

# Povrcháři

2. číslo Duben 2021

**CERTIFIKACE PRACOVNÍKŮ V OBLASTI PROTIKOROZNÍCH  
OCHRAN A POVRCHOVÝCH ÚPRAV  
KOROZNÍ INŽENÝR 2021**

**SURTEC 883 XT - JEDINÁ TŘÍVALENTNÍ DEKORATIVNÍ  
CHROMOVACÍ TECHNOLOGIE SE VZHLEDEM IDENTICKÝM  
K CHROMOVÁNÍ NA BÁZI ŠESTIVALENTNÍHO CHROMU**

**AUTOMATIZACE A STROJOVÉ VIDĚNÍ V LAKOVNÁCH**

**NOVÉ TRYSKACÍ ZAŘÍZENÍ S METACÍM KOLEM  
VE VYBAVENÍ ÚSTAVU STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

**PÁR SLOV K PROBLEMATICE ODSTRAŇOVÁNÍ ČI PREVENCE  
VÝSKYTU NEŽÁDOUCÍCH MIKROORGANISMŮ  
NA POVRCHU MATERIÁLŮ, PŘEDMĚTŮ ČI ZAŘÍZENÍ  
A TO POMOCÍ NÁTĚROVÝCH HMOT ČI JEJICH SLOŽEK**

**OPTIMALIZACE PROCESU MECHANICKÉHO  
ČIŠTĚNÍ POVRCHU MATERIÁLU**

**NOVÁ IONIZAČNÍ VZDUCHOVÁ PISTOLE CLEANFLEX  
FIRMY SIMCO-ION**

**KDO JE ROZSOUDÍ IIII.**

## Slovo úvodem

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

ve spěchu dnů, které žijeme, nezbývá mnohdy čas se zastavit, ani se zamyslet, nad tím, co se kolem nás děje, proč a kdo to vše způsobil a vymýšlí?!

O to více je důležité vyzdvihnout sílu, obětavost a morálku většiny obyvatel v našich zemích. Nejlépe si lze vše uvědomit nad skutečností, kde se již více jak rok berou všechny ty normální, ale k životu tolik potřebné věci, služby a důležité potřeby, abychom mohli fungovat a žít i v této nelehké době.

Je to bezesporu zásluhou té většiny „lidí práce“, která se zodpovědně stará, aby to vše svítilo, jezdilo, brzo od každého rána vyrábělo, bylo co prodávat, uzdravovalo, vysílalo a také i vyučovalo.

Když tito lidé vstávají, aby to všechno udrželi v chodu, ti největší křiklouni jdou většinou teprve zalehnout. Inu dělba práce a úkoly, které obě tyto skupiny mají, jsou zcela odlišné.

Ve spěchu dnů a všech povinností naštěstí nezbývá příliš času naslouchat oněm reformátorům, kteří v duchu svých volebních programů a hesla – Jak budete pracovat, tak si budeme užívat, dělají vše možné i nemožné, aby ti „hloupi“, co tak brzo vstávají, je nezapomněli konečně zvolit.

Naštěstí v našich zemích, kde lidé jsou trpěliví a nad věcí, vždy platila, a ještě stále platí, ona hláška o džbánu s utrženým uchem.

Vraťme se ale společně k hlavní myšlence a ohlédnutí dnešního úvodníku a poděkujme společně všem za všechno, co dělají v zájmu celku a pro nás pro všechny.

V této nelehké době nezapomínejme na ty všechny, kterým přes veškerou snahu naše doba nedokázala pomoci, ani na jejich nejbližší, na které dopadla jejich ztráta.

Budme pevní ve svých názorech a nedopusťme, aby se to co prožíváme opakovalo nebo nás kdosi zkusil dostat ještě do něčeho horšího!

Za redakci Povrcháře



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

### **P.S.**

Pro potřebu povrchářského řemesla, připravili jsme s autory dnešních článků něco málo ke čtení, aby se vědělo a trochu také nahradilo společné setkávání, které jistě stále není možné.

Jak jsme Vás informovali, připravujeme zatím nové menší akce pomocí internetu z problematiky čištění, předúprav a lepení, které budou volně pokračovat 17. června, na kterou pošleme opět pozvánku a program.

V této době budou dle zájmu zahájeny bezkontaktně i ostatní pravidelné akce: Nový běh Korozního inženýra, Galvanické pokovení a Práškové plasty (přihlášení je ještě možné).

Tak se opatrujte a pokud se chcete přidat k účasti na těchto akcích, napište si o podrobnosti na [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz) nebo zavolejte na 605868932.

## Certifikace pracovníků v oblasti protikoročních ochran a povrchových úprav

### Korozní inženýr 2021

#### zahájení dle počtu účastníků (25. 5. 2021)

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 protikoroční 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 protikoroční ochrany a povrchových úprav na nejvyšší úrovni. Což je dáno kombinací praxe a teoretických vědomostí z protikoročních 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 jedenkrát za měsíc, tedy celkově 13 krát během celého studia. Posluchači tak vyslechnou přednášky více jak 20 specialistů z oboru protikoročních 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. Celkově v rozsahu 150 hodin přednášek, cvičení a exkurzí.

### 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. Degradční korozní mechanismy	6
5. Koroze dle prostředí	8
6. Koroze materiálů	10
7. Korozní inženýrství	6
8. Inspekce a koroze	6
9. Koroze v průmyslu	6
10. Tribologie	6
<b>Celkem</b>	<b>72 hodin</b>

#### Časový rozvrh výuky

Soustředění	Téma číslo	Termín
1	1. a 2.	25. -26. 5. 2021
2	2. a 3.	8. – 9. 6. 2021
3	4. a 5.	22. - 23. 6. 2021
4	5. a 6.	7. - 8. 9. 2021
5	7. a 8.	21. - 22. 9. 2021
6	9. a 10.	23. 9. 2021

## 2. semestr: Povrchové úpravy a protikoroziní ochrana – 72 hodin

Téma	Počet hodin
11. Předúpravy a čištění povrchu	6
12. Kovové povlaky	16
13. Nekovové anorganické povlaky	6
14. Dočasná protikoroziní ochrana	4
15. Organické povlaky	14
16. Kontrola kvality	8
17. Ekologie povrchových úprav	8
18. Exkurze	10
<b>Celkem</b>	<b>72 hodin</b>

## Časový rozvrh výuky

Soustředění	Téma číslo	Termín
7	11. a 12.	12. – 13. 10. 2021
8	12.	26. – 27. 10. 2021
9	13. a 14.	9. – 10. 11. 2021
10	15.	7. – 8. 12. 2021
11	15. a 16.	11. – 12. 1. 2022
12	16. a 17.	1. – 2. 2. 2022
13	Laboratoře + Exkurze	8. – 9. 3. 2022

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).

## SurTec 883 XT - Jediná třívalentní dekorativní chromovací technologie se vzhledem identickým k chromování na bázi šestivalentního chromu

Peter Böttcher – SurTec Deutschland GmbH

Roman Konvalinka – SurTec ČR s.r.o.

V souvislosti s evropskou direktivou REACH a omezením používání oxidu chromového je vysoce aktuální otázka budoucnosti technologie galvanického chromování. Oxid chromový je klasifikován jako karcinogenní a nebezpečný pro životní prostředí a jeho používání podléhá regulaci. V únoru 2019 byly Evropskou chemickou agenturou (ECHA) odsouhlaseny následující konečné termíny pro používání oxidu chromového: září 2023 pro galvanické dekorativní chromování a září 2024 pro leptání plastů. Jediná výjimka byla udělena v roce 2017 firmě Hans Grohe pro používání oxidu chromového pro galvanizaci a to na dobu 12 let (tj. do roku 2029).

Vzhledem ke kvapně se blížícímu roku 2023 již dnes požadují automobilky při testování a schvalování všech nových projektů povlaky vyrobené technologií bez šestivalentního chromu (dále jen Cr6+). Chromovací technologie na bázi třívalentního chromu (dále jen Cr3+) nejsou žádným objevem posledních pár let, již dlouho představují alternativu díky bezpečnosti provozu, ale byly vždy považovány za drahé, obtížně technologicky říditelné a nepříliš technicky vyspělé. Velkým problémem byl taky vždy vzhled. Vyloučený povlak totiž není čistý chrom, ale jeho slitina obsahující kromě chromu ještě kyslík, uhlík a síru, případně další legující prvky. Zejména odchylky barev povlaku směrem ke žlutému odstínu ve srovnání s technologiemi na bázi Cr6+ nebyly pro výrobce automobilů přijatelné. Až donedávna se proto mělo za to, že 100% nahrazení technologií na bázi Cr6+ není možné.

Firma SurTec úspěšně vyvinula technologii SurTec 883 založenou na síranu chromitém, která dokáže chromování na bázi Cr6+ plně nahradit. V roce 2019 byla uvedena na trh vylepšená technologie SurTec 883 XT (Extended technology), která je prakticky identická co do barvy a kvality povlaku, ale vyniká i srovnatelnými provozními náklady. Technologii lze také snadno integrovat do stávající galvanické linky.

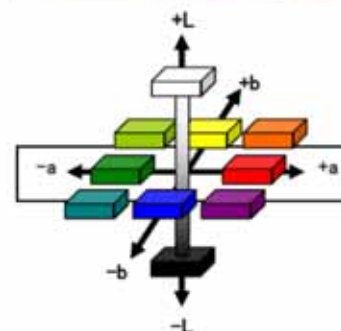
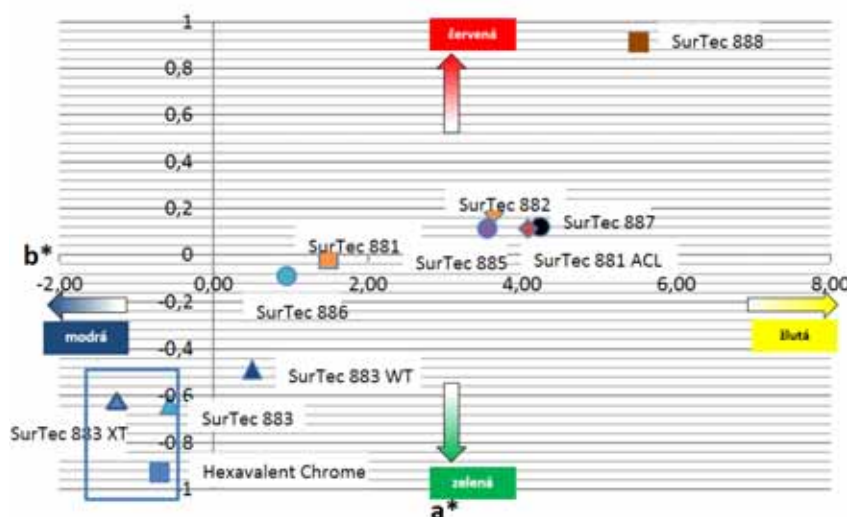
### Praktické zkušenosti

Technologie SurTec 883 XT je již v praxi delší dobu zavedená a provozní zkušenosti potvrzují dlouhodobě stabilní vynikající výsledky. Dílce pokovené v SurTec 883 XT mají vždy atraktivní bílo-modrou barvu, nerozeznatelnou od povlaku vyloučeném v tradiční lázni na bázi Cr6+. Tento odstín tak doplnil barevnou škálu povlaků SurTec 88x, který pokrývá rozsah od bílo-modré přes kouřově-šedé až tmavé povlaky.

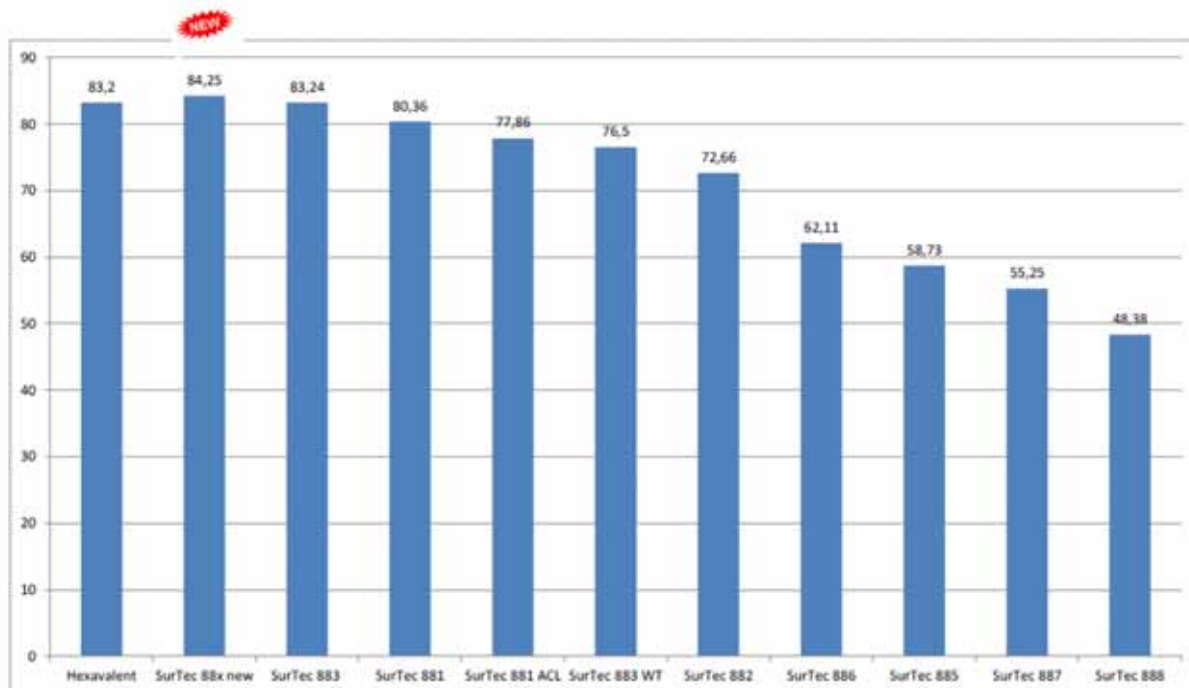
Měření barevné škály **L,a,b** povlaku SurTec 883 XT spektrofotometrem Konica Minolta CM-700d dává stabilní hodnoty **L** od 83 do 85, **b** hodnoty od -0,5 do -1,5. Hodnota **a** je neustále mezi -0,5 a -0,8. Dosažená tvrdost povlaku je taktéž trvale v požadovaném rozmezí mezi 750 HV 0,05 a 830 HV 0,05. Tvrdost povlaku a odolnost proti oděru tedy odpovídají povlaku vyloučenému z lázně na bázi Cr6+. Korozní odolnost povlaku je závislá zejména na podkladových vrstvách pololesklého a lesklého niklu. Vyroběné interiérové autodíly nevykazují žádné nedostatky po 48 až 96 hodinách korozního testu solnou mlhou, a proto odpovídají úrovni 2 podle DIN EN 12540. Z hlediska korozní ochrany poskytuje technologie SurTec 883 XT srovnatelné výsledky jako technologie na bázi Cr6+.



Obr.1: Možné barevné varianty povlaků vyloučených lázněmi řady SurTec 88x



Obr.2: Barevné složky a, b na škále L,a,b povlaků vyloučených lázněmi řady SurTec 88x



Obr.3: Světlost povlaku (parametr L) na barevné škále L,a,b

## Vyšší energetická účinnost

Doba pokovu se pohybuje v rozmezí od 3 do 5 minut pro tloušťky mezi 0,2 $\mu$ m a 0,3  $\mu$ m. Díky lepší zabíhavosti a rovnoměrnějšímu nanášení může být navíc snížena katodická proudová hustota o 30 až 50%. Lázeň SurTec 883 XT vyžaduje proudovou hustotu 4–5 A/dm<sup>2</sup>, lázně na bázi Cr<sup>6+</sup> pracují v průměru s proudovou hustotou 8-12 A/dm<sup>2</sup>. Lázeň SurTec pracuje optimálně při napětí 9 – 10V. Náklady na energii usměrňovače jsou tedy až o 50% nižší, díky tomu také není vyžadováno chlazení.

## Snadný přechod na SurTec 883 XT z technologie na bázi Cr<sup>6+</sup>

Další výhodou trivalentních chromovacích lázní SurTec 88x je, že nepoužívají olověné anody. Tím je eliminováno časově náročné a, z hlediska bezpečnosti práce, nepříjemné čištění olověných anod známé z technologií na bázi Cr<sup>6+</sup>. Lázně SurTec využívají patentovaných anod TCP ze směsných oxidů iridia od firmy Metakem. Tyto anody se vyznačují značně delší životností a menší spotřebou oxidů iridia ve srovnání s komerčně dostupnými anodami se směsným oxidem. Technologii SurTec 88x lze snadno integrovat do stávajících galvanizačních linek. Technologie nevyžaduje vyšší počet van než tradiční chromování a to včetně případné pasivace. Čištění odpadních vod je také velice snadné, není nutné provádět žádné dodatečné úpravy ČOV, pochopitelně až na vynechání redukce Cr<sup>6+</sup>.

## Závěr

Nahrazování tradičního chromování na bázi Cr<sup>6+</sup> technologií na bázi Cr<sup>3+</sup> naráželo dříve na řadu obtíží, kterými jsou zejména mírně odlišná barva povlaku, vylučovací rychlost alternativních elektrolytů a samozřejmě nutné modifikace výrobního zařízení. Nová technologie SurTec 883 XT splňuje všechny požadavky předních výrobců automobilů z hlediska funkce, ochrany proti korozi a barvy povlaku, která má trvale modro-bílý vzhled. Díly pokovené novou technologií tak lze bez problému instalovat k dílcům vyrobených na technologii s Cr<sup>6+</sup>. Technologie SurTec 883 XT je také naprosto srovnatelnou svou rychlostí pokovení, má výrazně lepší energetickou účinnost a díky používání méně nebezpečných chemikálií zapadá do konceptu udržitelné a ekologicky šetrné výroby. Díky novému procesu mohou dodavatelé nejen v automobilovém průmyslu vyrábět komponenty kompatibilní s REACH, aniž by tím vznikaly vyšší náklady na pokovení.

*Firma SurTec ČR, s.r.o. je tradičním, vysoce fundovaným dodavatelem chemických přípravků pro průmyslové čištění, předúpravy před lakováním, galvaniku a žárové zinkování. Pobočka v České republice byla založena již v roce 1996.*

## Automatizace a strojové vidění v lakovnách

Ing. Kateřina Kaiserová – WAtch a.s.

**Společnost WAtch je technologická firma, která se zabývá komplexními dodávkami, vývojem, konstrukční a projekční činností a 3D vizualizací. Dodává systémy automatizace, robotizace a technologie pro průmyslové aplikace barev a lepidel.**

Požadavky na úroveň automatizace a digitalizace průmyslových procesů se stále zvyšují. „Součástí komplexních výrobních systémů jsou stále častěji, a při vysokém stupni automatizace i naprosto nutně, kamerové systémy“, říká Ing. Vojtěch Klečka, Project Development Manager automatizace a robotizace z WAtch a.s. Ve svém Technologickém inovačním centru (TIC) v Rudné vyvinula společnost WAtch pro své zákazníky aplikaci na rozpoznávání dílů a řízení aplikačního procesu v lakovnách.

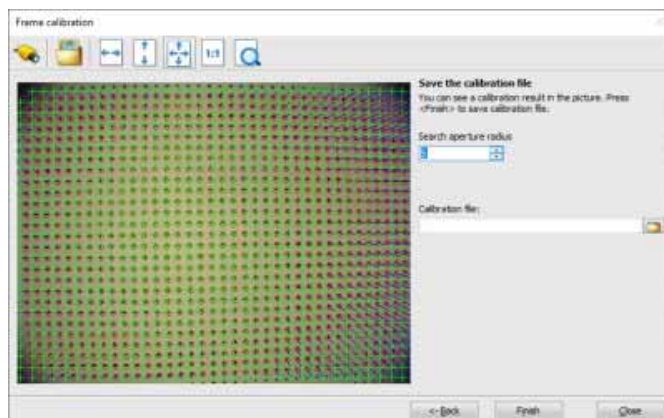
K vývoji použila společnost WAtch systém strojového vidění VisionLab v programovém prostředí Control Web společnosti Moravské přístroje, která se věnuje vývoji vyspělých produktů v oblasti programového vybavení, elektroniky a optiky.

„Cílem vývoje bylo nalézt optimální řešení při splnění komplikovaných požadavků, které se běžně v praxi vyskytují a mohou výrazně ovlivnit provoz lakovací linky“, říká Jan Bělík, technik automatizace společnosti WAtch. Bylo proto třeba zohlednit tyto hlavní požadavky:

- Identifikovat navěšené díly na dopravníku v zorném poli kamery
- Rozlišit širokou škálu dílů
- Rozlišit širokou škálu poměrů šířky a výšky dílu
- Eliminovat geometrické zkreslení projekce v širokém zorném úhlu kamery
- Eliminovat vliv změny osvětlení
- Eliminovat odlesky způsobené natočením dílu na dopravníku

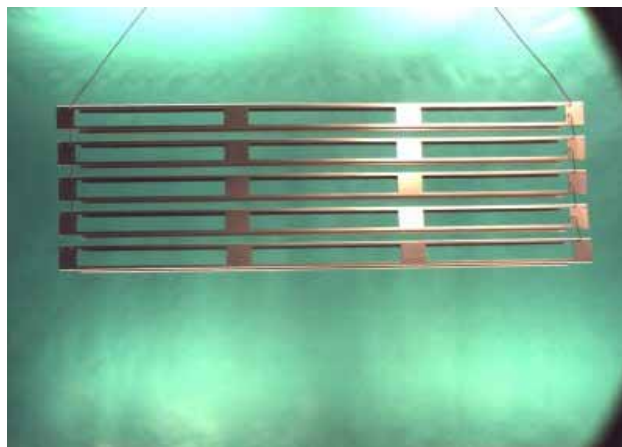
„Podle tohoto zadání by tuto úlohu asi většina odborníků v oblasti strojového vidění označila jako velmi obtížně řešitelnou“, říká Roman Cagaš ze společnosti Moravské přístroje, „ale WAtch takovéto zadání neodradilo. Řešení všech výše uvedených požadavků dobře dokumentuje nejen erudici řešitelů, ale i schopnosti použitého systému VisionLab“, dodává a shrnuje stručně v následujícím textu vývojové milníky, se kterými se potýkal řešitelský tým společnosti WAtch.

Malý odstup kamery a použití širokouhlého objektivu nutně vede k značnému geometrickému zkreslení. Tyto aberace lze korigovat využitím kalibračního tečkovaného rastru a ve vývojovém prostředí vytvořit soubor s kalibračními daty. Vlastní geometrická kalibrace pak již probíhá v reálném čase s vysokou subpixelovou přesností s využitím grafického procesoru, což by CPU počítače v reálném čase nezajistila.



**Obr. 1:** Nastavení kalibrace geometrie obrazu je realizovatelné několika kroky průvodce ve vývojovém prostředí

Testováno bylo osvětlení scény, které je v provozních podmínkách v prostoru i v čase velmi různorodé a proměnlivé. Z následujícího obrázku je patrné, že díly jsou zobrazovány jak s tmavými povrchy, tak i vysokými jasy odlesků, což způsobuje problémy při rozlišování.



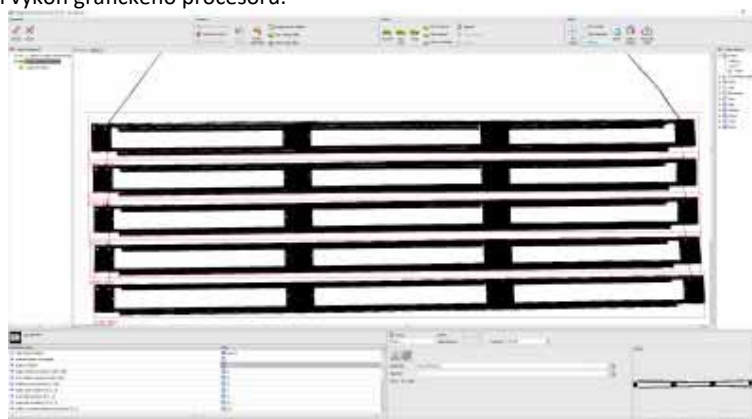
**Obr. 2:** Díly se značně proměnlivě lesknou

Problém změny podmínek osvětlení scény byl vyřešen instalací barevného pozadí. Optické podmínky odladí `gpu_HSL_filter`, který dokáže pomocí výpočtů v HSL barevném prostoru identifikovat barvu pozadí v požadovaných rozsazích nasycení a jasů. Takto lze rozlišit i velmi různorodě vypadající výrobky. Krok běží v GPU a je velmi rychlý.



**Obr. 3:** Oddělení objektu od pozadí prostřednictvím kroku `gpu_HSL_filter`

Díly jsou nyní oddělené od pozadí a jejich proměnlivý vzhled je eliminován převedením do černo-bílého binárního obrazu. Zbývá již jen černé objekty na bílém pozadí identifikovat, spočítat je a vrátit pole s jejich pozicemi. Pro tento účel použijeme krok `gpu_pattern`. Obrazové vzory mohou být velké a v obraze se mohou vyskytovat mnohokrát v různých pozicích a rotacích. Velkou předností kroku `gpu_pattern` je jeho rychlost, ke které pomáhá vysoký výpočetní výkon grafického procesoru.



**Obr. 4:** Identifikace objektů krokem `gpu_pattern`

„Hledání vzorů je optimalizováno do několika výpočetních průchodů v GPU, kdy jsou počítány odezvy normalizované křížové korelace a postupně jsou zpřesňovány regiony s nejlepšími výsledky. I když použitý krok je optimalizován pro použití v obrazech se škálou jasů, překvapivě i s binárním obrazem dosahuje dobrých výsledků“, říká Roman Cagaš.

Toto řešení vyvinuté společností WAtech pro rozeznávání obrazových vzorů v aplikaci VisionLab lze nasadit samostatně nebo jako součást komplexního automatizačního výrobního systému.



**Obr. 5:** Instalace kamery a provozní funkční zkouška



Při vývoji řešení byla v Technologickém inovačním centru společnosti WAtch testována rozsáhlá sada podmínek v různých kombinacích a širokých škálách. „Práce na vývoji v Technologickém centru WAtch se pozitivně projeví v menší náročnosti instalace a odladění aplikace u zákazníka, aniž by byl významně postižen rutinní provoz“, shrnuje výhody náročné přípravy v TIC Ing. Klečka.

Vývoj řešení

#### WAtch a.s.

průmyslová stříkací, lakovací a lepicí technika,  
automatizace, digitalizace, robotizace  
www.watech.cz  
Technologické inovační centrum  
U Zastávky 771  
252 16 Nučice u Rudné

Použitá aplikace VisionLab

#### Moravské přístroje a.s.

vývoji vyspělých produktů v oblasti programového  
vybavení, elektroniky a optiky  
www.mii.cz  
Masarykova 1148  
Malenovice  
763 02 Zlín

Tým WAtch vybudoval řadu technologických celků a stojí za ním desítky úspěšných realizací. V TIC u sjezdu z dálnice D5 jsou odborníci z WAtch připraveni pomoci vám s automatizací, robotizací a vývojem aplikací barev a lepidel.

## Nové tryskací zařízení s metacím kolem ve vybavení Ústavu strojírenské technologie, Fakulty strojní, ČVUT v Praze

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

Společnost S.A.F.Praha, spol.s r.o. se již 30 let zabývá vývojem, výrobou, dodávkou a montáží zařízení a technologických celků pro povrchové úpravy. Specializuje se na dodávky technologií povrchových úprav, především tryskacích zařízení, lakoven, a zařízení pro žárové stříkání, tepelné zpracování včetně odsávání a filtrace z prašných prostor. Hlavním nosným programem firmy je výroba tryskacích zařízení a zařízení pro žárové (termické) nástřiky včetně servisních prací, rekonstrukcí zařízení nebo pracovišť. Samostatnou činností je oblast technického poradenství v oboru povrchových úprav, kde řada pracovníků firmy má více jak třicetileté zkušenosti.

Součástí nabídky je poskytování všech druhů náhradních dílů, běžného i speciálního příslušenství, provozních i doplňkových materiálů, ochranných pomůcek a dalšího souvisejícího zařízení včetně kontrolních přístrojů.

Firemní nabídka obsahuje samozřejmě i řadu žádaných a hojně využívaných služeb, z nichž je možné jmenovat především služby v oblasti projektů technologií v oblasti povrchových úprav, také služby zajišťující pravidelné prohlídky a servis zařízení včetně odborných revizí tlakových nádob a elektrovevívů.

Velmi široké teoretické znalosti daného oboru, vyplývající z mnohaleté výzkumné činnosti, současně pak rozsáhlé praktické zkušenosti umožňují firmě nabízet optimální a individuální řešení potřeb zákazníků.

Ke konci loňského roku firma S.A.F. dodala speciální tryskací zařízení s metacím kolem a několika možnostmi umístění otryskávaných předmětů. Konkrétně tedy kombinuje vlastnosti standardního stolového tryskače se závěsným. Jedná se o **Automatické tryskacího zařízení stolového s metacím kolem a závěsem**, typ RT 1D1000/HK (Obr.1). Jak typ napovídá, jedná se o zařízení s jedním metacím kolem osvědčené konstrukce SAF 35/7,5kW, otočným stolem o průměru 1000 mm a otočným hákem.

### Popis zařízení

Zařízení je vyrobeno v robustním provedení, zajišťující dlouhou životnost, spolehlivost a snadnou obsluhu. Jeho technické řešení zabezpečuje vysokou kvalitu opracovaného povrchu součástí, předností je i ekonomika provozu a jednoduché zajišťování ekologických ukazatelů provozu. Technické parametry jsou uvedeny v *tabulce 1*.

Robustní provedení je charakterizováno mohutnou stabilní konstrukcí z ohýbaných plechů tloušťky 6 mm. Tryskací komora zařízení je zevnitř opatřena vyložením z otěruvzdorné Hadfieldovy oceli a exponovaná místa mají ještě dodatečnou ochranu provedenou pomocí speciálních výměnných dlaždic vyrobených z vysokolegované chromové litiny. Toto technické řešení poskytuje vynikající životnost zařízení. Oproti běžným tryskacím zařízením je životnost tohoto zařízení až 50 tisíc provozních hodin do generální opravy. Demontovatelné části vnitřního vyložení umožňují jednoduchou výměnu.

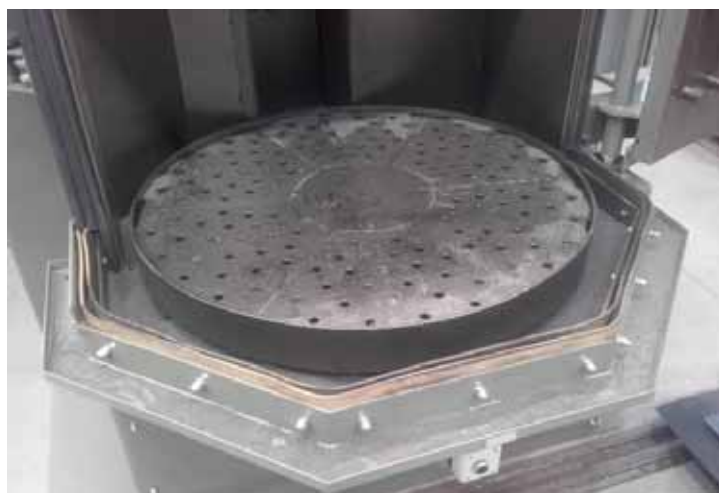
## Funkce tryskacího zařízení:

Regulované množství tryskacího prostředku se vlastní vahou dopravuje ze zásobníku do metací jednotky. Metací jednotka urychluje a vrhá tryskací prostředek odstředivou silou do pracovního prostoru tryskací komory, tedy na povrch otryskávaného dílce. Použitý tryskací prostředek propadá do násypky pod otočným stolem společně s nečistotami (korozními produkty, pískem, okujemi atd.). Z tohoto místa směs propadá přes záchytné síto do prostoru korečkového dopravníku a po vynesení do jeho horní části je tryskací prostředek zbavován ve vzduchovém separátoru nečistot. Hrubé nečistoty jsou odchýleny proudem odsávacího vzduchu do odpadního potrubí a velmi malé a jemné nečistoty jsou odsáty do odlučovače prachu. Vyčištěný a velikostně vytríděný tryskací prostředek se gravitačně dopravuje do zásobníku abraziva k opětovnému použití, čímž je cyklus dopravy a recyklace uzavřen. Zařízení je určeno pro těžké provozní zatížení a ve standardním provedení má zabudovaný kontinuální systém čištění tryskacího prostředku. Jeho funkce spočívá v tom, že pokud neprobíhá proces tryskání, je zapnut zvláštní obvod s kvadrantním ventilem, který pouští již jednou vyčištěný tryskací prostředek ze zásobníku přímo do paty korečkového dopravníku a tím se proces recyklace znovu opakuje až do doby spuštění metací jednotky.



**Obr. 1:** Automatický stolový tryskací stroj umístěný v poloprovoze Ústavu strojírenské technologie

Otryskávané díly je možné umísťovat na otočný stůl (obr. 2), nebo zavěsit na hák (obr. 3). Po zavření dveří je možné spustit proces tryskání, který je plně automatický. Obsluha podle typu výrobku nastaví čas tryskání a zařízení pak vykoná veškeré činnosti automaticky (pneumatické uzamčení dveří, spuštění metacích jednotek a odsávání, otáčení stolu, spuštění přívodu tryskacího prostředku, vypnutí sekvence a časová prodleva na odvětrání a dotočení metacích kol).



**Obr. 2:** Stůl pro pokládání dílů



**Obr. 3:** Jednoduchý trojramenný přípravek umístěný na otočném háku pro zavěšování otryskávaných dílů

## Užití

Tryskací zařízení s otočným stolem a hákem spojuje výhody obou tryskacích zařízení do jednoho univerzálního velmi výkonného stroje, který může najít uplatnění v mnoha provozech. Nejčastější použití je:

- odstranění okují, karbonů, korozních produktů, otřepů, výronků, skořepin, barev
- příprava před eloxováním, lepením, pogumováním
- běžné čištění
- dokonalé čištění odlitků nebo výkovků
- čištění forem pro tlakové lití, sklárny, gumárny atd.
- čištění součástí po tepelném zpracování
- matování povrchu
- estetické úpravy
- předúprava před nanášením nátěrových hmot, žárových nástřiků
- čištění při strojní údržbě
- shot peening (zpevňování povrchu)
- zhutňování povrchu (odplyňování)

**Tab. 1:** Základní technické parametry

<b>Typ tryskacího zařízení</b>	<b>RT1D1000/H/OP2 SF</b>
Průměr rotačního stolu	1000 mm
Maximální zatížení rotačního stolu	1500 kg
Maximální pracovní výška výrobků umístěných na rotačním stole	750 mm
Rychlost otáčení rotačního stolu (regulace ot. frekvenčním měničem)	1,5 až 3,5 ot.min-1
Počet závěsných háků	jeden centrální
Maximální zatížení centrálního háku	300 kg
Maximální rozměr zavěšených výrobků umístěných na centrálním háku	700 mm (průměr) x 700 mm (výška)
Rychlost otáčení závěsu	5 ot.min-1
Počet metacích jednotek	1
Průměr metací jednotky	350 mm
Pohonná jednotka jedné metací jednotky	7,5 kW
Vytryskané množství abraziva pro jednu metací jednotku	cca 6554 kg.hod-1
Spotřeba abraziva	cca 2 kg.hod-1
Čištění abraziva	vzduchový separátor
Separáční plocha vzduchového separátoru	0,05 m <sup>2</sup>
<b>Typ odlučovače prachu</b>	<b>integrální OP 2 SF</b>
Čištění filtračních patron	automatické čištění pomocí zpětných vzduchových pulsů
Výkon odsávacího ventilátoru	1500 m <sup>3</sup> .hod-1
Filtrační plocha odlučovače prachu	42 m <sup>2</sup>
Filtrační rychlost	0,6 m.min-1
Sekundární filtrace	Ano

## Použití tryskacích prostředků

Tryskací zařízení je určeno především pro použití kulatého tryskacího prostředku, při kterém je zaručena dlouhá životnost všech jeho součástí. Po záběhu zařízení jemným kulatým tryskacím prostředkem je možné použít i další ostrohranné tryskací prostředky. Záběh tryskacího zařízení kulatým tryskacím prostředkem je důležitý pro vytvoření mechanicky zpevněné povrchové vrstvy vnitřního vyložení vyrobeného z Hadfieldovy ocele. Toto zpevnění má za následek zvýšení otěruvzdornosti a zajišťuje dlouhou životnost dílů přicházejících do styku s tryskacím prostředkem.

Jako další typy tryskacích prostředků je možné použít měkký ocelový granulát, sekaný drát ve všech jeho provedeních a materiálech.

## Přednosti zařízení

U všech zařízení tohoto typu, kde vnitřek komory je plně vyložen Hadfieldovou ocelí a otěruvzdornými litými pláty je účinnost tryskání až o 35% vyšší tzn., že produktivita zařízení je vyšší než jiná běžná tryskací zařízení, která mají vyložení pryžovými nebo plastovými závěsy. Jedná se o synergický účinek sekundárního dopadu tryskacího prostředku na upravovaný výrobek po jeho odrazu od tvrdého kovového vyložení komory.

Díky správnému umístění metací jednotky na zařízení je možné dosáhnout rovnoměrného otryskání a tím i lepší kvality tryskaného povrchu.

Zařízení má jednoduché ovládání a tryskání je snadné pro obsluhu. Jeho největší předností je možnost kombinovat dva způsoby tryskání a to, tryskání dílů buď položených na stole, nebo zavěšených na závěsu s maximální přístupností komory pro nakládku tryskaného výrobku, možnost nakládání těžších dílů buď ze předu pomocí vysokozdvizného vozíku, nebo shora pomocí jeřábu.

Na dodaném zařízení je několik úprav oproti standardu pro zlepšení práce při experimentech a výzkumných pracích. Zařízení je vybaveno několika speciálními otvory pro průchod měřících sond, kamer a osvětlení. Otvory mají abrazi odolné krytí zevnitř stroje a po jeho odejmutí je možné použít průhledný kryt například pro pozorování procesu. Dále je zařízení vybaveno ethernetovým rozhraním pro vzdálené uchování dat, možnost vizualizace, či napojení na nadřazený systém.

## Závěr

Instalací tohoto tryskacího zařízení v poloprovozu Ústavu strojírenské technologie byly doplněny všechny technologie otryskání povrchu a nyní ústav disponuje kromě pneumatických metod tryskání i zařízeními s metacím kolem. To dává studentům i pracovníkům fakulty nejen možnost se s takovým zařízením seznámit, ale hlavně provádět experimenty přímo v budově školy. Uživatelům se naskytá možnost používat tryskací zařízení s velmi širokými užitnými vlastnostmi a parametry a s možností velké variability opracování různě velikých a tvarově složitých výrobků. V kombinaci s dalším příslušenstvím a doplňky je možné tento tryskací stroj nazvat univerzálním pro celé široké spektrum použití, jak pro základní výzkum, tak především pro celé široké spektrum použití v oblasti experimentálních prací pro průmysl.

**Poznámka redakce:** Zájemci o seznámení s tímto zařízením, případně o odzkoušení této aplikace tryskání pro svoje výrobky se mohou obrátit na Ing. Jiřího Kuchaře, Ph.D. (jiri.kuchar@fs.cvut.cz)

## Pár slov k problematice odstraňování či prevence výskytu nežádoucích mikroorganismů na povrchu materiálů, předmětů či zařízení, a to pomocí nátěrových hmot či jejich složek

Andrea Kalendová, Veronika Rozsivalová, Miroslav Kohl

*Nátěry či postřiky čistící anebo dezinfikující povrch od nežádoucích mikroorganismů, odstraňující škodlivé vedlejší produkty chemických látek či biologického spadu anebo mikrobiálního a virového osídlení lze označit z hlediska technologie mezi následující typy nátěrových hmot.*

### Dekontaminační nátěry a dezaktivací roztoky

Označením dekontaminační nátěry byly označovány speciální ochranné nátěry používané nejčastěji v prostředí pracovišť s nebezpečným zářením (dříve to byly nejčastěji tzv. odmořovací, dezaktivací). Od běžných ochranných nátěrů se liší především tím, že musí být odolné proti čistícím prostředkům – tzv. *dezaktivacím roztokům, používaným při jejich omývání*. Nátěr jako ochrana musí být v tomto případě také dostatečně odolný proti působení chemických vlivů. V jiných případech, kdy povrchové očišťování není dost účinné nebo kde je nelze provádět, používají se speciální *odstranitelné nátěry, nejčastěji snímatelné*, které se po sejmutí zneškodňují mimo pracoviště. Volba jednoho nebo druhého typu nátěru závisí na intenzitě a charakteru znečištění a zamoření nebezpečnými látkami ohrožující zdraví. Nátěr musí být především neporézní, dostatečně hladký, omyvatelný, musí mít dostatečnou tloušťku a musí také odolávat použitému dezaktivacím, často silně agresivnímu prostředku. Vhodné jsou především tvrdé a hladké nátěry epoxidové nebo nátěry dvousložkové polyuretanové (dříve to byly chlórkaučukové nebo polystyrénové nátěry). Snímatelný dekontaminační nátěr se zhotovoval obvykle ve více (až třech) vrstvách. První jako běžný a stabilní ochranný nátěr, tvrdý, v dostatečné tloušťce a s hladkým povrchem. Druhá vrstva je nátěr separační. Umožňuje zmíněné snímání, resp. odstraňování třetí nátěrové vrstvy. K vytvoření separační (oddělovací) vrstvy se používá vhodný nátěr s minimální adhezí k předchozímu nátěru ochrannému. Ten se provádí nejvhodněji snímacím lakem v tlustší vrstvě. Aby byl po nařiznutí vrchní nátěr snadno snímatelný, musí být dostatečně tlustý, pevný a také pružný.

Je jasné, že v tomto případě dekontaminací se rozumí i odstranění případně přítomných mikrozdrců přenášejících infekční onemocnění na povrchu, který je předmětem ošetřování. Volba této technologie je ekonomicky náročná. Dezaktivní roztoky aplikované např. postříkáním v tomto případě musí odstraňovat nečistoty a nežádoucí mikroorganismy účinně. Dostupných roztoků nejrůznějších chemických látek je již celá řada.

Také smývateľné nátěry jsou vhodné na hladké povrchy lakované nebo galvanické, na leštěné kovy, plasty, sklo apod. Slouží jako dočasná ochrana především organických a galvanických povlaků během skladování a přepravy před atmosférickou korozi, před znečištěním prachem, s a při přepravě nebalených výrobků.

## Antimikrobiální nátěrové hmoty s multifunkčním působením pro viry a bakterie - stručný přehled základních materiálů

### Využití antimikrobiálních nátěrových hmot

Infekční kontrola má nejvyšší důležitost na místech kde je požadován vysoký stupeň hygienické čistoty. Mezi tato místa patří například nemocnice, farmaceutické výroby, potravinářské provozy a další, například školy, dopravní prostředky, atd. Z tohoto důvodu je velmi důležité se zabývat antimikrobiální úpravou povrchu. V moderních formulacích je snaha eliminovat organická rozpouštědla, kvůli tomu se stávají vodouředitelné nátěrové systémy atraktivní pro mikrobiální osídlení. Mikrobi produkují celulózu a další enzymy, které atakují složky ve vlhkém prostředí, což způsobuje ztrátu vlastností systému a tím jej poškozuje. Tyto celulózové enzymy mají negativní vliv již při velmi nízké koncentraci jako je  $10^{-5}$  jednotek enzymu na gram latexu. Pro zlepšení vlastností těchto systémů je důležité porozumět těmto interakcím lépe. Vodouředitelné nátěrové systémy jsou směs polymerů, pigmentů a funkčních aditiv. Tato aditiva se používají pro zlepšení vzhledu a celkových vlastností nátěru. Aditiva jsou rozděleny do tří hlavních skupin podle účinku. A to na:

- Chemické - antioxidanty, UV absorbenty, teplotní stabilizátory
- Fyzikální - tokové vlastnosti, modifikátory reologických vlastností, odpěňovače, dispergátory
- Biologické - antimikrobiální, antifungicidní a algicidní látky

### Antimikrobiální produkt

Antimikrobiální produkt je látka, která blokuje růst, rozšiřování nebo způsobuje smrt bakterií. Zatímco antibakteriální substance ničí pouze bakterie, antimikrobiální sloučeniny ničí také plísně a kvasinky. *Ideální produkt by měl mít antimikrobiální účinnost proti širokému spektru mikroorganismů, být relativně ohleduplný k životnímu prostředí, být barvostálý a odolný proti UV a viditelnému záření a být účinný již při velmi nízkých koncentracích. Nejčastěji jsou materiály nebo nátěry impregnovány biocidy jako například ionty stříbra, halogeny a antibiotiky, které jsou postupně uvolňovány do okolí k zabíjení mikroorganismů.* Stříbrné ionty mají spíše antibakteriální efekt, zatímco například ionty zinku jsou účinné proti řasám. Antimikrobiální aditiva by také měly vytvářet homogenní disperzi ve vodném prostředí. Efektivita baktericidních látek by měla být jak proti gram pozitivním tak i gram negativním mikroorganismům. Rozdíl mezi nimi spočívá ve struktuře buněčné stěny, která zajišťuje odolnost vůči různým chemikáliím. Pro zjištění baktericidní účinnosti je proto potřeba provádět testy odolnosti v obou skupinách mikroorganismů. Typickými zástupci gram pozitivních bakterií jsou *Staphylococcus aureus* a *Bacillus subtilis*. Mezi gram negativní patří *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* a *Salmonella typhimurium*.

Důležitá podmínka pro růst mikrobu je vlhkost. Pouze při vlhkosti (roztok nebo vlhkost) je iont stříbra a/nebo zinku uvolněn z modifikované skelné částice. Elementární stříbro ( $Ag^0$ ) a zinek ( $Zn^0$ ) nejsou antibakteriálně účinné, pouze ionty těchto kovů vykazují antimikrobiální účinnost. Uvolněné ionty stříbra a zinku poškozuji důležité funkce buňky, kvůli nimž není mikroorganismus schopen přežít.

Antimikrobiální aditiva se dělí na organické a anorganické sloučeniny:

#### a) Organické sloučeniny

Velké množství různých sloučenin vykazuje různý stupeň antimikrobiální aktivity a nejsou vhodné pro všechny aplikace. Mnoho antimikrobiálně aktivních látek není vhodných pro povrchové úpravy vzhledem k jejich toxicitě. Například fenolické sloučeniny jsou známé jako antimikrobiální aditiva, která ničí buněčnou stěnu a také působí koagulaci cytoplasmatických komponent což způsobuje inhibici růstu a postupně také smrt buňky. Triclosan je velmi silná antimikrobiální sloučenina, ovšem vzhledem k jeho škodlivosti na lidské zdraví a životní prostředí.

#### b) Anorganické sloučeniny

Anorganická aditiva jsou například těžké kovy jako stříbro, měď a zinek v různých formách (soli kovů, koloidní nanočástice), světlem aktivované zdroje singletového kyslíku jako např. oxid titaničitý nebo další soli jako barium metaborát.

#### Mechanismus působení antimikrobiálních látek

Požadavek pro praktické použití antimikrobiálních látek je dlouhotrvající efektivní ochrana při minimálních koncentracích dané látky. V ideálním případě jsou aktivní složky imobilizovány v jádru pryskyřice, takže se nemohou vymývat. Avšak tato imobilizace může vést ke snížení schopnosti těchto látek. Kromě toho schopnost mikroorganismů budovat rezistenci vůči aktivním složkám by měla být nízká.

Polykationty jsou bezpečná alternativa pro běžnou desinfekci stejně jako formaldehyd, etylenoxid, chlor nebo roztok chloru, jod, alkoholy a další složky používané pro člověka netoxickou desinfekcí a aditiva.

Antimikrobiální aditiva mohou působit na základě přijetí organismem nebo jako kontaktní jed. Kontaktní otrava je založena na přilnutí látky k buněčné stěně organismu, což může narušit výměnu látek přes buněčnou membránu nebo mechanické poškození buněčné stěny. Tímto mechanismem působí např. fotooxidativní proces. Avšak antimikrobiální látky, obzvláště když nejsou imobilizovány, nemohou být vždy zařazeny podle mechanismu jejich působení. Například nanočástice mohou působit antimikrobiálně několika různými mechanismy.

## Aplikace antimikrobiálních polymerů

Některé polymery jsou antimikrobiálně aktivní díky typu a uspořádání funkčních skupin. Polymer může také získat antimikrobiální vlastnosti přidáním antimikrobiálních složek. To může zahrnovat chemickou modifikaci koncových skupin nebo imobilizaci nízkomolekulárních biocidních látek na prekurzorech nebo finálních produktech. Tímto způsobem by měla být zajištěna vyšší odolnost proti vymývání. Například opouzdření nízkomolekulárních látek biocidů do speciální hmoty umožňuje uvolňovat biocidy postupně a v malých dávkách. Antimikrobiální vlastnosti mohou být také zajištěny, pokud jsou nanášeny jako samopřilnavý termoplastický film, nebo jako speciální sol-gel nátěr.

### *Antimikrobiální polymer-definice*

Antimikrobiální efekt je dosažen díky vysoké polaritě koncových skupin a 3D polymerní struktuře, která umožňuje vytvářet oblasti o vysoké hustotě. Antimikrobiální polymery jsou nerozpustné ve vodě a tak se nevyplavují a zůstanou baktericidní po delší dobu. Nebezpečí nežádoucích vedlejších efektů nízkomolekulárních složek je proto nízké. Příklad takových polymerů jsou kvartérní amoniové sloučeniny, matrix imobilizovaný N-alkyl poly(4-vinylpyridin). Chitosan je přírodní polymer používaný k balení potravin a jeho biocidní charakter je založen na jeho karbohydrátové struktuře. Využívá se při kombinování se stříbrem a biomateriály na bázi titanu. Také kopolymer pektinu s organosiloxany vykazoval inhibiči bakteriální koroze.

*Nátěry založené na akrylátech a polyuretanové nátěry byly také zkoumány jako možné antimikrobiální nátěry, byla u nich zjištěna snížená adheze nečistot. Bylo zjištěno, že makromolekulární látky působí zcela jinak než nízkomolekulární látky. Nízkomolekulární difundují do buňky nebo se shromažďují v buněčné stěně, polymerní biocidy napadají membránu zvenku díky elektrostatickým interakcím s buněčnou stěnou. Jejich biocidní efekt je velmi nespecifický a jsou účinné jak proti grampozitivním, gramnegativním tak i proti plísním a kvasinkám. Vysoký počet nabitých amino koncových skupin a jejich konformace umožňuje velkou hustotu náboje, čímž je škodlivá pro mikroorganismy. Například protonizace může také podporovat tento efekt. V podstatě mohou být antimikrobiální polymery aplikovány do pryskyřice podobným způsobem jako nízkomolekulární antimikrobiální činidla a mohou být zpracovávány klasickými metodami. Tyto nátěry mohou být také nanášeny na papírový povrch laminačními metodami. Další možností je vázání antimikrobiálních termoplastických polymerů jako samonalepovacích antimikrobiálních termoplastických filmů. Mezi tyto polymery patří různě substituované polyakrylamidy, amino funkční alkyly a aryl polymetakryláty nebo metakrylamidy. Antimikrobiální termoplasty mohou být nanášeny jednovrstevně nebo ve více vrstvách.*

### **Antimikrobiální polymery-funkce**

Antimikrobiální vlastnosti mohou být také včleněny do polymerů přidáním antimikrobiálních funkčních skupin např. chemickou modifikací koncových skupin nebo kovalentním navázáním antimikrobiálních sloučenin. Mnoho nízkomolekulárních antimikrobiálních sloučenin vykazuje antimikrobiální vlastnosti v polymerní nebo imobilizované formě. Například polymery založené na fenolu nebo kyselině benzoové si ponechávají některé antimikrobiální schopnosti. Přímou imobilizované fenoly jsou typickou složkou desinfekčních prostředků a mohou být aktivní také po naroubování na polymerní povrch. Roubování může být prováděno enzymaticky nebo chemicky. Síla antimikrobiálních sloučenin závisí na základní struktuře fenolických derivátů. Požadavky na strukturu pro úspěšné naroubování fenolických sloučenin nejsou přesně zjištěny. Bohužel například u melaminových pryskyřic je nevýhodou použití fenolických skupin změna barvy pryskyřice (žloutnutí). Chemicky imobilizované chloridové deriváty jsou důležitou skupinou. Polymerní povrch může být uzpůsoben ke zničení mikroorganismů kontaktem. Jistou možností může být úprava laminovaného povrchu roztokem N-halamin siloxanu se snahou upevnit skupiny antimikrobiálního chloridu na povrch. Mechanismus reakce N-halaminu je založen na interakci halogenu, většinou chloru, s receptory na bakteriální buněčné stěně. Halogen obsahující monomery mohou být včleněny do polymerů i anorganických matic. V lékařském prostředí se mohou být materiály modifikovány polyuretanovým polymerem obsahujícím  $-CH_2-O-CH_2-CF_3$  a 5,5-dimethylhydantoinovými skupinami. Monomerické halogenované melaminy patří do skupiny N-halaminových kontaktních jedů a jsou využívány pro desinfekci vody.

N-halamin a 2-amino-4-chloro-6-hydroxytriazin jsou také vázány na bavlnu a celulosová vlákna. Bylo zjištěno, že tato modifikace může být použita např. pro modifikaci papírových filtrů. Na rozdíl od adsorpčních stříbrných částic, kontaktní biocidy jsou kovalentně imobilizovány na povrchu pryskyřic. Nezávisle na tom jestli je pryskyřice modifikovaná během výroby nebo až hotový produkt, antimikrobiální efekt je zajištěn přenosem atomu chloru k bakteriím. Z tohoto důvodu může být chlor po čase vyčerpán. Avšak může být doplněn a antimikrobiální schopnost obnovena například vodným roztokem NaOCl.

Enzymaticky katalyzované propojení cílové substance na vláknitý a jiný materiál představuje exotickou metodu imobilizace antimikrobiálních látek v matici. Biocidní vlastnosti polymerních nátěrů monomerních nebo oligomerních N-halaminových siloxanů na různých površích zahrnujících písek, silika gel, celulosu a nátěrové hmoty jsou dále zkoumány.

*Antimikrobiální aditiva at' jsou jako nízkomolekulární, nanočástice nebo polymery mohou být jednoduše včleněny například do melaminové pryskyřice a nanášeny běžnými metodami. Jedna případná možnost může být vazba polymerního řetězce na povrch předmětu. Antimikrobiální aditiva jako stříbrné ionty mohou být vázána na vhodný povrchový nátěr skládající se z hydrogelu založeném na polyakrylátu a následně uvolňována kontrolovaným způsobem k dosažení biocidního efektu. Síť mají také schopnost ovlivňovat velikosti nanočástic a tak distribuci velikosti částic. Například když je melaminová pryskyřice pokrytá vhodným polyakrylátem, povrchové protony mohou být zaměněny za stříbrné ionty a velikost distribuovaných kovových nanočástic se přizpůsobí požadované velikosti. Avšak bohužel nejsou publikovány konkrétní informace.*

Například sol-gel nanášení tenkých nátěrů by mohlo být použito pro tyto účely. Bylo zjištěno, že nátěry vykazující postupné uvolňování antimikrobiálních látek na polymerním povrchu mohou být 0,1-2 $\mu$ m silné a jejich složky mohou být postupně uvolňovány v malém množství. Takové nátěry jsou vhodné na substráty jako je papír nebo také dřevo a dokonce mohou zlepšovat mechanické vlastnosti materiálu. Tyto nátěry jsou multifunkční a je možné do nich aplikovat různá aditiva ve stejnou dobu.

## Nanočástice

Hlavním mechanismem toxicity nanočástic je oxidativní stres, jenž způsobuje poškození lipidů, cukrů, proteinů a DNA. Narušení lipidické vrstvy peroxidázou je považováno za nejnebezpečnější poškození buněčné stěny. S dosažením velikosti částic v hodnotách nm se mění hlavně jejich vlastnosti, jako např. vodivost, tvrdost, chemická reaktivita a biologická aktivita. Vzhledem k velikosti nanočástic je možné je díky jejich neviditelnosti pouhým okem přidávat i do průhledných nátěrů. Nebezpečím nanočástic je jejich schopnost procházet biologickými bariérami jako např. hematoencefalickou bariérou. Nanohazard je různý, protože nanočástice se chovají nepředvídatelně. Nabízejí nám unikátní chemické, elektrické, optické a fyzikální vlastnosti, stejně tak jako mohou být potenciálně rakovinotvorné, jedovaté, nebo mohou způsobovat různé alergie. Důležitý je také jejich poměr objemu k/ke povrchu částice, díky němuž mohou velmi dobře interagovat s membránami mikroorganismů.

*Kovové nanočástice se mohou kombinovat např. s polymery za vzniku kompozitů a tím dochází ke zlepšení vlastností polymerů.* Kovové nanočástice také nacházejí uplatnění například v katalýze a senzorech. Avšak ne všechny nanočástice poskytují antimikrobiální efekt, mezi ty *biocidní patří nanočástice platiny, zlata, oxidu železa, křemíku a jeho oxidů a také nikl.* Je zjištěno, že antimikrobiální aktivita závisí také na tvaru částic.

*Biocidní efekt může být založen na intracelulárním nebo extracelulárním působení.* Výsledná toxicita je způsobena navázáním na intracelulární proteiny nebo DNA, čímž nanočástice naruší transport látek umístěním se do buněčné stěny.

### a) Intracelulární toxické působení

Nanočástice díky tomu, že mají přibližně stejnou velikost, jako biomolekuly s nimi mohou snadno interagovat. Antimikrobiální efekt stříbrných nanočástic je částečně díky jejich navázání se na mikrobiální DNA, čímž je narušeno buněčné dělení. Nanočástice se mohou také začlenit do enzymů, čímž naruší funkci metabolismu. Toto přerušení elektronového transportu zamezí buněčné respiraci a inaktivuje buňku.

### b) Synergenní efekt s dalšími biocidy

Chemikálie se adsorbují přímo na velký povrch nanočástic a následně dochází k přesunu biocidních látek na buněčnou stěnu. Například efekt nanočástice MgO je posílen kombinací s halogeny.

### c) Mechanické poškození buněčné stěny.

Bylo zjištěno, že nano MgO částice mají vysoce destruktivní účinnost jak na grampozitivní tak i gramnegativní mikroorganismy a dokonce i na bakteriální spory. Tento efekt je přisuzován schopnosti narušit buněčnou stěnu „ostrohrannými“ částicemi. Spory vykazují vyšší odolnost než aktivní buňky, protože mají odolnější vnější obal.

#### Nano TiO<sub>2</sub>

Fotokatalytický nano-anatas TiO<sub>2</sub> je často používán pro své antimikrobiální vlastnosti k odstraňování organických sloučenin z vody. Jeho antibakteriální efekt je aktivován fotokatalytickým chováním, jež bylo objeveno Fujishimou a Hondou. Fotokatalytický jev je založen na generaci páru elektron-díra při expozici světelnému kvantu. Takto vzniklý agresivní kyslíkový radikál, vzniklý elektronovým útokem, a díra vytváří hydroxylové radikály. Tyto agresivní radikály napadají organické částice jako například špínu, buňku a poškozují také její DNA. Methylenová modř, titanová žluť, bromfenolová modř a bromthymolová modř jsou používány jako indikátory reaktivity fotokatalytického efektu.

#### Nano ZnO

Mezi pigmenty s antimikrobiální účinností patří také nano ZnO, který vykazuje velmi dobré antimikrobiální účinky proti širokému spektru mikroorganismů na základě reakcí fotokatalytického efektu. Vykazuje dokonce vyšší účinnost než již zmiňovaný nano TiO<sub>2</sub>.

#### Ag nanočástice

Příprava stříbrných nanočástic je prováděna různými způsoby jako např. koprecipitací, mikroemulzní, sonochemickou nebo fotochemickou technikou.

U nanočástic stříbra stejně jako i u nanočástic ostatních kovů dochází snadno k agregaci, což může vést k toxicitě in vitro i in vivo. Různá organická rozpouštědla, ustalovače nebo povrchová činidla (např. polymery, ligandy nebo surfaktanty) se používají pro snižování agregace a stabilizaci nanočástic. Jejich toxicita je pravděpodobně způsobena proniknutím do buněčné membrány a vniknutím do buňky. Vyšší biocidní schopnosti by mohlo být dosaženo kombinací nanočástic stříbra s nanočásticemi mědi, která má také antimikrobiální účinky.

Stříbrné ionty mohou nahrazovat jiné esenciální ionty jako Cu<sup>2+</sup> a Zn<sup>2+</sup> a nahromadit se v thiolových skupinách proteinů a následně deaktivovat bakteriální buňku. Negativně nabitá buněčná stěna přitahuje stříbrné ionty, které ničí buněčnou stěnu. Ag<sup>+</sup> jsou pevně vázány do elektron-donorových skupin buněčné membrány a kvůli poklesu životně důležitých iontů jako Cu<sup>2+</sup> a Zn<sup>2+</sup> dochází k narušení propustnosti buněčné membrány a propustnosti pro lipopolysacharidy a dochází ke smrti buňky. Bylo zjištěno, že stříbrný iont má antimikrobiální účinky jako nanočástice ve formě kationtu (AgNO<sub>3</sub>) i jako kovové nanočástice. V přítomnosti kyslíku dochází ke zničení buňky stříbrem katalyzovanou oxidací.

#### Cu nanočástice

O antimikrobiálním účinku nanočástic oxidu měďnatého není zatím mnoho dostupných informací. Ví se, že CuO je levnější než stříbro, snáze mísitelný s polymery a relativně stabilní co se týká chemických i fyzikálních vlastností.

*Bylo zjištěno, že kovové nanočástice uvolňují ionty kovů, čímž dochází k lokální změně pH a vodivosti. Toto uvolnění iontů do roztoku vede k inaktivaci nebo smrti mikroorganismů.*

U nanočástic stříbra je způsob antimikrobiálního působení již znám a předpokládá se, že nanočástice mědi působí na mikroorganismy podobným způsobem.

### Fotokatalytický jev

Matsunaga v roce 1985 dokázal, že fotokatalýza je schopná zabíjet mikroby, což je první zmínka o antimikrobiálním efektu fotokatalýzy. Hydroxylový radikál produkovaný fotokatalýzou je velmi silný oxidant a může ničit koenzymy bakterií a enzymy v dýchacím systému. Díky tomu je zastavena reprodukce bakterií, nebo inhibice jejich růstu, případně u virů brání množení DNA.

### Fotokatalytický efekt nanočástic

Díky tomu, že mikroorganismy jsou citlivé na UV záření, je možné je používat jako desinfekci. Využití TiO<sub>2</sub> je založeno i na jeho polovodičových vlastnostech. Ozáření TiO<sub>2</sub> světlem o vlnové délce 385nm způsobí vytvoření elektron-díra na povrchu TiO<sub>2</sub>. Díra je vysoce reaktivní, reaguje s molekulou vody nebo hydroxylovým iontem adsorbovaným na povrch za vytvoření singletového kyslíku a hydroxylového radikálu. Elektron navíc v díře může redukovat kyslík na superoxidový iont O<sub>2</sub><sup>-</sup>. Takto vytvořené látky jsou vysoce reaktivní vůči organickému materiálu a tím mohou i ničit mikroorganismy. Účinné světelné spektrum může být rozšířeno i do jiných oblastí spektra přidáním dalších iontů, například Nd<sup>3+</sup> získáme posun do viditelné části spektra.

### Další potenciálně antimikrobiální sloučeniny

#### LDH jíly

Jíl LDH, který má obecný vzorec [M(II)<sub>1-x</sub>M(III)<sub>x</sub>(OH)<sub>2</sub>]<sup>x+</sup>(A<sup>n-</sup>)<sub>m</sub>H<sub>2</sub>O, má velmi dobrou schopnost biokompatibility a je schopný ve své vnitřní struktuře adsorbovat a měnit ionty. Z tohoto důvodu je schopný „lákat“ bakterie a viry a adsorbovat je do svého matrixu, kde díky tomu dojde k těsnějšímu přiblížení k nanočásticím a tím i zničení. Vnitřní prostor tohoto jílu má také schopnost označovanou jako „memory effect“ díky čemuž i po kalcinaci (cca 550°C) je schopný regenerovat svou strukturu vodným roztokem aniontů.

Tento jíl v kombinaci s nanočásticemi stříbra nabízí velmi dobré vlastnosti pro antimikrobiální ochranu.

#### Silikátové jíly

Vrstevnaté silikáty jako například minerál montmorillonit (MMT) jsou složeny z negativně nabitých vrstev silikátu o tloušťce přibližně 1nm se speciálním poměrem tloušťky a délky. Těmito silikáty plněné polymery vykazují speciální vlastnosti, např. zlepšení v mechanických, termálních a fyzikálně-chemických vlastnostech. Tyto nanolátky mají excelentní bariérové vlastnosti díky přítomnosti jílových vrstev, které zpomalují difuzi molekul.

Některé práce zabývající se nanočásticemi založenými na biopolymerech se zaměřují na škroby nebo polysacharidy, jako obilný nebo kukuřičný škrob a chitosan. Jejich antimikrobiální odolnost pochází z kvartérních amoniových solí organicky modifikovaných nano-jílů. Proto stále roste zájem o zkoumání dalších typů nano-jílů pro přípravu nanokompozitů s biopolymery jako WPI (izolovaný obilný protein).

Přidání malého množství nanojílu do WPI vedlo ke změnám vlastností filmu v závislosti na daném jílu.

#### Kvartérní amoniové soli

Díky vysoce pozitivně nabitému povrchu kvartérních amoniových částic dochází k velmi silné adhezi negativně nabitých tyčinkovitých bakterií k povrchu, což je důvodem inhibice jejich růstu díky iontové i hydrofobní interakci mezi těmito solemi a složkami buněčné stěny. Inhibicí dochází k smrti buňky nebo změně v buněčných pochodech. Polymetakryláty s metylovou nebo ethylovou kvartérní amonium chlorid skupinou vykazují antimikrobiální aktivitu proti gramnegativním bakteriím, avšak grampozitivní stafylokoci byli málo postiženi tímto polymerem. Antibakteriální účinnost rozpustných kvartérních amoniových solí záleží na délce alkylového řetězce na dusíkovém atomu, optimální délka řetězce je 16-18 uhlíkových atomů. Méně rozpustné dendrimery s funkční skupinou dimethyldodecylamoniumchlorid mají také velmi silné antimikrobiální vlastnosti např. proti *S. aureus*.

#### Guanidin

Guanidin je druh polykationtu rozpustného ve vodě jenž má široké spektrum antimikrobiální aktivity a to jak proti grampozitivním tak i proti gramnegativním bakteriím, přičemž má ale velmi nízkou toxicitu pro savce. Smrtné působení guanidinu je pravděpodobně založeno na schopnosti nevratně poškodit buněčné složky, což vede ke smrti buňky. Guanidin může být syntetizován kondenzací soli guanidinu s diaminem. V případě síťovací reakce při vysoké viskozitě taveniny je obtížné vytvořit produkt s vysokou molekulovou hmotností kondenzací v tavenině.

#### Polyamoniové sloučeniny

Polyamoniové vrstvy mají průměrnou tloušťku zhruba 1-2 nm, jež je dostatečná pro vysokou antibakteriální účinnost, proto je potřeba pouze mnohem méně antibakteriálních aktivních látek než při jiných metodách. Polyamoniové nátěry jsou stabilní na vzduchu, ve vodném prostředí (kromě polymetakrylátu) a jsou odolné vůči organickým rozpouštědlům, koncentrované kyselině chlorovodíkové a sterilizaci vodní parou. Antimikrobiální aktivita polyamoniových vrstev závisí silně na jejich chemické struktuře. Mezi metody dávající látce biocidní vlastnosti patří modifikace nebo povrchová úprava stávajícího povrchu tím že biocidy jsou navázány na povrch. Povrchová modifikace může být účinná u nekovalentních vazeb.

#### Furany

Mezi další možnosti antimikrobiální úpravy patří využití furanů. V mořském prostředí některé organismy vytvářejí specifické chemické složky k obraně proti vzniku biofilmu. Například červená řasa *Delisea pulchra* produkuje halogenované furany nazývané fimbrolidy, které zabraňují růstu organismů. Tyto sloučeniny a jejich varianty vykazují antimikrobiální účinnost proti grampozitivním i gramnegativním bakteriím.

#### Ftalocyaniny

Ftalocyaniny a jejich deriváty tvoří početnou skupinu synteticky připravených makrocyclických sloučenin odvozených od základní molekuly porfyrity. Je také možné jimi modifikovat například anatasovou nanoformu oxidu titaničitého, čímž se zvýší jeho samočisticí a antimikrobiální vlastnosti. Ftalocyaniny na sebe nejprve upoutaly pozornost pro svou neobvyklou světlostalost a barevnou mohutnost v různých odstínech. Právě tyto vlastnosti předznamenaly jejich postupné masové rozšíření především do oblasti organických pigmentů a barev a tento trend pokračuje stále



ve větší míře i v současnosti. Výjimečnost ftalocyaninů spočívá především v pozoruhodné fyzikální i chemické stabilitě vyplývající z dokonalé konjugace násobných vazeb, koordinace centrálního atomu kovu v aromatickém skeletu a v neposlední řadě také zanedbatelné toxicitě garantující minimální dopad na životní prostředí. Další nespornou výhodou je také fakt, že ačkoli je základní molekula ftalocyaninu poměrně složitá, jeho syntéza probíhá z vhodných prekursorů jednostupňově.

#### Pyrithion

Pyrithion je konjugovaná báze odvozená od 2-mercaptopyridin-N-oxid, derivátu pyridin-N-oxid. Pyrithion (2-mercaptopyridin-N-oxid) je fungistatická a antimikrobiální sloučenina a jeho soli zinku jsou široce rozšířené například v šampónech proti lupům.

Pyrithiony jsou výborná chelatační činidla pro těžké kovy, čímž může docházet ke změně barvy u zink omadinu v důsledku záměny kovů například za měď nebo železo. Změně zabarvení může být zabráněno přidávkem zinečnaté soli nebo oxidu zinku, čímž zůstane zachována původní barva, což je důležité v následných aplikacích. Díky nízké rozpustnosti ve vodě (8 ppm v neutrálním pH) je zink pyrithion vhodný pro použití ve venkovních nátěrových hmotách.

#### Polymerní pryskyřice

##### Akryláty

Díky své dostupnosti, nízké toxicitě, široké variabilitě, funkčnosti monomerů a snadné přípravě jsou deriváty polyakrylátů nevhodnější a proto i vysoce zkoumané antimikrobiální matrice. Deriváty polyakrylátů vykazují dobře kontrolovatelné uvolňování v závislosti na vedlejších skupinách a hustotě síťování. Polyakrylátové sítě jsou používány jako antivegetativní nátěrové hmoty, které jsou složeny z hydrofobních esterů organo-cínu nebo organo-mědi, které jsou pomalu hydrolyzovanou vrstvou, ze které se uvolňují biocidní organokovové sloučeniny. Kvůli vysoké toxicitě organo-cínu je mnoho antivegetativních nátěrových hmot zakázáno.

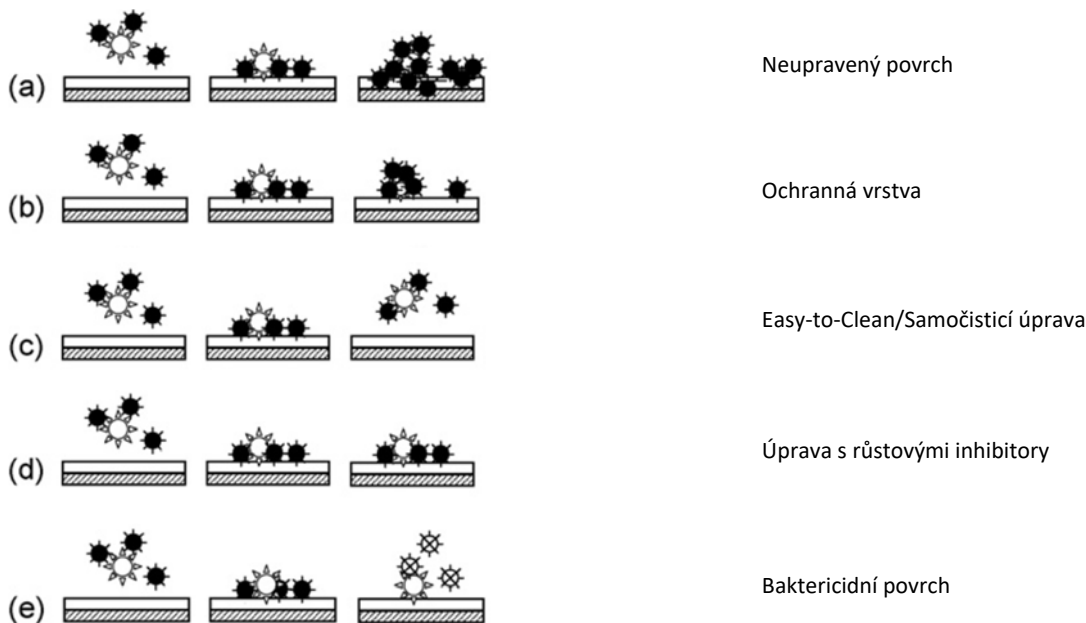
*Všechny alternativy antivegetativních nátěrových hmot jsou založeny na rozložitelných nátěrech uvolňujících biocidy.*

Kvůli získání elasticity a zlepšení mechanických vlastností jsou polymery kopolymerovány polymery jako silikon, polyisobutylem a polyethynglykol. Některé z těchto polymerů byly zkoumány kvůli uvolňování látek, ale ne používány jako antimikrobiální nátěry. Bohužel hydrofilní akryláty a hydrofobní silikony jsou nemísitelné. Avšak amfifilní nátěry z těchto sloučenin mohou být připraveny podobně jako isobutylem, využitím kompatibilizujícího roztoku nebo hydrofobního maskování akrylátu. Výsledná síť se skládá ze dvou oddělených fází. Obvykle je jedna část jako matrix a druhá tvoří povrch, uvolňování je pak řízeno touto fází. Díky tomuto silikon-akrylátové nátěry mohou být plněny biocidy, které se postupně uvolňují a udržují tak povrch antimikrobiální (několik týdnů).

##### Melaminová pryskyřice

Tento typ pryskyřice používaný na dřevěné povrchy má také jisté antimikrobiální účinky díky svému tvaru. Jsou snadno čistitelné, mají vysokou teplotní a chemickou odolnost a také tvrdost.

Tento film se skládá z dekorační vrstvy papíru impregnovaného melaminoformaldehydovou pryskyřicí, která plní jak funkci ochrannou tak i dekorační. Tyto nátěry sice tvoří jistou antimikrobiální ochranu, ale povrchové nečistoty mohou podporovat mikrobiální růst. Viz obrázek



Množící se organismus



Mrtvý organismus



Částice špíny

Obrázek. Pracovní princip hygienických nátěrů. (a) Neupravený povrch; (b) povrch nepodporující mikrobiální růst (žádný růstový substrát, ochranná vrstva); (c) nátěr bránící zachycení růstového substrátu jako např. částice špíny nebo adheze biofilmu (snadno čistitelné, samočisticí povrchy); (d) nátěry aktivně bránící mikrobiálnímu růstu (zabudování aditiv brzdících růst nebo imobilizujících aditiv); (e) nátěry aktivně zabíjející mikroorganismy (uvolňující se jedovatá látka nebo imobilizující aditiva).

Kazy a špína jsou snadno odstraněny s melaminových filmů díky jejich hydrofobicitě, tvrdosti a nízké porozitě. Částečky, kapky vodných roztoků a mikroorganismy neadherují snadno na tyto povrchy. Ačkoliv dokonce malé poškození, jako mikroskopické prasklinky nebo nehomogenita v nátěru zhoršují jejich čistitelnost, melaminové filmy udržují své hygienické vlastnosti dobré díky své vysoké mechanické, teplotní a chemické odolnosti. Určité samočisticí schopnosti mohou být také uděleny povrchu použitím aditiv jako např. fotokatalytický oxid titaničitý. Při okolním světle reaktivní kyslíkové látky (kyslíkový, hydroxylový a superoxidový radikál) tvořené díky  $\text{TiO}_2$  v povrchové vrstvě mohou ničit částice špíny a bakteriální buňky na povrchu. Aditiva mohou být přidána na povrch melaminové pryskyřice jako roztok nebo disperze nebo během přípravy zároveň s pryskyřicí.

Destičky, na kterých byl nanosen melaminoformaldehydový nátěr vykazovaly nižší nárůst mikroorganismů díky emisi formaldehydu, čímž došlo k vytvoření biocidní mikro-atmosféry. Ovšem při uvolňování formaldehydu dochází ke zhoršení ovzduší ve vnitřních prostorech a tudíž vzhledem k jeho karcinogenitě na lidský organismus není možné tyto nátěry používat jako biocidní.

Čistá melaminová báze má také antibakteriální efekt díky destičkovitým částečkám s vysokou emisí formaldehydu způsobující snížení bakteriálního růstu. Ovšem vzhledem ke karcinogenně formaldehydu není tento systém pro antimikrobiální ochranu využíván.

## Shrnutí

V současnosti mezi komerčně dostupné kontaktní biocidy patří kvartérní amoniové soli, fosfonium a halogenované sulfonamidy. Tyto sloučeniny efektivně inaktivují široký okruh organismů, ale mají podstatné nevýhody. Kvartérní amoniové soli jsou částečně rozpustné, a proto se uvolňují do vody, dále také potřebují delší dobu kontaktu pro inaktivaci organismu, jsou celkem drahé a tyto biocidní povrchy nemohou být regenerovány. Halogenované sulfonamidy mohou být rozpustné ve vodě, ale potřebují kratší dobu působení na mikroorganismy než např. kvartérní amoniové soli nebo sloučeniny fosforu. Jejich biocidní schopnost je regenerovatelná, ale uvolňují velké množství halogenů do okolí, z něhož mohou vznikat toxické vedlejší produkty jako např. trihalometany. Fotokatalytický jev stejně jako antimikrobiální účinek nátěru závisí také na akrylátové disperzi, OKP (PVC) a také na morfologii povrchu. V textu jsme se nezaměřili vysloveně na viry, které jsou mnohem menší než bakterie, nejsou totiž schopné samostatné existence. Virus sám o sobě buňkou není, nemá žádnou metabolickou aktivitu a ke svému životu i k množení potřebuje hostitelskou buňku. Proto by měli snad být inhibovány zároveň s nimi.

\*pozn.: zde se jedná o tzv. materiály pro nátěrové hmoty a materiály pro postřiky, UV a teplotní šoky zde nejsou uvažovány

## Literatura

- [1] Trovo®guardFAQ. Trovo®guard –The antimicrobial product. místo neznámé : Trovo®guardFAQ, 2009.
- [2] Margit Heinlaan, Angela Ivask. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO<sub>2</sub> to bacteria Vibrio. *Chemosphere*. 2008, Sv. 71, 1308–1316.
- [3] Gabriela Carja, Yoshikazu Kameshima. Nanosized silver–anionic clay matrix as nanostructured ensembles with antimicrobial activity. *International Journal of Antimicrobial Agents*. in press.
- [4] Rungsinee Sothornvit, Jong-Whan Rhim. Effect of nano-clay type on the physical and antimicrobial properties of whey protein isolate/clay composite films. *Journal of Food Engineering*. 91, 2009, 468–473.
- [5] Andreas Kandelbauera, Petri Widsten. Antibacterial melamine resin surfaces for wood-based furniture and flooring. *Progress in Organic Coatings*. 2009, Sv. 65, 305–313.
- [6] Chi-Jen Chung, Chung-Chien Chiang. Photocatalytic TiO<sub>2</sub> on copper alloy for antimicrobial purposes. *Applied Catalysis B: Environmental*. 85, 2008, 103–108.
- [7] Xuehong Rena, Lei Kou. Antimicrobial coating of an N-halamine biocidal monomer on cotton fibers via admicellar polymerization. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*. 317, 2008, 711–716.
- [8] Bart Gottenbosa, Henny C. van der Mei. In vitro and in vivo antimicrobial activity of covalently coupled quaternary ammonium silane coatings on silicone rubber. *Biomaterials*. 23, 2002, 1417–1423.
- [9] M.W. Eknoian, S.D. Worley. Novel antimicrobial N-halamine polymer coatings generated by emulsion polymerization. *Polymer*. 40, 1999, 1367–1371.
- [10] Partha Majumdar, Elizabeth Lee. Synthesis and antimicrobial activity of quaternary ammonium-functionalized POSS (Q-POSS) and polysiloxane coatings containing Q-POSS. *Polymer*. 50, 2009, 1124–1133.
- [11] C.J. Chung, H.I. Lin. Antimicrobial efficacy of photocatalytic TiO<sub>2</sub> coatings prepared by arc ion plating. *Surface & Coatings Technology*. 202, 2007, 1302–1307.
- [12] J.C. Tiller, C. Sprich. Amphiphilic conetworks as regenerative controlled releasing antimicrobial coatings. *Journal of Controlled Release*. 103, 2005, 355–367.
- [13] Alicyn M. Rhoades, Douglas A. Wicks. Interactions of an antimicrobial peptide (Ac-RRWRF-NH<sub>2</sub>) and surfactants: Towards antimicrobial peptide additives for coatings applications. *Progress in Organic Coatings*. 58, 2007, 209–216.
- [14] Yong Guan, Huining Xiao. Antimicrobial-modified sulfite pulps prepared by in situ copolymerization. *Carbohydrate Polymers*. 69, 2007, 688–696.
- [15] J. Thome, A. Holländer. Ultrathin antibacterial polyammonium coatings on polymer surfaces. *Surface and Coatings Technology*. 174–175, 2003, 584–587.
- [16] Umit Makala, Lynn Wood. Polyurethane biocidal polymeric surface modifiers. *Biomaterials*. 27, 2006, 1316–1326.
- [17] Jayesh P. Ruparelia, Arup Kumar Chatterjee. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. *Acta Biomaterialia*. 4, 2008, 707–716.
- [18] Kevin Barnes, J. Liang. Synthesis and antimicrobial applications of 5,5'-ethylenebis[5-methyl-3-(3-triethoxysilylpropyl)hydantoin]. *Biomaterials*. 27, 2006, 4825–4830.
- [19] Guogang Ren, Dawei Hu. Characterisation of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 33, 2009, 587–590.
- [20] J.K. Bavejaa, b, M.D.P. Willcox. Furanones as potential anti-bacterial coatings on biomaterials. *Biomaterials*. 25, 2004, 5003–5012.
- [21] L. Hochmannova, J. Vytrasova. Photocatalytic and antimicrobial effects of interior paints. *Progress in Organic Coatings*. 67, 2010, 1–5.
- [22] Dizertační práce Veronika Jašková, Univerzita Pardubice.

# Optimalizace procesu mechanického čištění povrchu materiálu

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. – Ústav strojírenské technologie, Fakulta strojní, ČVUT v Praze

## Předúpravy povrchu

Příprava povrchu do potřebné čistoty a struktury povrchu je základní operací povrchových úprav, která zásadně ovlivňuje jejich kvalitu a životnost.

Je obvykle dvoustupňová a provádí se:

- fyzikálními a chemickými procesy (odmašťování, moření, odrezování) za použití chemických prostředků
- mechanickými procesy (obrábění, omílání, otryskávání) za použití mechanických prostředků a nástrojů

Tak se postupně plní základní požadavky na kvalitu předúpravy povrchu:

- zajištění požadované čistoty a stavu povrchu
- vytvoření požadované struktury povrchu

Volba technologického postupu závisí od náročnosti jednotlivých operací na spotřebu a provozní množství:

- energií
- vody
- prostředků
- odpadů

Rozhodnutí jakým způsobem provést předúpravu vychází jak z potřeb následné povrchové úpravy dle požadovaných kvalitativních ukazatelů, tak z předchozího technologického zpracování, složení a stavu upravovaného materiálu (Tab. 1).

**Tab. 1:** Kvalitativní ukazatelé předúpravy povrchu

Parametry povrchu	Kvalitativní ukazatelé	Technologie
Složení materiálu	<u>Složení materiálů po zpracování předchozími výrobními operacemi</u> Fe, Fe – slitiny, ocel, litina, legované materiály Al, Al – slitiny Cu, Cu – slitiny, Zn, Zn – slitiny, Ni, Ni – slitiny Cr, Mg, Ti, ... a jejich slitiny	<u>Výrobní operace</u> Tváření Odlévání Obrábění Svařování Tepelné zpracování Chemicko tepelné zpracování Úpravy povrchu
Stav materiálu	<u>Množství [mg.m<sup>-2</sup>] znečišťující látky a její složení (C, P, S, FeO<sub>x</sub>, ...)</u>	<u>Vyčištění povrchu</u> Odmaštění Moření Odrezování Omílání Tryskání
Znečištění povrchu	Okuje, rez, patina, nečistoty	
Stav povrchu	<u>Parametry struktury povrchu</u> Drsnost (Ra, R, ...) Povrchový objem Plocha povrchu	<u>Vytvoření struktury</u> Obrábění: broušení leštění kartáčování Omílání Tryskání

V operacích předúprav povrchu mají nezastupitelný význam operace tryskání. Tyto operace se používají především k vytvoření požadované struktury i k vyčištění povrchu.

Technologie tryskání v jedné z jeho forem používáme tam, kde chceme povrch vyčistit od korozních znečištění. Každá technologie resp. operace čištění má jiné výsledky na různých stavech znečištění povrchu a při různých stupních jeho korozního napadení. Pro ocel norma ČSN ISO 8501 (dříve ČSN 03 8221) specifikuje výchozí stupně stavu povrchu (Tab. 2) a také stupně očištění (tab. 3). [14]

Tab. 2: Stupně zarezavění povrchu oceli [14]

Označení	Popis
A	Povrch oceli je téměř celý pokryt pevně ulpívající vrstvou okují, ale v podstatě bez viditelných stop rzi
B	Povrch oceli s počínající vrstvou rzi a odlupujícími se okujemi
C	Povrch oceli, ze kterého již okuje odkorodovaly nebo jsou odstranitelné kartáčováním, který však vykazuje pouze ojedinělou důlkovou korozi při prohlídce bez zvětšení
D	Povrch oceli, ze kterého již okuje odkorodovaly a který vykazuje důlkovou korozi při prohlídce bez zvětšení

Tab. 3 Stupně očištění povrchu oceli otryskáním [14]

Označení stupně očištění povrchu	Charakteristika očištěného povrchu	Název
Sa 1	Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu nezjistí přítomnost olejů, mastnot a nečistot stejně jako nepřilnavé okuje, rez, nátěry a cizí látky	Lehké otryskání
Sa 2	Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu nezjistí přítomnost olejů, mastnot, nečistot a téměř žádné okuje, rez, nátěry a cizí látky. Všechny zbytky nečistot musí být pevně přilnavé	Důkladné otryskání
Sa 21/2	Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu nezjistí přítomnost olejů, mastnot, nečistot, okuje, rez, zbytky nátěrů a cizích látek. Všechny zbylé stopy nečistot musí být pouze stíny ve formě skvrn nebo pásů	Velmi důkladné otryskání
Sa 3	Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu nezjistí přítomnost olejů, mastnot, nečistot, okuje, rez, zbytky nátěrů a cizích látek. povrch musí vykazovat jednotný kovový vzhled.	Vizuálně čistý ocelový povrch

Norma také uvádí další označení přípravy povrchu očištěním. [14] Pro ruční mechanizované čištění je to „St“ (tab. 4), to zahrnuje škrábání, kartáčování, mechanizované kartáčování a broušení. Před ručním a mechanizovaným čištěním mohou být tlusté vrstvy rzi odstraněny oklepáváním a musí být odstraněny oleje a mastnoty. Čištění plamenem se značí „Fl“ (tab. 5).

Z důvodu odstranění vzniklých produktů zahrnuje čištění plamenem v konečné fázi mechanizované kartáčování. Ruční kartáčování neposkytuje dostatečně vyhovující podklad pro následné nátěry. Před čištěním plamenem musí být odstraněny tlusté vrstvy rzi oklepáním.

Tab. 4: Stupně očištění povrchu oceli ručním mechanizovaným čištěním [14]

Označení stupně očištění povrchu	Charakteristika očištěného povrchu
St 2	Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu nezjistí přítomnost olejů, mastnot a nečistot včetně nepřilnavých vrstev okují, rzi, nátěrů a cizích látek
St 3	Odpovídá stupni St 2, ale čištění musí být mnohem důkladnější a povrch musí vykazovat kovový odstín daný podkladem

Tab. 5: Stupně očištění povrchu oceli plamenem [14]

Označení stupně očištění povrchu	Charakteristika očištěného povrchu
Fl	Při prohlídce bez zvětšení musí být povrch prostý okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Všechny zbytky se mohou projevat pouze jako změna barevného odstínu povrchu (stíny rozličných barev)

## Tryskání

Tryskání je operace vytváření změn stavu a struktury povrchu materiálů kinetickou energií tryskacího prostředku, který je vrhán pod určitým úhlem a z určité vzdálenosti na upravovaný povrch.

Tryskací prostředek je nástroj, který má charakter pevné látky nebo její směsi se vzduchem či vodou. Přeměnou kinetické energie na práci dochází při tryskání obecně k odstranění nečistot, vrchní vrstvy materiálu a k deformacím v povrchové vrstvě materiálu.

K jak velkému ovlivnění materiálu dochází konkrétně u jednotlivých způsobů tryskání je dáno následujícími faktory:

Kinetickou energií tryskacích prostředků, jejich

- rychlostí
- hmotností

Plochou na kterou tryskací prostředek působí, jejich

- tvar
- rozměr

Vlastnostmi tryskacího prostředku

Charakteristikami otryskávaného materiálu

Pracovními parametry tryskání

Během vývoje tryskání vznikly dvě hlavní varianty, které se liší způsobem urychlování tryskacích prostředků:

- pneumatické
- mechanické

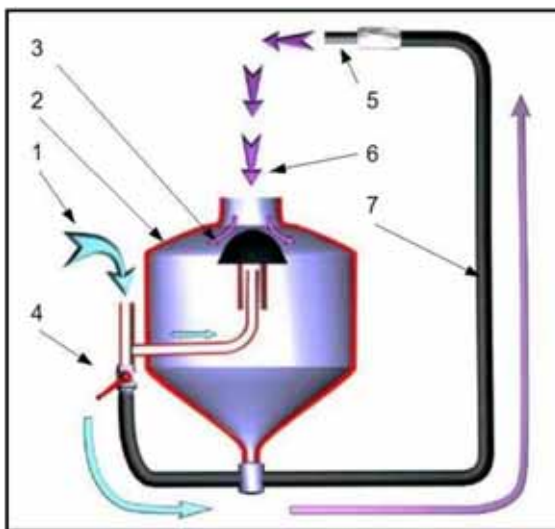
Pneumatické tryskání

Při tomto způsobu tryskání se využívá vysoká výtoková rychlost stlačeného vzduchu tryskou, přičemž se do proudícího vzduchu přivádí tryskací prostředek.

Podle způsobu práce a konstrukce lze pneumatické tryskání rozdělit do dvou skupin:

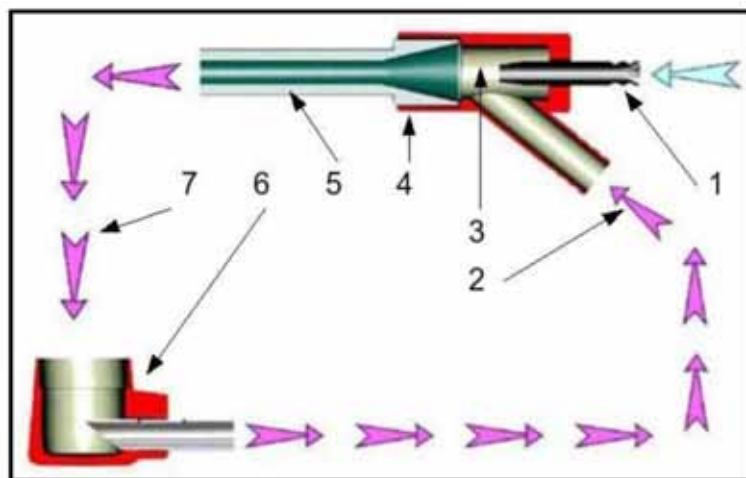
- a) tlakový způsob (obr. 1)
- b) sací způsob (obr. 2)

Ad a) Tryskací prostředek se odebírá z tlakové nádoby, v jejíž spodní části je vytvořena směšovací komora s regulačními orgány, do níž tryskací prostředek padá a je částečně urychlován proudícím vzduchem. Částečně urychlený prostředek se vede hadicí do vlastní trysky relativně malého průřezu. Při expanzi vzduchu z trysky nastává konečné urychlení tryskacího prostředku, který je vrhán na předmět. Nevýhodou tohoto způsobu je poměrná složitost zařízení a přerušování práce, aby se tlaková nádoba mohla naplnit tryskacím prostředkem. Vždy po vytryskání obsahu tlakové nádoby je nutno uzavřít přívod stlačeného vzduchu do tryskače a naplnit nádobu novým prostředkem, což se u moderních strojů děje zcela automaticky a průběžně. Výhodou je lepší využití energie stlačeného vzduchu než u sacího způsobu.



**Obr. 1:** Princip tlakovzdušného tryskání: 1 - přívod stlačeného vzduchu, 2 - tlaková nádoba – směšovací komora, 3 - tlakový uzávěr, 4 – regulační prvek, 5 – tryska, 6 – přívod tryskacího prostředku, 7 – přívodní hadice tryskací směsi do pracovního prostoru [28]

Ad b) Tato metoda je založena na základě vzniku podtlaku vyvolaného proudícím vzduchem. Zařízení má beztlakovou nádobu, která je hadicí spojena s tryskací pistolí. Ta je připojena na zdroj stlačeného vzduchu. Vlastní tryskací pistole se skládá z primární vzduchové trysky, kterou proudí stlačený vzduch do směřovací komory, v níž díky tomuto proudění vzniká podtlak. Jeho působením je do směšovacího prostoru nasáván přírodní hadicí tryskací prostředek, který je urychlován v pracovní trysce a z ní je pak vrhán na tryskaný povrch. Výhodou této metody je nepřerušovaný cyklus práce a jednoduchá konstrukce zařízení.



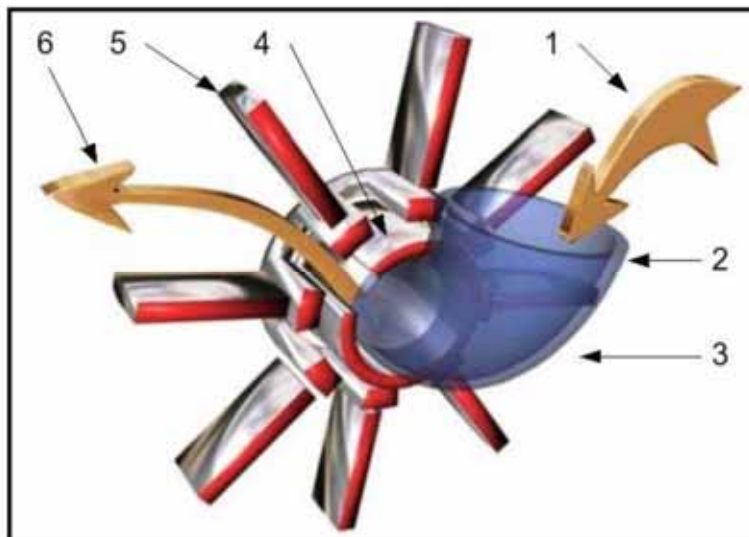
**Obr. 2:** Princip sacího - injektorového tryskání: 1 – přívod tlakového vzduchu, 2 – přívod tryskacího prostředku, 3 – směšovací komora, 4 – tryskací pistole, 5 – tryska, 6 – směšovač, 7 – přívod tryskacího prostředku ze zásobníku [28]

## Mechanické tryskání

V tomto případě se tryskací prostředek urychluje lopatkami metací jednotky, resp. metacího kola.

Nazývá se také tryskání metacím kolem a jde o nejvýkonnější způsob tryskání, jehož principem je přívod tryskacího prostředku na vnitřní okraj (kořen) lopatky metacího kola (obr. 3). Rychlým otáčením metacího kola vzniká odstředivá síla, jež odvádí zrna tryskacího prostředku k vnějšímu okraji lopatky, kterou pak zrna opouštějí rychlostí, která se součtem obvodové a odstředivé rychlosti.

Oproti pneumatickému tryskání zde není tryska, která by usměrňovala paprsek abraziva do konkrétního bodu. Abrazivo je směřováno do pracovního prostoru tryskače natočením metací jednotky její otevřenou stranou do požadovaného směru. Toto se děje při seřizování tzv. horké stopy natočením okénka přidělovače z vnější strany metací jednotky. Horká stopa je účinná zóna tryskání, kde se koncentruje dopad největší části zrn tryskacího prostředku a má tvar podlouhlého oválu.



**Obr. 3:** Princip mechanického tryskání metacím kolem, na obrázku: 1 – přívod tryskacího prostředku, 2 – násypka, 3 – koleno, 4 – přidělovač, 5 - metací kolo s lopatkami, 6 – výstup urychleného tryskacího prostředku do pracovního prostoru [28]

## Tryskací prostředky

Volba tryskacího prostředku má zásadní vliv na výsledné požadované vlastnosti povrchu (čistota, struktura, deformace). Správná volba zároveň ovlivňuje životnost tryskacích zařízení a jejich efektivní využití.

Velmi široký sortiment tryskacích prostředků vyžaduje pro jejich optimální volbu znalost jejich vlastností a možných aplikací.

**Rozdělení tryskacích prostředků**

Podle tvaru tryskacího prostředku na:

- ostrohranné (drtě)
- oblé (granuláty)

Podle materiálu tryskacího prostředku na:

- kovové
- nekovové

Podle původu tryskacího prostředku na:

- přírodní
- syntetické

**Kovové tryskací prostředky**

- ocelový granulát
- ocelová drť
- litinový granulát
- litinová drť
- nerezový granulát
- nerezová drť
- granulát z neželezných kovů (mosazi, zinku, atd.)
- sekaný drát
- směsi typu granit (speciální směsi ocelové drtě a granulátu)

**Nekovové tryskací prostředky**

**Syntetické:**

- umělý korund bílý  $Al_2O_3$
- umělý korund hnědý  $Al_2O_3$
- karbid křemíku SiC
- balotina (skleněné mikrokuličky)
- drcené sklo
- strusky (uhelné, měděné, ocelářské, aj.)
- plastové abrazivo
- keramické abrazivo
- abrazivo na bázi jedlé sody
- suchý led

**Přírodní:**

- křemičitý písek
- olivínový písek
- granát
- přírodní korund
- ilmenit
- zirkon
- staurolit
- drcený vápenec
- drcené pecky
- drcené ořechové skořápky
- drcené ulity mořských korýšů

Z přehledu základních vlastností vybraných tryskacích prostředků (tab. 6) jsou patrné nejdůležitější parametry. Z těchto vlastností vyplývají pak jejich aplikační možnosti. U vybraných tryskacích prostředků jsou přehledně zpracovány jejich možnosti nevhodnějších aplikací (tab. 7).

Tab. 6: Základní vlastnosti vybraných tryskacích prostředků

abrazivo	specifická hmotnost [kg.dm <sup>-3</sup> ]	objemová hmotnost [kg.l <sup>-1</sup> ]	tvrdost	zrnitost [mm]	tvár zrna	životnost [cyklů]
ocelový granulát S	7,0–7,7	3,75	40-53 HRC	0,125-4,750	oblý	1000-2000
ocelová drť GH	7,0–7,7	3,4	64-69 HRC	0,045-2,800	ostrohr.	150-300
ocelová drť GL	7,0–7,7	3,4	54-59 HRC	0,045-2,800	ostrohr.	500-1000
ocelová drť GP	7,0–7,7	3,4	45-52 HRC	0,045-2,800	ostrohr.	1000-2000
litinový granulát K	7,3	-	740-850 HV 60-64 HRC	0,400-8,000	oblý	100-200
litinová drť L	7,3	-	740-850 HV	0,090-4,500	ostrohr.	100-200
sekaný drát	-	-	344-366 HV1	0,000-2,000	ostrohr. (oblý)	8000-10000
nerezový granulát	7,0	4,4-4,6	20-37 HRC	0,045-4,000	oblý	
hliníkový granulát	1,3	-	30-80 HV 0,015	0,200-3,000	oblý	
mosazný granulát	3,4	-	150-220 HV 0,050	0,300-0,800	oblý	
zinkový granulát	3,3	-	30-80 HV 0,015	0,200-3,000	oblý	
balotina	2,45-2,55	1,4-1,5	48-50 HRC 6-7 Mohs	0,110-0,850	oblý	5-50
drcené sklo	-	1,25	6 Mohs	0,150-2,000	ostrohr.	
keramika	3,85	2,30	50-56 HRC 700 HV1	0,150-1,180	oblý ostrohr.	60
bílý korund	3,9-4,1	1,48-1,68	9 Mohs	0,053-5,600	ostrohr.	25-50
hnědý korund	3,9-4,1	1,50-2,01	9 Mohs	0,000-2,800	ostrohr.	
karbid křemíku	3,21	0,42-1,50	9,5 Mohs	0,002-2,000	ostrohr.	
plast	1,15-1,52	0,50-0,85	3-4 Mohs	0,150-2,360	oblý ostrohr.	30
granát	3,9-4,1	2,16-2,40	7-8 Mohs	0,090-1,700		
staurolit	3,7-3,8	2,08-2,28	7-7,5 Mohs	-	ostrohr.	
olivín	3,2-3,4	-	6-7 Mohs	-	ostrohr.	
křemičitý písek	2,6	-	7 Mohs	0,100-5,000	ostrohr.	
struska uhelná	2,51	1,44	6-8 Mohs	0,000-2,000	ostrohr.	
struska měděná	3,81	2,16	7 Mohs	1,500-5,000	ostrohr.	
struska niklová	-	1,76	7 Mohs	2,200-5,000	ostrohr.	
drcený ořech	1,2-1,4	0,35-1,19	2,5-3 Mohs	0,150-2,390	ostrohr.	5-50



Tab. 7: Aplikační možnosti vybraných tryskacích prostředků [15]

Aplikace	ocelová drť	korund	ocelové kuličky	balotina	plast	keramické kuličky	organika
Odstranění lepidel					■		
Příprava před eloxováním		■		■		■	
Matování povrchu				■		■	
Renovace artefaktů					■		■
Příprava před lepením	■	■					
Odstranění karbonů					■		■
Čištění odlitků	■		■				
Příprava před pogumováním	■	■					
Čištění kompozitů					■		
Odstranění betonu	■						
Odstranění korozí	■	■	■	■		■	
Estetické úpravy		■	■	■		■	
Odstranění otřepů		■		■		■	
Odstranění výronků					■		■
Běžné čištění	■	■	■				
Dekorace skla		■				■	
Odstranění skořepin		■					
Odstranění lehké koroze				■	■		
Čištění forem pro tlakové lití				■	■	■	■
Odstranění barev	■	■			■		■
Předúprava před nátěry	■	■	■				
Rovnění a tvarování kuličkováním			■	■		■	
Strojní údržba	■	■	■	■		■	
Předúprava před metalizací	■	■					
Předúprava před galv. pokovením				■		■	
Čištění před a po svařování	■	■		■		■	
Čištění světelných přístřevacích drah							■
Odstranění okují	■	■	■	■		■	
Shot peening (zpevnování povrchu)			■	■		■	
Zhutňování povrchu (odplyňování)			■	■		■	
Povrchové tvarování	■	■	■	■		■	
Čištění turbín							■
Čištění povrchu dřeva		■					

**Optimalizace tryskání**

Za vztahu pro výpočet kinetické energie  $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

$E_k$  – kinetická energie [J]

$m$  – hmotnost [kg]

$v$  – rychlost [ $m \cdot s^{-1}$ ]

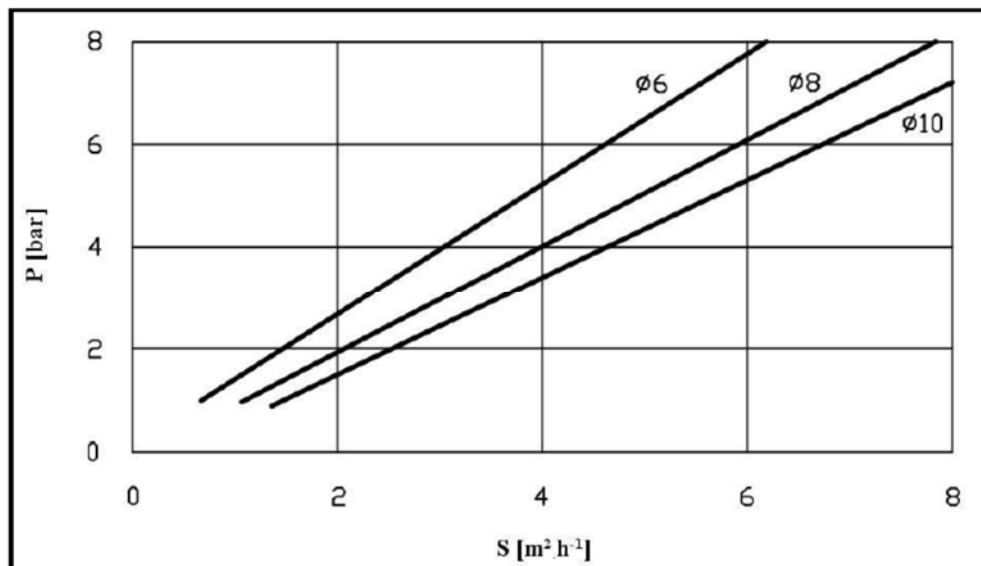
vyplývá, že energie tryskacího prostředku závisí lineárně na jeho hmotnosti a kvadraticky na jeho rychlosti.

Dosahovaný čistící účinek neboli úběr a ovlivnění tryskaného materiálu závisí tedy na optimální volbě tryskacího prostředku a parametrů tryskacích zařízení.

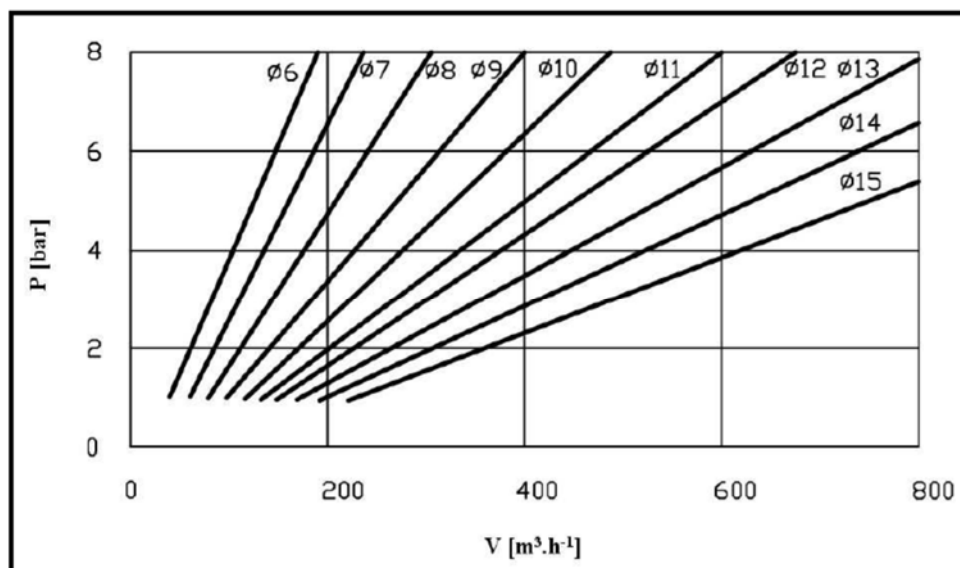
Vztah pro výpočet kinetické energie vysvětluje proč při použití stejného tryskacího prostředku je nejméně výkonný sací tryskač, tlakovzdušný je výkonnější a nejvýkonnější je tryskač s metacími jednotkami. Sací tryskač neudělí tryskacímu prostředku takovou rychlost jako tlakovzdušný, resp. metací kolo. U metacího kola dosahuje tryskací prostředek rychlosti 80 až 110  $m \cdot s^{-1}$ , oproti cca 40 až 60  $m \cdot s^{-1}$  u pneumatických tryskačů. Tryskací stroje s metacími jednotkami jsou 10 až 30 krát výkonnější než pneumatická zařízení, přičemž jsou energeticky 5 až 10 krát úspornější. Porovnáme-li tlakový způsob, u pneumatického tryskání, se sacím je zde výkonost u tlakového 3x větší při nižší energetické náročnosti. Investiční nároky na pořízení zařízení jsou u složitějších a náročnějších zařízení však vyšší. Pro ilustraci kinetická energie zrna o průměru 0,8 mm a hmotnosti  $m = 0,002$  g při rychlosti  $v = 80$   $m \cdot s^{-1}$  bude  $E_k = 0,000002 \cdot 80^2 / 2 = 6,4 \cdot 10^{-3}$  J, při uvažování velmi malé dopadové plochy, může měrný tlak dosahovat až 700 MPa, což vysvětluje účinnost tryskání, resp. kvalitativní, ale i degradační vlivy na tryskaný materiál.

Optimalizace procesu tryskání spočívá tedy obecně především ve vhodné volbě hmotnosti, rychlosti a tvaru tryskacího prostředku. Následně musí volba tryskacího prostředku akceptovat další požadavky na proces tryskání, resp. jeho vhodnost pro požadované aplikace.

Pro optimalizaci provozu pneumatických tryskacích zařízení je důležitá především správná volba tlaku vzduchu a průměru trysky. Se vzrůstající hodnotou obou parametrů roste výkon tryskání (ale také spotřeba stlačeného vzduchu). Na grafu (obr. 4) je zobrazena závislost plošného výkonu tryskání na pracovním tlaku vzduchu a průměru trysky. Další graf (obr. 5) zobrazuje množství spotřebovaného vzduchu v závislosti na pracovním tlaku vzduchu a průměru trysky. Zhodnocením obou grafů lze dospět k závěru, že spotřeba stlačeného vzduchu se vzrůstajícím průměrem trysky roste rychleji než výkon. Toto tvrzení potvrzují i zkušenosti z praxe. Pro každou trysku lze nastavit optimální hodnoty tryskání, při kterých podává tryska nejlepší výkon, ale zároveň spotřeba stlačeného vzduchu je na přijatelné úrovni.



Obr. 4: Závislost plošného výkonu tryskání  $S$  na tlaku a průměru trysky [16]



Obr. 5: Závislost množství spotřebovaného vzduchu  $V$  na tlaku a průměru trysky [16]

Při optimalizaci práce mechanického tryskání, respektive metacích zařízení je potřebné si uvědomit, že vzhledem k vysoké výkonnosti těchto zařízení jsou určeny zejména pro práce velkého objemu, jako je čištění odlitků, výkovek, svařenců, nebo opracování hutních polotovarů (profilový hutní materiál, silné plechy a pásy).

Vysoká výkonnost u mechanického tryskání je patrná z hodnot vytryskaného (urychleného) množství abraziva za jednotku času. Dle velikosti a konstrukce metacích zařízení je to průměrně 1,6 až 16 kg.s<sup>-1</sup>, oproti cca 0,5 až 1 kg.s<sup>-1</sup> u pneumatického tryskání.

Důležitou skutečností, resp. omezením při volbě tryskacího prostředku je omezené užití ostrohranného materiálu souvisejícího s životností těchto zařízení. Nezbytně nutná je u moderních metacích zařízení možnost regulace otáček metacích jednotek i stopy a tedy účinku dopadu tryskacího prostředku. Zároveň je u těchto zařízení pro kontrolu jejich správné funkce důležitá možnost sledování výkonu resp. odebraného elektrického proudu. Při větším počtu metacích jednotek je důležité, aby se nepřekrývaly stopy tryskání a případně se výhodně využívalo i odrazu tryskacího prostředku.

Abychom dosáhli požadovaných parametrů tryskání, musí se pro zvolený tryskací stroj a druh tryskacího prostředku nastavit optimální parametry tryskání, které představují:

**a) pro pneumatické tryskání**

- tlak stlačeného vzduchu
- velikost tryskacího prostředku
- velikost a tvar výstupní trysky
- vzdálenost tryskaného předmětu od trysky
- úhel dopadu paprsku na povrch tryskaného předmětu

- rychlost pohybu trysky

**b) pro tryskání metacími koly**

- množství abraziva vstupující do metacího kola
- změna otáček kola
- velikost tryskacího prostředku
- rychlost pohybu tryskaného předmětu (rychlost válečkové dráhy, rychlost otáčení závěsu nebo stolu)
- vzdálenost a úhel dopadu proudu abraziva z metací jednotky

Změnou výše uvedených parametrů můžeme dosáhnout různých kombinací pozitivních účinků abraziva na povrch, tzn. změnu čistoty, změnu struktury, změnu výkonu tryskání a ovlivnit i negativní účinky tryskání např. deformace tryskaného předmětu.

### Seznam použité literatury:

- [1] VRBATA, F. *Optimalizace pneumatického tryskání*, Diplomová práce, ČVUT, 1987
- [2] URBAN, J. *Technologie tryskání*, Diplomová práce, ČVUT, 1999
- [3] KREIBICH, V. *Strojírenské materiály a povrchové úpravy*, ČVUT, Praha, 1987
- [4] PORKAT, J.; KRÁL, J. *Tlakovzdušné tryskání při čištění odlitků*, Brno, 1980
- [5] BRŮŽEK, J. *Technologie tryskání, výrobní zařízení*, Diplomová práce, ČVUT, Praha 2008
- [6] SUCHÁNEK J.; KUKLÍK V.; ZDRAVECKÁ E., J. *Abrazivní opotřebení materiálu*, Praha, 2007
- [7] JANČA, L. *Tryskání zvlhčeným abrazivem*, Průmyslové spektrum MM, č.2008/4
- [8] ČUMPELÍK, J. *Tryskání suchým ledem*, Průmyslové spektrum MM č.2006/4
- [9] NEUWIRTH, J. *Nová generace metacích kol pro otryskávání*, Průmyslové spektrum MM č.2002/5
- [10] KOS, P. *Technologie tryskání, tryskací prostředky*, Diplomová práce, ČVUT, Praha 2008
- [11] ČERNÁ, V. *Technologie Sponge-Jet*, Průmyslové spektrum MM č.2001/6
- [12] ABUŠINOV, A. *Tryskací zařízení*, Průmyslové spektrum MM č.2001/5
- [13] KREIBICH, V.; KUDLÁČEK, J. *Tryskání suchým ledem*, Povrcháři, č.1/2007
- [14] KUBÁTOVÁ, H.; HEŘT, M. *Česká státní norma ČSN ISO 8501-1*, ČSN, 1998
- [15] S.A.F. PRAHA, spol. s.r.o., [www.saf.cz](http://www.saf.cz), webová prezentace
- [16] PÍŠEK, F.; PLEŠINGER, A. *Slévárnství II - Speciální část*, SNTL, Praha, 1975
- [17] SPOLMONT, spol. s.r.o., [www.spolmont.cz](http://www.spolmont.cz), webová prezentace
- [18] KOVO STANĚK, spol. s.r.o., [www.kovostanek.cz](http://www.kovostanek.cz), webová prezentace
- [19] DSTS, spol. s.r.o., [www.dsts.cz](http://www.dsts.cz), webová prezentace
- [20] ELNA, spol. s.r.o., [www.elna-renovace.cz](http://www.elna-renovace.cz), webová prezentace
- [21] HANSEN, spol. s.r.o., [www.hansen.cz](http://www.hansen.cz), webová prezentace
- [22] SUGINO MACHINE LIMITED, spol. s.r.o., [www.sugino.cz](http://www.sugino.cz), webová prezentace
- [23] WHEELBRATOR GROUP, spol. s.r.o., [www.wheelbratorgroup.cz](http://www.wheelbratorgroup.cz), webová prezentace
- [24] HW SERVER, spol. s.r.o., [www.hw.cz](http://www.hw.cz), webová prezentace
- [25] WIKIPEDIA, [www.wikipedia.cz](http://www.wikipedia.cz), webová prezentace
- [26] SLAVATA TRADE, spol. s.r.o., [www.slavata.cz](http://www.slavata.cz), webová prezentace
- [27] SPONGE-JET INC., spol. s.r.o., [www.spongejet.com](http://www.spongejet.com), webová prezentace
- [28] 1. TOUŠENSKÁ, spol. s.r.o., [www.1tousenska.cz](http://www.1tousenska.cz), webová prezentace
- [29] SEDLÁČEK, A. *Mechanické úpravy povrchu – tryskání*. Praha 19. 3. 2007

## Nová ionizační vzduchová pistole CleanFlex firmy Simco-ION

Jiří Lonský - LONTECH – surface treatment, s.r.o.



Ionizační vzduchové pistole se používají pro eliminaci elektrostatického náboje a ruční čištění povrchů různých předmětů před dalšími povrchovými úpravami např. jako je lakování, potiskování nebo před finální montáží složitějších výrobků např. jako jsou automobilová světla, přístroje pro optiku, farmacie, atd., kde není žádoucí kontaminace prachem nebo jinými nečistotami.

Firma Simco-ION je největší světový výrobce antistatických zařízení a již v současném sortimentu má několik typů ionizačních pistolí. Avšak neustálý vývoj a zvyšující se požadavky zákazníků si vynutili vývoj kompletně nové ionizační vzduchové pistole CleanFlex.

Hlavním znakem nové pistole je vestavěný zdroj vysokého napětí pro ionizaci, který je však extrémně miniaturizovaný takže váha pistole (0,3 kg) umožňuje pohodlnou činnost během celé pracovní směny.

Dalšími vlastnostmi této pistole je ergonomická konstrukce pro snadné uchopení a ovládání spouště celou rukou bez nutnosti vyvinutí nadměrné síly. Přesné nasměrování pistole umožňuje nastavitelná přední část v rozsahu 70°. Pistoli lze také používat zavěšenou na balancérku jako „pull down“ pro ofuk dílů zeshora.



**SIMCO ION**<sup>TM</sup>  
An ITW Company

Přestože je výstupní ofukovací síla větší než stávající typy pistolí došlo díky konstrukci výstupní vyfukovací trysky ke snížení spotřeby stlačeného vzduchu i hluku.

### Hlavní aplikace této nové ionizační vzduchové pistole budou:

- Automobilový průmysl (před lakováním plastů, finální montáže)
- Elektronika (čištění dílů s PCB)
- Polygrafie (čištění před ink jetem, sítotiskem, tampónovým tiskem)
- Výroba dílů pro optiku, farmacie, lékařství, potravinářský průmysl, atd.

Záruka na toto zařízení je neobvyklých 48 měsíců.

Zákazníci mají možnost si zařízení před zakoupením vyzkoušet.

## KDO JE ROZSOUDÍ IIII.

Ing. Josef Ježek – JEVAN, Ledec nad Sázavou

**Génius, prorok, blázen.** To jsou jasná synonyma. **Géniové**, díky svému postižení, bývají v očích ostatních blázni, protože ti jim nerozumí. Nechápu, o čem přemýšlejí a proč se takovými věcmi vůbec zabývají. **Proroci** vidí dál než průměrní jedinci populace a varují před zhýralostí stávající společnosti. Proto si většina lidí klepe na čelo s tím, že jim asi hráblo, že se zbláznili. **Blázni** jsou ti nejmoudřejší, a svoji roli hrají zodpovědně. Ostatní jim shovívavě pokývají se slovy, že „určitě mají pravdu“.

Vzpomínám si na roky studií, kdy jsem psal diplomovou práci. Poněvadž jsem vždycky byl slabej v jazycích, sháněl jsem gramotné techniky, kteří by mi přeložili pár odborných článků. To byl ovšem problém. V tu dobu moje sestra pracovala jako zdravotní sestra na Psychiatrické léčebně v Bohnicích. Když jsem se jí svěřil se svým problémem, řekla mi, že se zeptá jednoho inženýra, který byl v té době v její péči. Řekl, že pomůže, ale s jednou podmínkou. Ptal jsem se, o co by šlo. Že prý by potřeboval cca 50 kg čistého křemičitého písku. V své beznadějně situaci jsem slíbil, že беру. On odvedl práci, a teď bylo na mě, plnit slib, platit. Poslal mi z konspiračních důvodů na papírku jen polovinu elektronického plánu (schéma) zařízení, které umožňovalo být neviditelný. Ačkoliv elektronice vůbec nerozumím, zdálo se mi, že v zapojení nejsou úplné nesmysly.

Až tehdy jsem si uvědomil, že ten člověk není blázen, jenom já stál před nelehkým úkolem, propašovat do léčebny v hlubokých kapsách kalhot a saka tak velký objem čistého křemičitého písku. Po pár pokusech jsem to vzdal. Hrozilo totiž nebezpečí, že vrátnému, a následně primáři či řediteli, jen těžko vysvětlím, proč nosím do ústavu písek. Uplynulo třicet let, a já četl ve fundovaném odborném časopise článek o tom, jak se stát neviditelným. Jako Rumburak si obléknete dlouhý plášť, jehož povrch je vytvořený z nějakých krystalů, které odráží dopadající světelné paprsky do strany, do boku. Ten plášť a člověka v něm oblečeného nevidíte, protože optický klam je dokonalý. Jak to však dopadlo s panem inženýrem, to se už nikdy nedozvím.

**Nikola Tesla, génius, prorok a blázen** v jedné osobě. Zapletl se s elektřinou, indukci, přenosem informací na dálku bez drátů. Dost často se dnes objevuje ve sci-fi literatuře a filmech. Snažil se navázat kontakt s mimozemskými civilizacemi. Byl přesvědčen v jejich existenci a snažil se rozklíčovat radiové signály přicházející z vesmíru. Nakonec došel k závěru, že už s nimi komunikuje.

Pyramidologové hodně pracují s blíže neurčenými energiemi, které vycházejí z hladkých pyramid, nebo jsou jimi pohlcovány a transformovány. Současné fyzikální paradigma stojí a padá na teorii, že rychlost světla  $c$  je nepřekročitelná. Že by mohlo existovat něco ještě „subtilnější“ než je foton se nedovoluje ani pomyslet. O myšlenkách se hovoří jako o jisté mozkové synapsi. Rychlost myšlenky je možná nějaká, nevím však, zda měřitelná. Jakým „směrem“ se šíří a jestli se ohýbá v silném gravitačním poli jako foton, asi nikdo zatím nezkoumal. Že pyramidy ovlivnily a nadále ovlivňují lidské myšlení, o tom není pochyb. Pokud někomu pyramidální „placebo“ pomáhá k regeneraci těla a myslí, potom jenom dobře. Není v tom chemie, a přitom velmi silná (duševní) droga.

**Trocha teorie na začátek.** Prostor kolem našich hlav má rozměr  $4\pi$  sr (steradiánů), což značí, že se rozprostírá do všech světa stran. Pokud se chceme v něm nějak orientovat, potom musíme zavést **orientační systém**, nejlépe ten nejjednodušší, s nejmenším počtem tzv. „souřadných os“. Ten, který mám na mysli, se prakticky nepoužívá, ale vystačíme v něm se **čtyřmi souřadnicemi** (třeba **w; x; y; z**), z nichž určíme jednoznačně polohu bodu od počátku systému (třeba naší hlavy) kamkoliv. Nejedná se o Sever, Jih, Východ, Západ, rovinné souřadnicové osy se vzájemnými rovinnými úhly  $\pi/2$  nebo  $\pi$  ( $90^\circ$  nebo  $180^\circ$ ), ale o prostorové souřadnicové osy se vzájemnými rovinnými úhly  $109,5^\circ$ . Roviny tvořené třemi souřadnými osami tohoto systému vytknou právě jednu čtvrtinu celého trojrozměrného prostoru, která má hodnotu  $\pi$  sr.

Pokud by vrcholový úhel Cheopsovy pyramidy byl právě  $\pi/2$  sr, pak by byl jednou osminou celého trojrozměrného prostoru, čili měrkou či „metrem“ tohoto prostoru. Mohli bychom v něm měřit některé prostorové fyzikální veličiny. Které to mohou být? Například elektrické pole, gravitační pole a další pole. Fyzici se dohodli, že budou mluvit pouze o čtyřech fyzikálních interakcích, které se v námi pozorovaném světě objevují. Nejraději by našli nějaký společný základ, ale zatím se nedaří. Nadějná byla v určitou dobu „teorie strun“. **Čtyři** výchozí **interakce** jsou: **Silná jaderná, Slabá jaderná, Elektromagnetická, Gravitační**. Zdržel bych se u posledních dvou jmenovaných. Elektromagneticky se projevuje například částice světla nazvaná „**foton**“. Jak jsme se dohodli, jde o chomáček energie, který se za pohybu prostorem příčně (napříč vzhledem k dráze pohybu) vlní. **Je to** prostě živá **střela**.

Jiný projev elektromagnetismu pozorujeme za relativního klidu nositele elektrického náboje, kterým je **elektron**. A tady objevujeme určitou podobnost mezi touto interakcí a gravitací. O gravitaci víme pouze to, že se jedná o projev lásky mezi objekty hmotnostní podstaty. **Čím více podstaty, tím více lásky**. Tuto lásku měříme silovým působením. Fyzici už delší dobu hledají něco, co by toto působení zprostředkovalo. Zkoušejí to přes sdílení částic, které nazývají „**gravitony**“. Inspirovali se asi **Maxwellem** a jeho popisem elektromagnetismu. Když za mého mládí si staří kantoři dovolovali mluvit ještě o fyzikálním (světelném) éteru, tak jsem si gravitační působení představoval jako určitou tenzi (napjatost) v něm, vyvolanou přítomností hmotných těles. Když byl z moci úřední éter zrušen a nahrazen křivostí časoprostoru, tak se vlastně nic nestalo. Důlky ve zdeformovaném časoprostoru lákají golfové míčky, aby se do nich kutálely. Pokud nemají zrovna nic jiného na práci (někam letět), tak do nich padají. Napadá mne, že pokud by toto působení měla zprostředkovat nějaká částice (třeba zmíněný graviton), že by nemusela nikam letět jako foton, ale že by se jednalo o energetickou **dávku** prostorové **vlny**, tentokrát ovšem podélného vlnění. To značí, že by dávka energie nebyla směrová, ale šířila by se po kulových plochách od zdroje (vřídla, zářiče, hmotnosti).

S podélným vlněním se setkáváme každý den u hmotných projevů prostředí, jako jsou plyny, kapaliny i pevné látky. Na kapalinách pozorujeme příčné vlnění na jejich hranicích, povrchových hladinách. I vlny na biči mají zdroj v podélné vlně jeho materiálu. Měsíc nevláčí hmotu vody ve vlnách na moři, ale gravitačně ji přitahuje, zvedá k sobě. Gravitační vlny tedy mohou být celistvým násobkem jednotkové dávky energie pro podélné vlnění časoprostoru, aniž by jako foton někam energie cestovala. Orientace pyramid směrem od severu k jihu je, kromě služby orientovat se v Gíze, možná i záměr, jak chytat elektromagnetické vlny zemského magnetismu. Jejich tvar z hladkých krycích vápencových desek lze vnímat jako „světelný hranol“ pro sledování jejich lomu (vzhůru i dovnitř) s proměnlivou vlnovou délkou na vápencovém dielektriku. Nakonec i pravouhlé provedení nejspodnější vrstvy by mohlo nahradit (díky obrovské hmotnosti - mase kameniva) nákladné měřicí podzemní zařízení – moderní lapač gravitonů, připevněním laserových vyslačů ve zvolené výšce na páru ortogonálních hran.

Silové gravitační působení se projevuje zákonem, který je shodný pro vzájemné silové působení **dvou elektrických nábojů** (mohutností) v relativním klidu (elektrostatice), nebo magnetickém silovém působení (magnetostatice). Tento zákon říká, že interakce (silové působení dané součinem mohutností) dvou hmotností, dvou nábojů nebo dvou magnetických pólů, slábne se čtvercem jejich odlehlosti. **Mohutnosti** všech těchto účastníků interakce značíme obecným **symbolem M**. Potom silové působení **F** má podobu níže uvedenou s tím, že **K** představuje konkrétní **Konstantu prostředí** a **R** odlehlost jejich těžišť.

$$F = K \cdot M_1 \cdot M_2 / R^2$$

A nyní se **můžeme vrátit k pyramidám**. Jestliže odlehlost jejich hladin od singulárního bodu (čtyřmocného bodu pyramidionu) označíme **písmenem R**, potom intenzita „působící energie“ vycházející ze singularity slábne s číslem hladiny **H**. Změna je v tom, že část kulové plochy o poloměru křivosti **R** je nahradíme čtvercovou hladinou pyramidy. Pokud bude mít pyramida tvar poloviny pravidelného osmistěnu, potom její výšku **H** označíme za jednotkovou, přičemž je rovna právě poloměru kulové plochy **R (H = R)**. Prostorový úhel  $\omega$  představuje jednu osminu celého trojrozměrného prostoru ( $4\pi$ ), neboli  $\pi/2$ . Povrch vrchlíku na kulové ploše o poloměru **R** je tedy  $P = \pi R^2/2$  a plocha čtvercové základny pyramidy o výšce **H** je  $P = 2H^2$ . Tato **pyramida** se tak stává **transformátorem tvaru** dvou shodných plošností. Rovinné a kulovité. Plochy základny pyramidy představuje číslo  $2H^2$ , plocha základny pyramidionu (**H=1**) je pak měřítkem (jednotkou, metrem) ubývající měrné energie **E (E/2H<sup>2</sup>)**.

**Starí Egypťané** několik století zkoumali účinky těchto staveb na myšlení lidí, kteří se s nimi potkávali, a snažili se je pochopit. To proto, že nám zanechali konkrétní duchovní dědictví, nacházející se v kolmých řezech vedených na výšku pyramidy. Těm objektům se říká „**posvátné tabulky**“. Je to tak silný zážitek pro přemýšlivé lidi, že je do svých posvátných textů zahrnula většina dávných civilizací a jejich mystických odnoží. Najdete je v učení židovské „**kabaly**“, muslimských svatých knihách, babylonských spiscích, a samozřejmě ve starořecké a římské matematické literatuře. A vždy pak **ve spojení s kosmem**, nebeskými objekty. Posvátné tabulky představují hladiny (řezy) hladkou pyramidou s jednotkovým odstupem, nebo obraz jednotlivých stupínků stupňovitých pyramid. Tím je řečeno, že se jedná o čtvercové objekty, do nichž se vypisují tajemné symboly s obsahem mohutností podle pravidel.

Z výše napsaného víme, že plocha takto vedených řezů roste s druhou mocí čísla hladiny (řezu **H**). Jestliže prvním řezem vznikne základna pyramidionu, pak druhým její čtyřnásobná plocha, třetím řezem devítinásobná plocha základny pyramidionu, atd. Tyto plochy dělíme na odpovídající počet shodných čtvercových polí (**1; 4; 9; 16; 25; ...**), do nichž zapisujeme ony symboly mohutnosti nebo přibývajících (rostoucích) času. Snahou člověka vždy bylo nalezení stability a rovnováhy ve svých životech, v duších. A zde se naskytla příležitost k **nalezení věčného klidu**. K němu dojdeme tak, že ve všech směrech bytí nacházíme úměrnost stavu, ve kterém se právě nacházíme. U posvátných tabulek je ta symetrie dokonalá. Ve všech liniích (přímostech) **čtyř základních směrů** jsou zapsány mohutnosti tak, že jejich součet je shodný (konstantní). Takovou rovnováhu je možné nastavit poprvé až u třetí pyramidální hladiny (**H=3**). Počet rovnovážných hladin není ničím omezen (**H→∞**).

Těmto obrazům dejme společné jméno „**Rovnovážné aritmetické objekty**“. Zopakujme, že ve všech sloupcích, řádcích i obou úhlopříčkách musí v součtu být shodná mohutnost. Posvátné tabulky sestavovali Egypťané velebněji na důkaz toho, že pochopili věčnost, zákony a vědění bohů, sídlících na pohyblivých nebeských světlech. **Vystačili se sedmi prvními (H = 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9)**, jako dnů do týdne, a pouze se základními (přirozenými) mohutnostmi. Od každé tabulky s číslem **H** lze sestavit nekonečný počet podob (variací) této tabulky, s použitím jakéhokoliv racionálního čísla. Nejobtížnější bylo sestavení posvátné tabulky **6x6** (stupňovitá Džosérova pyramida), přiřazené **Slunci** (Atonovi) v geocentrickém systému, nebo **Zemi** (Gé) v systému heliocentrickém. Tato dvě kosmická tělesa jsou pro člověka ta nejdůležitější, a proto sestavení přiřazené tabulky ho musí trochu potrápít. Neexistuje jednoduchý algoritmus pro její sestavení, jako pro těch šest ostatních. Pro tuto tabulku musíme nejprve „**nechat vyrůst planou podnož**“ a na ní následně roubovat čtyři plodící větve.

Závěrem chci upozornit na jednu zajímavost, kterou se egyptologové možná netrápí, pyramidologové by ale měli. Čtvrtá dynastie faraonů začíná u největšího stavitele „pravých“ (hladkých) pyramid. Postavil (přestavěl) nebo rozestavěl kolem šesti různých pyramid. Vládl 35 let a jmenoval se **Snofru**. V Dahšúru postavil tzv. jižní pyramidu (základna 188, výška 105, ve 45 metrech se zlomem stěn). Poté severní pyramidu z růžového vápence zvanou červená či netopyří, místními zvanou „**V září se zjevuje Snofru**“. Tyto pyramidy nepřipomínají uložště mrtvol, protože neobsahují ani sarkofágy. V tropech mohli pyramidy sloužit také jako zdroje (kondenzátory) vody ze vzdušné vlhkosti. Jeho syn **Chufu** (Cheops) postavil první ze starověkých divů světa (vládl 23 let), největší pravou pyramidu v Gíze. Druhou největší hned vedle jeho syn (vnuk Snofrua) **Rachef** (Chefren), jenž vládl 26 let. Jeho syn (pravuk Snofrua), **Menkauré**, vládl 28 let a postavil nejmenší pyramidu ze tří velkých v Gíze. Možná je ani tito faraonové nepostavili, pouze zrekonstruovali.

Pyramidologové se zaměřili na rozmístění těchto pyramid v Gíze a spatřují v něm obrazy nebeských souhvězdí. Mezi rozložením pyramid v Dahšúru zase spolu s Černou pyramidou spatřují pravouhelný trojúhelník. Proč ne, možné je vše. Možná se jedná i o náhodu. **Snofru** však naznačil, že **dostal instrukce ke stavbě přímo od bohů**. A to je potřeba zdůraznit. **Kult smrti** tak silně akcentovaný ve starém Egyptě často **spojujeme s nesmrtností bohů a jejich dětí, faraonů**. Nesmrtelná však měla být **idea první „pravé pyramidy“**, která díky různým, nám zcela neobjasněným, okolnostem nemohla být uskutečněna. Proto se bohové od lidí odvrátili s tím, že se jednou vrátí, až budou lidé duchovně zdatnější. Badatelé prý naměřili úhel sklonu stěn spodní části lomené pyramidy k základně v hodnotě **54°27' 44"**. Tak přesnou hodnotu jsem nečekal. Odpovídá úhlu téměř dokonalé poloviny Cleopatry, **pravidelného osmistěnu (54°45')**.

Svázanost Cleopatry s **Caesarem** (polyedrem zvaným krychle) spočívá v tom, že jedna jeho šestina má **tvar pyramidy** o výšce rovné polovině délky základny. Z toho okamžitě plyne, že stěny těchto pyramid se základnou svírají polovinu pravého úhlu ( $\pi/4$ ). Protilehlé hrany vycházející z vrcholů svírají spolu úhel **109,5°**. Základnová hrana s hranou plášťovou, tvořící trojúhelníkovou stěnu pyramidy, spolu svírají úhel poloviční, **54,75°**. Úhel hran při vrcholu **70,5°**.

Ruský autor **Vladimír Babanin** je přesvědčen, že pyramidy v Gíze mají pozemšťanům připomínat „**stavební parametry vody**“, **bez níž život nikde v našem vesmíru není možný**. Souhlasím! **Molekulu vody (H<sub>2</sub>O)** tvoří dva atomy vodíku (**H<sub>2</sub>**) a jeden atom kyslíku (**O**). **V krystalickém stavu vody** je **prý úhel** spojnic dvou jader vodíku s kyslíkem roven úhlu mezi stěnami Cleopatry, **109,5°**. Je to náhoda? **Stabilita molekuly** je dána plným obsazením **valenční sféry** (elektronového obalu), tedy osmi elektrony. Model obalu tak představují vrcholy krychle. Dva protilehlé v těžce stěně (**H – H**) vůči jádru molekuly spolu svírají ostře sledovaný úhel **109,5°**. Ten se nachází také **mezi osami** nejmenšího pravidelného orientačního systému (**tetrasystému**). Jeho zobrazení má podobu **symbolu vody** (molekul) a života staré **Mezopotámie**. V současnosti jej užívají bojovníci za mír – **pacifisté**. Voda je největší **zázrak, jaký kdy člověk poznal**.

## Odborné vzdělávání

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, stříkáčské 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)

*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](mailto: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  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  a  $\text{Ni}^{2+}$ .
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

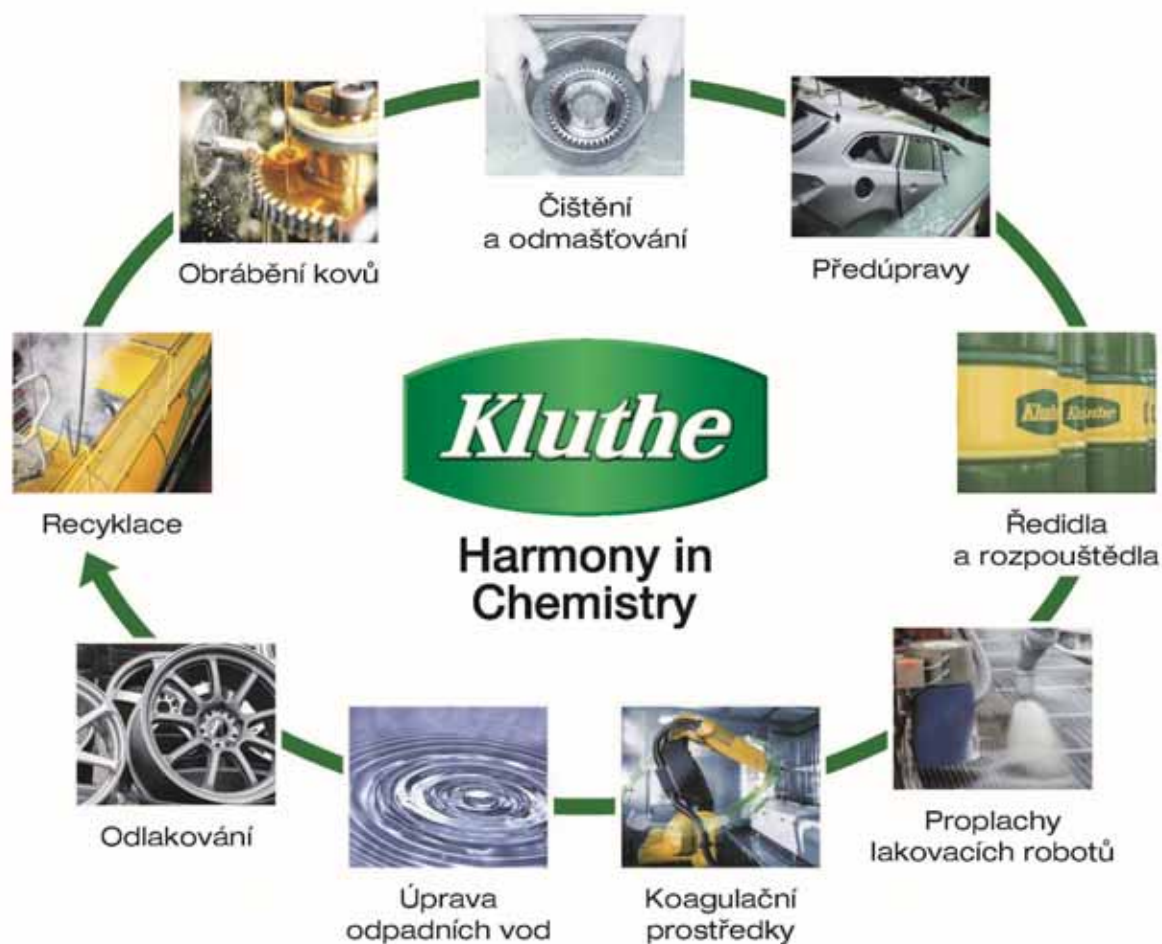
1. Koncentrované odpadní vody s obsahem závadných látek větším než cca 20 g.l<sup>-1</sup>. Vznikají při vypouštění galvanických a chemických lázní, když se jejich obsah vyměňuje. Výměna lázní se provádí po dohodě s obsluhou zneškodňovací stanice podle předem dohodnutého časového plánu. Výměna galvanických 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>. 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](mailto: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.

## Reklamy

## 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)



*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](http://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 – Mistrůn

Mail: [marketa.luzova@amonismetall.cz](mailto:marketa.luzova@amonismetall.cz)

Tel.: +420 739 474 220

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



## Kontakty:

Office: Vladimírská 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](mailto:info@jstechnology.cz)  
[jiri.simicek@gmail.com](mailto: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, SO<sub>2</sub>, 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 efektivnosti investic



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

Těšíme se na spolupráci s Vámi!

**FILTRAČNÍ PATRONY**  
prádkové lakovny  
brusírny  
POLYESTER  
PAINT STOP

**PODLAHOVÉ FILTRY**  
PTFE  
mokré lakovny

**KAPSOVÉ FILTRY**  
dělení plazmou

**FILTRAČNÍ KAZETY**  
svařovny

**KOMPAKTNÍ FILTRY**  
tryskače  
vzduchotechnika

**STROPNÍ FILTRY**  
CELLULOSE

**BEST FILTER**

[www.bestfilter.club](http://www.bestfilter.club)



## TECHNOLOGIE VYSOKOTLAKÉHO VODNÍHO PAPRSKU WOMA®

S VYSOKÝM TLAKEM PRO VÁŠ ÚSPĚCH.

**KÄRCHER spol. s r.o.,**  
Modletice 141, 251 01  
Zdeněk Jonák - specialista pro prodej zařízení WOMA  
E-mail: [zdenek.jonak@karcher.cz](mailto:zdenek.jonak@karcher.cz)  
Telefon: 00420 727 944 525



Asociace českých  
a slovenských zinkoven



Komenského most v Jaroměři  
vítěz Czech and Slovak Galvanizing Award 2018  
(foto: Tomáš Vojtěšek)

## Žárové zinkování zaručuje:

- dlouhodobou životnost povlaku
- výbornou mechanickou odolnost
- nízkou pořizovací cenu úpravy
- vysokou rychlost aplikace bez dodatečných úprav
- dokonalé pokovení dutin a hran
- katodickou ochranu
- dobrý kovový vzhled povlaku
- po aplikaci okamžitou možnost montáže
- dobrou přilnavost povlaku
- snadnou kontrolu kvality pokovení
- šetrnost k životnímu prostředí
- v kombinaci s nátěrovým systémem životnost až 100 let (duplexní systém)



EN ISO 1461

### ASOCIACE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH ZINKOVEN, z. s.

Na Burni 1497/39, 710 00 Ostrava – Slezská Ostrava

Tel.: +420 596 110 783, fax: +420 960 596 110 783, mobil: +420 602 690 089

e-mail: info@acsz.cz • [www.acsz.cz](http://www.acsz.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. Jiří Kuchař, tel: 720108375

Ing. Zdeněk Hazdra

Ing. Jan Kudláček, Ph.D., tel: 605868932

### 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

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, ČVUT v Praze, Fakulta strojní

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)