rösler Smart Solution jsou vzorky odebírány ručně a analyzovány příslušnými přístroji, které může společnost Rösler rovněž dodat. Po zadání dat do systému algoritmus určí, zda jsou naměřené hodnoty ve stanovených mezích, v případě odchylek zobrazí displej vhodné úkony, které lze okamžitě realizovat. To umožňuje operátorovi provádět potřebná opatření k návratu hodnot do přijatelného rozsahu a k zajištění stability procesu. Vzhledem k tomu, že jsou všechny parametry uloženy v systému je možné je kdykoli vyvolat, například ve formě tabulky nebo grafu. Ten pomáhá předcházet nechtěným a nákladným prostojům provádění nezbytných výměn procesní vody v obdobích kdy nezasahují do výrobních operací. Kompletní dokumentace provozních parametrů je, také cenným nástrojem k prokázání kvality procesu a stability procesu při auditech kvality i pro účely validace. Doporučené akce lze vyvolat i v případě událostí, které ovlivňují celkovou kvalitu procesu hromadného dokončování, to zahrnuje pění během procesu, korozi obrobků nebo nedostatečnou čistotu obrobků, tyto události by mohly negativně ovlivnit následné výrobní kroky. Manuel Slomon komentuje: „Ukazatele a doporučené příkazy jsou velmi užitečné. V minulosti jsme měřili parametry procesu, když ale došlo na nutné korekce, byli jsme na to úplně sami. A v případě procesních problémů jsme museli hledat řešení nebo kontaktovat dodavatele telefonicky. Digitální systém dnes poskytuje veškerou podporu, kterou potřebujeme. To je užitečné zejména pro kolegy s malými znalostmi v procesu broušení a omílání a recyklaci procesní vody“

### Jednoduché čištění, které lze rychle implementovat

Chytrý systém řízení kvality procesní vody je ve společnosti Wegmann Automotive v provozu od poloviny března tohoto roku. Eugen Weizel poznamenává: „Struktura softwaru je dobře organizovaná a snadno srozumitelná, systém lze po krátkém zaškolení plně využívat. Všechna kritická data jsou uspořádána, tak aby byla vidět na první pohled. A všechny informace jsou prezentovány srozumitelným způsobem“ Zatím co v minulosti byla koncentrace compoundu měřena pouze jednou týdně nyní měříme dvakrát denně. Kromě toho se zaznamenává hodnota pH a sleduje se vzhled a zápach procesní vody. „Tento přístup nám poskytuje cenné informace o našem procesu. Například vývoj koncentrace compoundu nám říká, že kvůli vyššímu objemu zaoilovaných obrobků musíme zvýšit dávkování compoundu, abychom udrželi požadovanou kvalitu procesní vody,“ vysvětluje Manuel Salomon, který pokračuje: „Dalším příkladem je mikrobiologická kontaminace. V minulosti jsme ji vůbec nekontrolovali. Pokud je znečištění příliš vysoké, může to mít nepříznivý vliv na antikorozi ochranu ocelových výrobků.“

### Výrazně zlepšená stabilita procesu a nákladová efektivita

Pro sledování různých parametrů pomocí digitálního systému snímání parametrů procesní vody potřebuje společnost Wegmann Automotive asi 20 minut týdně. Ve srovnání s měřením koncentrace compoundu jednou za týden to vyžaduje asi o 15 minut více času. Technické a ekonomické přínosy digitálního systému jsou však natolik významné, že společnost bez problémů akceptuje tuto skutečnost, že je třeba investovat do procesu o něco více času. Eugen Weizel uzavírá: „S digitálním systémem řízení kvality procesní vody rychle zjistíme, zda například koncentrace směsi již není dostatečná. Vzhledem k tomu, že by to mohlo mít nepříznivý vliv na následné výrobní kroky, jsme vděční, že máme tak hodnotný systém včasného varování. Náš dokončovací proces je nyní nejen mnohem stabilnější, ale také ekonomičtější.“ Není proto divu, že společnost Wegmann Automotive má zájem o další verzi digitálního systému řízení procesní vody od oddělení Rösler Smart Solutions. To umožňuje automatické měření, vyhodnocování a záznam parametrů procesu.



## Barevný svět

Ing. Josef Ježek – JEVAN, Ledec nad Sázavou

Přátelé, velká matematická zadání vznikají nenápadně a nečekaně. Ze starověku se nám zatím nepodařilo, a už ani nepodaří, vyřešit pomocí pravítka a kružítka úlohy, jako je kvadratura kruhu, třetění obecného rovinného úhlu nebo půlení krychle. Jedním z nedávné doby je úkol, o kterém vám chci vyprávět.

Britský chlapec objevil černobílou mapku pevninských hrabství své země, oddělených výhradně hraničními čarami. Aby se v mapce lépe orientoval, rozhodl se je postupně vybarvovat pastelkami. Měl však k dispozici pouze čtyři pastelky různých barev, a tudíž nevěděl, zda mu budou na ten úkol stačit. Podařilo se! Povzbuzen svou šikovností, zkusil vybarvit svými pastelkami jinou mapku. A opět úspěšně! Napadlo jej, zda je to náhoda nebo pravidlo. Svěřil se s problémem svému bratrovi, studujícímu na vysoké škole. Ani ten neuměl odpovědět, a tak zkusil do problému zasvětit i své učitele matematiky. Po více jak sto letech bádání došli moudří mužové k závěru, že čtyři barvy asi opravdu stačí na vybarvení jakékoliv mapy, ale důkaz stále chyběl. Byla tu tedy „hypotéza čtyř barev“, neproměněná v důkaz. V roce 1976 přišli dva mládenci s tím, že problém zadali již poměrně vyspělému počítači, a ten po delší době přemýšlení „řekl“, že čtyři barvy stačí na jakoukoliv složitou mapu. Z tohoto případu plyne ponaučení. „Milí rodiče a prarodiče. Neutrácejte zbytečně peníze, svým dětem nebo vnoučatům nekupujte drahé sady pastelek ani jiných barvítek. Musí vystačit se čtyřmi, a basta“. Kdo si myslí že ne, ať najde a přinese takovou omalovánku, kde je třeba pěti nebo více pastelek.

Je zajímavé, že někteří občané Evropské Unie (zkratkou EU) si příslušnost do unie dávají do svého jména. Například jeden z největších řeckých matematiků, jistý EUkleidés, nebo švýcarský matematik Euler. Ten první porovnal a uspořádal veškeré dostupné vědění z geometrie i aritmetiky své doby do třinácti knih **Základů** (Stoicheia). Ten druhý s obrovským záberem našel klíče v mnoha vědních oborech, jako je matematika, fyzika a dalších. Například, když pobýval v dávné české provincii (za vlády Přemyslovců u Baltského moře), v **Královci** (později Königsberku, dnes Kaliningradu), přemítal o tom, zda lze projít po sedmi mostech tohoto města tak, aby nemusel jít přes každý jeden most dvakrát. Podal důkaz, že taková procházka není možná. Vyslovil tak jeden z prvních zákonů topologie, kterému se učí žáci prvního vzdělávacího stupně. Jde o problém

### „obyčejné poštovní obálky“.

Stane se občas, že dostanete dopis v uzavřené papírové obálce. Nevíte, co je v ní, vidíte pouze její vnější čtyřúhelníkový tvar, nejčastěji obdélníkový nebo čtvercový. Do všech jejích čtyř rohů se sbíhají tři „hrany“. Dvě obrysové a jedna ze dvou úhlopříček. Obraz této obálky nedokážete namalovat jedním tahem. Když pak obálku šetrně otevřete, žasnete. Je v ní zapsáno obrovské tajemství, kterého jste si zatím nevšimli. Schematický obraz otevřené dopisní obálky jedním tahem už dokážete nakreslit, jako ti malí školáči. Jejím otevřením se ze dvou trojmocných obvodových uzlových bodů stávají dva uzle čtyřmocné, třetí coby průsečík úhlopříček zůstává. Vstupují do nich čtyři úsečkové hrany. Tři původní a jedna z trojúhelníku, který představuje „uzávěr obsahu“. Ti malí školáči vám poradí jak na to. Začít musíte v jednom ze dvou trojmocných uzlů a skončit v druhém trojmocném uzlu. Taková zdánlivá banalita a malichernost, a přitom tak obrovská pravda.

**Zobecnění.** Pokud by někdo zaznamenával váš pohyb po Světě, pak byste byli překvapeni vlastnostmi vašich trajektorií, **pozemské pouti**. Jsou možné dva stavy. Buď by všechny uzlové body na této trati byly sudé, a pak by to znamenalo, že jste se narodili a zemřeli v tomtéž bodě. Druhá situace je poučení z rozlepené poštovní obálky. Pokud se na trajektorii objeví uzlový bod lichého mocnosti (1; 3; 5; atd), pak musí existovat minimálně i maximálně dva. Jeden z nich musí představovat bod (lokalitu) zrození, druhý bod (místo) skonu. Jinak to prostě nemůže být na naší životní pouti.

**Topologie**, nejobecnější matematická věda, **se nezabývá obecně „tvarem“**, ať už **čár** („spojnic bodů“), nebo **ploch** ohraničených spojnici. Nezabývá se také „rozměrností“. Jakkoliv velkou plochu nebo objem můžeme nahradit jedním bodem, který nazveme „uzlovým“, do kterého směřují všechny „spojnice“. A tady vstupuje na scénu génius pana **Eulera**. Jím napsanou **rovnováhu** ve tvaru **S+V=H+2** (původně pro polyedry – počet Stěn plus počet Vrcholů je roven počtu Hran plus konstanta 2) můžeme bez obav zobecnit pro jakýkoliv „obraz“ sledovaného objektu, ale s použitím **nových termínů** lépe vystihujících situaci. **Stěnu** nahradíme pojmem **Pole** (plocha jako plocha), **Vrchol** nahradíme pojmem **Uzel** (bod jak bod) a **Hranu** pojmem **Spojnice** (čára jako čára mezi dvěma body

– uzlovými). Nová podoba topologické rovnováhy je pak následující:

$$P+U = S+2.$$

O tvarové obecnosti **Ploch** a **Spojnic** jsem se zmínil výše.

A nyní, jak je to s touto barevností světa kolem nás. „Nejmenší mnohostěn“ je čtyřstěn, uzavírající prostor čtyřmi trojnásobnými poli se čtyřmi trojmocnými uzly a šesti křivolakými spojnici uzlů. K jeho vnějšímu vybarvení vystačíme se čtyřmi pastelkami. Věřte, nevěřte, je to tedy vlastně nejsložitější obraz světa kolem nás. Není nic složitějšího. Žádná mapa čehokoliv, natož britských hrabství. Tuto pravdu si uvědomuji vždy, když vidím krásný obraz vlajky České republiky. Čtyři trojmocné uzlové body, šest spojníc a čtyři barvy. Čtvrtou barvou je třeba barva pozadí, na níž leží (volím zlatou), protože jde o jeden z obrazů čtyřstěnu.

**Existuje kontrolní výpočet rovnováhy** každého obrazu (tedy i mnohostěnu). Poněvadž spojnice spojuje vždy dva uzle, odděluje také dvě pole (barvy). Proto součet mocností (**mi**) všech uzlů v obraze musí být roven součtu násobností (**nj**) všech polí v tomto obraze. Čili

$$\sum m_i = \sum n_j = 2.S.$$

Násobnost pole je vyjádřena počtem uzlů na jeho hranici, mocnost uzlu je dána počtem spojníc do uzlu vstupujících. **Uzel liché násobnosti** spotřebuje vždy minimálně tři barvy, uzel **sudé násobnosti** vystačí někdy pouze **se dvěma barvami**. To jsou základní a prvotní informace o barvení světa kolem nás.

**Nyní se posuňme dále** od Eulerova rovnovážného vztahu. Trápí nás ona tajemná konstanta v hodnotě čísla dvě. Britská hrabství tvoří pevnina, kolem níž se rozprostírá moře. Z toho moře přece vyrostl ostrov. Proč pro něj nepotřebujeme žádnou barvu? Na počátku přece byla Země zcela pokrytá vodou, a z té potom díky vulkanické činnosti jádra se nad hladinou objevovala pevnina. Jak stojí v Bibli, druhý den stvoření Bůh oddělil vody od vod. Ve vodě se kromě pevniny také objevil první život. Dnes na obraze Země hledíme na to, že všechny ostrovy i světadíly plouou ve světových mořích. Tu vodu **nazvěme Apeironem**, pozadím obrazu, pišme **symbolem A**. Tento termín jsem si vypůjčil od starořeckého myslitele **Anaximandra z Mílétské filosofické školy**. Původní definice je poměrně složitá, ale nám stačí, že je to něco počátečního, z kterého vše povstalo. Kvalitou tedy jde o pole, je jedinečné a představuje číslo jedna (**A=1**).

Zbývá nám ještě ta druhá jednotka. Tu nazvěme Břehem, značme symbolem B. Potom tvar obecné rovnováhy obrazu má podobu:

$$P + U = S + A + B.$$

A tady se zastavme. **Do celkového počtu polí (P)** musíme zařadit i jednotku, tedy (A). Pokud na obraze plove v Apeironu více ostrovů, pak každý z nich má svůj břeh. To pak ale znamená, že do rovnovážné rovnice musí být za symbol B zapsán celkový počet břehů, nikoli jednotka. Takto vznikla formule pro celkový popis jakéhokoliv obrazu. Někdo se zeptá, kde jsou vlastně hranice takto pozorovaného obrazu? Odpověď zní: Tam, kde si je uděláte, vymyslíte nebo vsadíte do „rámu“, který má vlastnosti břehu. Vždyť obraz není nic stálého. Má svoji dynamiku. Někdy je sucho, jindy povodně. Na politických obrazech se mění hranice, podle toho, kdo právě vyhrává. Někdy si chcete prohlédnout detail, jindy se podívat na celkovou situaci z výšky, z kosmu. Ale jinak. Čtyřlístek má čtyři uzly výhradně liché mocnosti, nic složitějšího na Světě neexistuje. On je důkazem H4B.

Přirozeně můžeme napsat kontrolní rovnováhu (sumy -  $\Sigma$ ). Nesmíme však zapomínat, že Apeiron je také pole, že má násobnost všech břehů. Zdá se to trochu šílené, proč se zabývat v době pokročilé počítačové techniky sčítáním mocností uzlů a násobností polí, ale i ta uzavřená poštovní obálka byla kdysi velkým tajemstvím matematiky.

## Odborné vzdělávání

### Studium Korozní inženýr na ČVUT v Praze bude opět zahájen

#### *Certifikace pracovníků v oblasti protikorozních ochran a povrchových úprav*

Povrchové úpravy nejsou již dnes pouze ochranou povrchů proti opotřebení a vlivům prostředí. Progresivní a netradiční technologie tohoto oboru přinášejí povrchům zcela nové vlastnosti a parametry potřebné k zvládnutí záměrů a požadavků projektantů a konstruktérů.

Odborná úroveň osob vykonávající odborné a manažerské činnosti v našich oborech a jejich řádná způsobilost musí být pro bezproblémové vykonávání kvalifikovaných prací ve shodě s certifikací podle platné legislativy a v souladu se zněním 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 řízení odborných pracovišť.

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 pravomoci odpovídají stupni absolvovaného studia (Korozní technik, Korozní technolog, Korozní inženýr).

Studium ani získaný stupeň kvalifikace nejsou podmíněny vysokoškolským vzděláním. Tato kvalifikační označení poukazují 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 složená ze zájemců z firem v ČR i SR se zúčastňuje dvoudenních výukových bloků cca dvakrát za měsíc, tedy celkově 13krát během celého studia. Posluchači tak vyslechnou přednášky více jak 20 specialistů z oboru protikorozních ochran a povrchových úprav (výuka bude probíhat dle dané situace podle potřeb kontaktní i online formou). K přednesené látce obdrží odborné texty ke všem okruhům učiva. Celkový rozsah studie je cca 150 hodin přednášek, cvičení a exkurzí.

Tak jako je důležité kvalitní všeobecné vzdělání pro život, jsou neméně důležité i profesní znalosti potřebné pro kvalitní výkon povolání. To platí i pro povrchové úpravy.





## Harmonogram studia

1. semestr: Koroze a volba materiálů – 72 hodin

Téma	Počet hodin
1. Základy koroze a formy koroze	6
2. Strojírenské materiály	12
3. Fyzikální chemie	6
4. Degradační korozní mechanismy	6
5. Koroze dle prostředí	10
6. Korozní charakteristiky materiálů	8
7. Koroze v průmyslu	6
8. Konstrukční zásady protikorozní ochrany	6
9. Korozní inženýrství, inspekční činnost	6
10. Tribologie. Ochrana proti opotřebení	6
Celkem	72 hodin

2. semestr: Povrchové úpravy a protikorozní ochrana – 72 hodin

Téma	Počet hodin
11. Předúpravy a čištění povrchu	6
12. Kovové povlaky	6
13. Galvanické pokovení	10
14. Nekovové anorganické povlaky a konverzní vrstvy	6
15. Žárové pokovení a termodifuzní povlaky	6
16. Nátěrové hmoty a systémy	6
17. Práškové plasty a speciální technologie	4
18. Dočasná protikorozní ochrana	4
19. Kontrola kvality a zkušebnictví	8
20. Ekologie povrchových úprav	8
21. Laboratoře + Exkurze	6
Celkem	72 hodin

**Termín zahájení studia Korozní inženýr na FS ČVUT v Praze – 14. února 2023**

Bližší informace o tomto studiu a přihlášení na [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz) nebo na emailu [jan.kudlacek@fs.cvut.cz](mailto:jan.kudlacek@fs.cvut.cz).

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

## GALVANICKÉ POKOVENÍ

ZAHÁJENÍ KURZU – únor 2023

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 probrána 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)

**Místo konání:** FS ČVUT v Praze

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](mailto:info@povrchari.cz))

# POVLAKY Z PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ

## ZAHÁJENÍ KURZŮ – dle počtu přihlášených

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](mailto:Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz)

### Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)

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

Více informací: Ing. Jan Kudláček, Ph.D. (tel: 605 868 932, email: [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz) )

# Strojírenské materiály a technologie trochu jinak.

## ZAHÁJENÍ KURZŮ – dle počtu přihlášených

Velmi kriticky, ale zcela pravdivě zazněl článek pana docenta Machka v předchozím čísle Povrcháře, i v jeho vystoupení na semináři v letošních Čejkovicích o nedostatcích praktických znalostí technické veřejnosti ve Strojírenských materiálech a technologiích. Tato skutečnost a tvrzení vychází z jeho celoživotního působení v technických funkcích v průmyslu, v našich i zahraničních firmách, externě i na technických odborných pracovištích vysokých škol. Ví tedy velmi dobře o potřebách nás všech doplnit si občas, co se již zapomnělo v těchto pro každodenní potřebu nutných oborech.

Na základě reakce na tyto skutečnosti, ale především k opakovaným požadavkům technické veřejnosti po odborném studiu pro praxi, připravili jsme pro potřeby strojařů krátký odborný kurz s názvem STROJÍRENSKÉ MATERIÁLY A TECHNOLOGIE TROCHU JINAK, který chceme uskutečnit v září tohoto roku na Fakultě strojní ČVUT v Praze.

### Rámcový program kurzu:

- Slitiny železa. Oceli a litiny.
- Neželezné kovy.
- Materiálové vlastnosti.
- Defektoskopie a zkoušky materiálů.
- Značení materiálů.
- Strojírenské technologie.

Předpokládaný rozsah: 42 hodin, (3 x 2 dny).

Přednášky budou doplněny odbornými texty.

Termín konání: 2023 dle počtu přihlášených

Výuka bude probíhat na Ústavu Strojírenské technologie FS ČVUT v Praze 6 Dejvicích, Technická 4.

Další podrobnosti o studiu na emailu: [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

Ing. Jan Kudláček, Ph.D. - 605 868 932

Zájemci o toto studium se mohou přihlásit na mailové adrese.

Počet posluchačů ve skupině je maximálně 20.

## Odborné akce

---

### ***25. konference Koroze a protikoroze ochrana materiálů***

Dne 9. - 11. 11. 2022 se bude v Hotelu Atlantis. Poblíž Brněnské přehrady

Konference se tradičně věnuje hlavním tématům korozního inženýrství, protikoroze ochrany a korozního výzkumu.

Konference AKI, s podtitulem Koroze a ochrana materiálů, je tradičním setkáním korozních inženýrů z aplikační a akademické sféry. Představuje vzácnou příležitost pro konstruktivní dialog mezi praktiky z chemického, energetického, petrochemického průmyslu a jiných odvětví a korozními výzkumníky ...

Zaměření konference:

- Protikoroze ochrana povrchovými úpravami
- Koroze v automobilovém průmyslu
- Koroze úložných zařízení a katodická ochrana
- Koroze v atmosféře
- Koroze v energetice a chladicích okruzích
- Koroze kovových památek
- Koroze biomateriálů
- Korozní zkušebnictví a monitoring

Bližší informace: [www.aki-koroze.cz/konference.php](http://www.aki-koroze.cz/konference.php)



**18** MEZINÁRODNÍ  
ODBOBNÝ  
SEMINÁŘ

## PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV

23. – 24. 11. 2022  
OREA CONGRESS HOTEL  
BRNO

Partner semináře:

BVV



Veletrhy  
Brno

Mediální podpora:

*Technický týdeník*

**KONSTRUKCE**

**STROJÁRSTVO  
STROJÍRENSTVÍ**  
ENGINEERING MAGAZINE

[WWW.POVRCHARI.CZ](http://WWW.POVRCHARI.CZ)



## Reklamy

**Recognoil®**  
.com

## Bud'te připraveni na budoucnost

### Detektor Recognoil® 3W

Bezdrátový ruční detektor Recognoil® je klíčovým produktem firmy TechTest. Využívá se v průmyslu pro rychlou a spolehlivou kontrolu čistoty povrchů a pro ověření nanášení přesných olejových vrstev.

U zcela nové třetí generace Recognoil® 3W bylo díky spolupráci s předním českým designérem Martinem Tvarůžkem dosaženo zásadních technických inovací a špičkových estetických a ergonomických vlastností. Přístroj opatřený displejem nejen že dokáže pomocí analýzy fluorescence detekovat, měřit a vizualizovat výskyt nečistot na povrchu, ale dokáže stanovit i povrchové napětí základního materiálu; zároveň funguje jako základna pro další senzory, jako například teploty, vlhkosti – rosného bodu atd.

Lze připojit i externí senzory zhotovené na míru, např. pro detekci uvnitř trubek, ventilů atp. Disponuje rovněž konektivitou Bluetooth, Wi-Fi a umožní tak připojení k obslužnému terminálu a do podnikové sítě.

### Průmysl 4.0

Díky rozšířené konektivité je přístroj připraven pro nasazení v provozech splňujících standardy digitalizace Průmyslu 4.0. Data lze v reálném čase vyhodnocovat firemním kontrolním systémem a v prostředí cloudu.

Mezi spokojené uživatele našich produktů patří firmy z širokého spektra oborů:

- lakování
- galvanické pokovení
- povlakování
- vakuová technika
- optimalizace procesů odmašťování a čištění
- tváření
- svařování, pájení
- dočasná protikorozní ochrana
- lepení
- a mnohé další



TechTest, s.r.o. | [www.techtest.cz](http://www.techtest.cz) | [info@techtest.cz](mailto:info@techtest.cz) | +420 774 452 995



[www.q-lab.com](http://www.q-lab.com)

# Q-FOG

## Cyklické korozní komory SSP, CCT, CRH



Pracovní objemy  
640 a 1100 litrů

### Modely Q-FOG SSP a CCT

- Komory pro zkoušky v solné mlze
  - NSS, AASS, CASS
- Kondenzační zkoušky
- Kombinované a cyklické zkoušky

### Zkušební normy:

- ISO 9227, ASTM B 117, ASTM G85
- VDA 621-415, ISO 6270-2, Prohesion testy

### Modely Q-FOG CRH-HTCR

- Zkoušky v solné mlze
- Kondenzační zkoušky
- Kombinované a cyklické zkoušky
- Regulace relativní vlhkosti
- Velmi rychlé teplotní změny
- Přímý postřik vzorků solným roztokem výkonnými samočisticími tryskami
- Klimatizační jednotka pro chlazení a sušení komory



### Zkušební normy:

- Volvo VCS 1027, 149
- GMW 14872, SAE J2334
- Normy Ford, Volvo, Scania, Renault, VW, Chrysler, ISO, GB/T, JASO M 609

*Programování a řízení všech modelů pomocí dvou barevných dotykových 7" displejů, menu v českém jazyce.  
Záznam a zpracování naměřených dat z proběhlých testů.*

Zajišťujeme prodej, servis, instalace, zaškolení, poradenství, kalibrace ISO 17 025

LABIMEX CZ s.r.o.  
Počemická 96  
108 00 Praha 10  
Česká republika  
[info@labimex.cz](mailto:info@labimex.cz)  
[www.labimexcz.cz](http://www.labimexcz.cz)  
Tel: +420 241 740 120

Dr. Ing. Milan Pražák  
[prazak@labimex.cz](mailto:prazak@labimex.cz)  
+420 602 366 407

Ing. Jan Kolačný  
[kolacny@labimex.cz](mailto:kolacny@labimex.cz)  
+420 727 835 669

Ing. Jozef Maco  
[ingjozefmaco@gmail.com](mailto:ingjozefmaco@gmail.com)  
+421 327 798 346  
+421 910 970 699  
Rakoľuby 697  
916 31 Kočovce  
Slovensko

THE FACTORY AUTOMATION COMPANY

**FANUC**

# Jeden dodavatel, nekonečné možnosti.



Průmyslové roboty, CNC  
stroje a CNC řídicí systémy

Kompletně navrženo  
a vyrobeno v Japonsku

FANUC je, díky třem základním skupinám produktů, jedinou společností v tomto sektoru, která interně vyvíjí a vyrábí všechny hlavní komponenty. Každý detail hardwaru i softwaru prochází řadou kontrolních a optimalizačních procesů. Výsledkem je vynikající funkční spolehlivost a důvěra spokojených zákazníků na celém světě. [WWW.FANUC.CZ](http://WWW.FANUC.CZ)



**Certifikační sdružení pro personál - APC, z.s.**

## NABÍDKA SLUŽEB

**Podnikatelská 545, 190 11, Praha 9**

**KVALIFIKACE  
A CERTIFIKACE**



APC jako nejstarší akreditovaný certifikační orgán NDT v ČR

zajišťuje personální certifikaci a kvalifikaci technického personálu.

APC je akreditováno Českým institutem pro akreditaci (ČIA, o. p. s.)

v souladu s požadavky normy ČSN EN ISO / IEC 17024 : 2013 pro NDT metody AT, ET, FT, LT, MT, PT, RT, UT a VT.

### Pro pracovníky v oboru:

#### ➡ NEDESTRUKTIVNÍ DEFEKTOSKOPIE

- nedestruktivní defektoskopie podle standardu **Std-101 APC**
- specifické činnosti NDT standard **Std-202 APC**
- specifické činnosti NDT standard **Std-201 APC**

#### ➡ KOROZE A PROTIKOROZNÍ OCHRANY

- koroze a protikorozní ochrana standard **Std-401 APC**

#### ➡ TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ KOVŮ

- tepelné zpracování kovů standard **Std-402 APC**

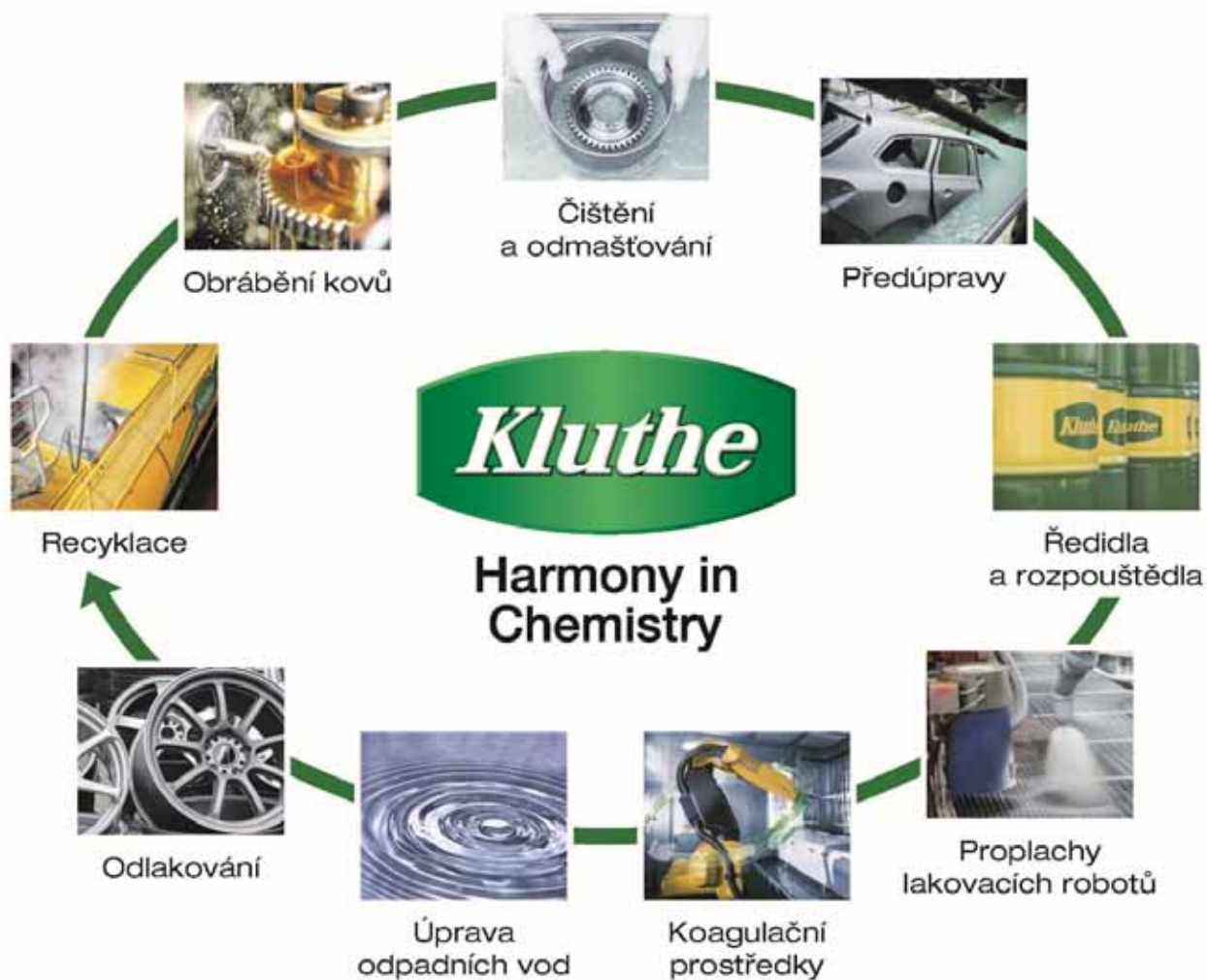
Jak získat **CERTIFIKÁT APC** v osmi snadných krocích?

- 1.** *Podáte* přihlášku ke školení
- 2.** Školení
- 3.** Osvědčení o školení + praxe
- 4.** *Podáte* přihlášku ke zkoušce
- 5.** Zkouška
- 6.** Osvědčení o zkoušce
- 7.** *Podáte* žádost o certifikát
- 8.** Vydání certifikátu APC



**Kontaktujte nás: [www.apccz.cz](http://www.apccz.cz) [apc@apccz.cz](mailto:apc@apccz.cz) tel.: 246 061 395**

## KOMPLEXNÍ CHEMIE PRO VÝROBU 360°



**Kluthe CR, s.r.o.**

Podkovářská 674/2

190 00 Praha 9

Česká republika

Tel.: +420 493571623

E-mail: [kluthe@kluthe.cz](mailto:kluthe@kluthe.cz)

[www.kluthe.cz](http://www.kluthe.cz)

## 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., IWE tel: 720 108 375

### Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

**e-mail: [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)**

**tel: 605868932**

### Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

### Redakční rada

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

prof. Ing. Andrea Kalendová, Univerzita Pardubice

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., ČVUT v Praze

doc. Ing. Václav Machek

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

Ing. Petr Szelag – Pragochema spol. s r.o.

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

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., IWE, ČVUT v Praze

Přihlášení k zasílání online časopisu je možno provést na [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

Všechna vyšlá čísla je možné stáhnout na [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)