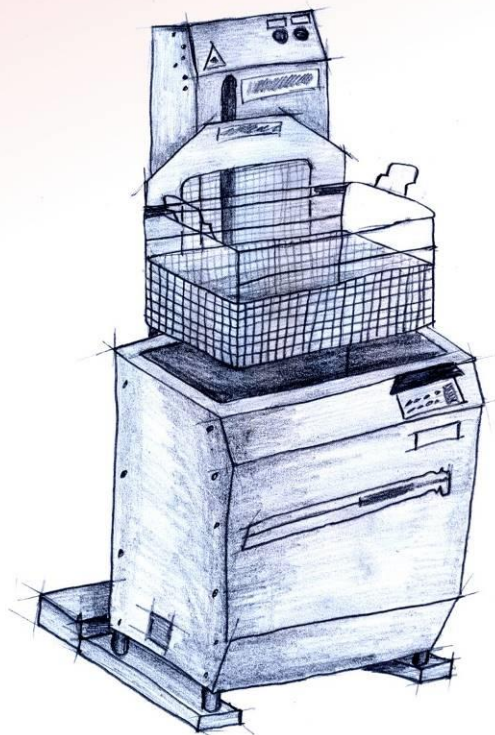


**Povrchové úpravy**  
**Koroze**  
**Kvalita**  
**Legislativa**  
**Ekologie**  
**Kultura**  
**Inzerce**



## Slovo úvodem

### Vážení povrcháři,

zdravíme všechny v novém roce a při ohlédnutí zároveň zdravíme všichni ten rok úspěšně minulý. To bylo spěchu a stejně to zase vyšlo jen na těch 365 dnů (a kousek). Nikdo naštěstí nenaplánoval žádnou větší melu, ani Velkou ani Světovou. Stačí, když si někdy ušetříme vzájemně dobře míněné i mířené rady, ať místní či globální.

Máme ale zase letos novou možnost se polepšit. Tak si to slibme vzájemně a hlavně i každý za sebe. Třeba kouzelnému dědečkovi slovy Miloše Kopeckého: „Já už budu hodný, dědečku!“

V tomto fungl novém roce se totiž někteří zase nezdraví, nechápu a nesnáší. „Lidé“ - ti se většinou zdraví, píší, kreslí a mluví slušně, neprovokují a nestírlí hlavně do těch druhých. „Lidé“ - si váží toho, že mají kde žít a práci a děti a sousedy a vůbec.

Tak „Lidé“ -, všechno dobré v tom novém i povrchářském roce 2015.

Za Povrcháře přejí Vaši

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

## Certifikace pracovníků v oblasti koroze a protikorozi ochrany

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

Odborná úroveň osob vykonávající dozоровé a inspekční činnosti v oboru koroze a protikorozi ochrany má přímý vliv na životnost a bezpečnost strojů zařízení. Způsobilost pracovníků v tomto oboru může být prokazována akreditovanou kvalifikací a certifikací podle standardu APC Std-401 „Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozi ochrany“, který vyhovuje požadavkům normy ENV 12387.

Certifikovaní pracovníci musí mít teoretické a praktické znalosti v rozsahu, ve kterém provádějí činnost při navrhování a projekcích protikorozi opatření a dále při inspekčních, hodnocení rizik a provádění nápravných opatření.

**Korozi dozor** představuje především:

- inspekce a dohled na zařízení při provozu a odstávkách hlavně z hlediska korozi napadení
- plánování a zabezpečování inspekci a interpretace výsledků inspekci
- předpovědi dalšího vývoje korozi napadení a životnosti zařízení
- navrhování a realizace protikorozi opatření

Pro certifikaci korozního personálu se vyžaduje splnění požadavků dostatečné praxe v oboru koroze a protikorozi ochrany, doloženého školení ve schváleném školicím středisku, úspěšné složení kvalifikační zkoušky ve schváleném zkušebním středisku a fyzické (tj. zrakové) způsobilosti.

#### Kvalifikační a certifikační stupně korozního personálu

Stupeň	Název kvalifikace	Zkratka	Počet hodin školení
1	Korozní technik	KTK	40
2	Korozní technolog se specifickým zaměřením na Korozi a volbu materiálů Ochranné povlaky/povrchové úpravy	KTG KTG/M KTG/C	80
3	Korozní inženýr	KI	120

#### Stručný popis pravomocí a odpovědností pracovníků jednotlivých kvalifikačních stupňů

**Korozní technik** je pracovník korozního dozoru se zkušenostmi v určité oblasti koroze a protikorozi ochrany. Je schopen provádět práce podle stanovených postupů samostatně nebo pod dohledem korozního technologa nebo korozního inženýra.

**Korozní technolog** (Paint inspector level A or B podle ENV 12387) je zkušený a erudovaný pracovník v oboru koroze a protikorozi ochrany s odbornými znalostmi ve specifických oblastech koroze. Je schopen na vysoké úrovni provádět dozorové práce i návrhové a projekční činnosti, včetně navrhování plánu inspekce.

**Korozní inženýr** je velmi zkušený pracovník v oboru koroze a protikorozi ochrany s vysokými teoretickými a praktickými znalostmi a manažerskými schopnostmi, který dokáže vykonávat práce ve všech specifických zaměřeních koroze a protikorozi ochrany na nejvyšší úrovni.

Zájemci o získání kvalifikace korozního inženýra mohou absolvovat dvou semestrový kurz pořádaný v rámci celoživotního vzdělávání Ústavem strojírenské technologie na strojní fakultě ČVUT (celkem 120 hodin). Kurz je určen jak pro zájemce s ukončeným vysokoškolským vzděláním, tak i pro absolventy středních škol s patřičnou praxí. Kurz je ukončen kvalifikační zkouškou podle standardu APC Std - 401 a získáním certifikátu korozního inženýra. Kurz probíhá formou celkem deseti dvoudenních soustředění na ČVUT v Praze 6 - Dejvicích. Pro rok 2015 bude nový dvou semestrový běh tohoto studia zahájen již 24. 2. 2015.

## Použití fluoropolymerových povlaků ve strojírenství

Ing. Vratislav Hlaváček, CSc., SVÚM a.s. Čelákovice

### Úvod

Povlaky na strojních součástech mohou podstatně zlepšit či změnit jejich vlastnosti jako celku. Jedním druhem z těchto povlaků jsou povlaky fluoropolymerové, jejichž hlavním představitelem je PTFE (polytetrafluorethylen) pod obchodními názvy jako Teflon, Fluon, Hostafion, Algoflon aj.

### Vlastnosti a použití fluoropolymerových povlaků

PTFE  $[-CF_2-CF_2-]_n$  se vyznačuje vysokou molekulovou hmotností, obsahuje pouze atomy uhlíku a fluoru s vysokou pevností vazby, což určuje jeho charakteristické vlastnosti. Jedná se o chemicky vysoce odolný polymer s vysokým stupněm krystalinity. Lze jej použít v teplotním rozsahu (-200 až +260) °C. Má však některé nepříznivé mechanické vlastnosti, což značně omezuje jeho uplatnění v čistém stavu. Zlepšení jeho vlastností se dosahuje kombinací s práškovými plnidly (prášky kovů, grafit,  $MoS_2$  aj.) Má značný sklon ke studenému toku při zatížení. Je silně antiadhezivní, má nízký koeficient tření, nevyskytuje se u něj žádný „stick-slip“ jev.

Vzhledem k jeho velké tepelné a chemické odolnosti se obtížně zpracovává, nelze užít technologie běžné u termoplastů, ale používají se metody připomínající práškovou metalurgii nebo zpracování keramiky (slisování za studena a následné slisování za zvýšené teploty). Sliovaný a vychlazený polytetrafluorethylen je mléčně bílá neprůhledná termoplastická látka. Je naprosto nepolární, s vynikajícími elektroizolačními vlastnostmi až do velmi vysokých kmitočtů a vysokých teplot.

Další fluoropolymery jsou např. FEP, PFA, MFA, ETFE, ECTFE a PVDF. Nemají tak výborné vlastnosti jako PTFE, jsou však lépe zpracovatelné. Jejich přesné označení včetně obchodních názvů je uvedeno v následujícím přehledu:

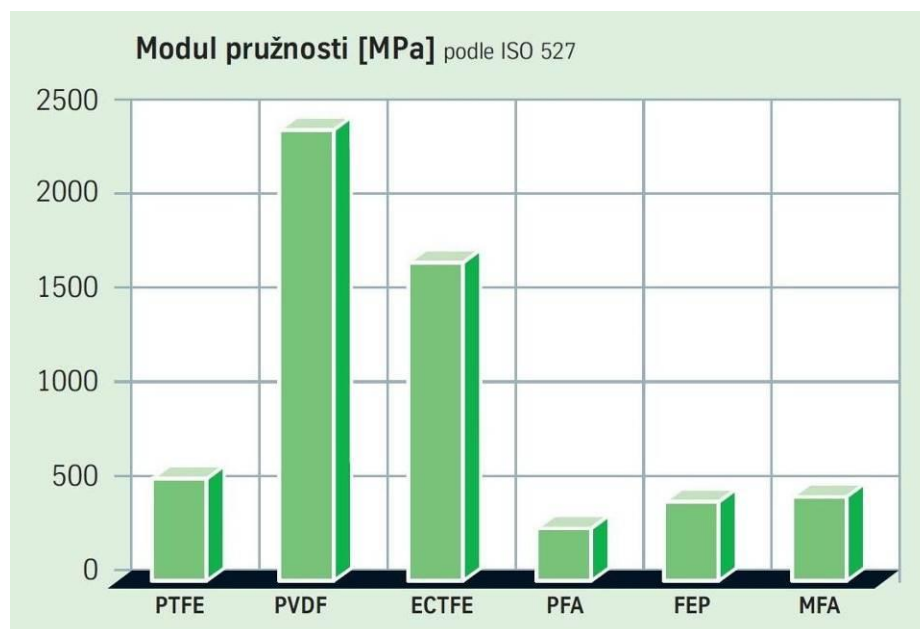
- PTFE - Polytetrafluorethylene (Teflon)
- FEP - Fluorinated Ethylene Propylene (Xylan)
- PFA - Perfluoralkoxy (Hyflon)
- MFA - Modified Perfluoralkoxy (Hyflon)
- ETFE - Ethylene Tetrafluorethylene (Tefzel)
- ECTFE - Ethylene Chlorotrifluorethylene (Halar)
- PVDF - Polyvinylidenedifluoride (Solef)

Tab. 1 Porovnání fyzikálně - mechanických vlastností fluoropolymerů [3]

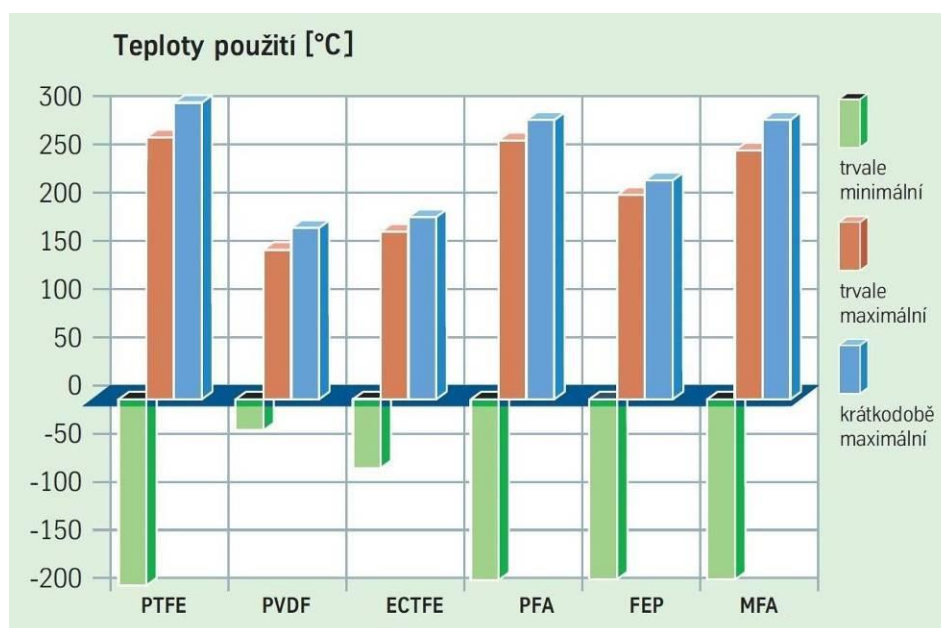
Fyzikálně - mechanické vlastnosti	PTFE	PVDF	ECTFE	PFA	FEP	MFA
Tvrdość	+	++	++	+	+	+
Pevnosť v tahu	++	+++	+++	++	+	++
Protážení při přetržení	++	+	++	+++	+++	+++
Odolnosť vůči chemikáliím	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Sklon k tečení	+++	+	+	++	++	++
Teplota pro trvalé použití	+++	++	++	+++	++	+++
Třířsková obrobiteľnosť	++	++	++	+	+	+

+++ = vysoký stupeň, ++ = střední stupeň, + = nízký stupeň

Porovnání fyzikálně - mechanických vlastností fluoropolymerů je uvedeno v tab. 1. Porovnání modulů pružnosti je uvedeno ve sloupcovém diagramu na obr. 1, teploty použití fluoropolymerů a jejich porovnání jsou uvedeny na obr. 2.



Obr. 1 Porovnání modulů pružnosti fluoropolymerů [3]



Obr. 2 Teploty použití fluoropolymerů [3]

Použití povlaků z PTFE a dalších fluoropolymerů vyplývá z jejich výše uvedených výjimečných vlastností. Tyto povlaky po nanesení na podklad se zpracovávají - vytvrzují v pecích v rozsahu teplot (150 - 400) °C podle jejich druhu. Použití povlaků je tedy omezeno i teplotními vlastnostmi materiálů podkladů, jako jsou např. nízkotavitelné kovy, pryž.

Hlavními výrobci a dodavateli materiálů (disperzí a prášků) pro nanášení fluoropolymerových povlaků jsou společnosti DuPont, Whitford, Solvay Solexis.

Fluoropolymerový povlak typicky v disperzní formě se skládá v zásadě ze čtyř základních složek [4]:

- 1) **Pojivo** je tvořeno syntetickou pryskyřicí, například polyuretanovou, která snáší požadované provozní podmínky a má potřebné chemické a mechanické vlastnosti. Pryskyřice vytváří skelet filmu a poskytuje potřebnou adhezi k podkladu.
- 2) Jako **lubrikant** se používají nejčastěji částičky fluoropolymerů v různé formě. Nejvýznamnější takový polymer je PTFE, který má nejnižší známý koeficient tření a extrémně nízké povrchové napětí. Mohou se ale použít i jiné typy lubrikantů, například  $\text{MoS}_2$ , zejména tam, kde je film vystaven vysokým tlakům.
- 3) **Aditiva a pomocné látky** jsou prostředky, které například zlepšují vzájemnou kompatibilitu složek disperze, snižují pěnovitost, mohou to být pigmenty, smáčedla a stabilizátory, nebo katalyzátory pro vytvrzování.
- 4) **Nosným médiem** jsou rozpouštědla a voda v případě vodných disperzí. Nosné medium umožňuje nanášení povlaku a zpracovatelnost běžnými technikami.

Fluoropolymerové povlaky patří k nejnáročnějším povrchovým úpravám a jejich hlavní aplikační oblasti lze zhruba rozdělit na čtyři hlavní oblasti [4]:

- 1) Povlak vytváří **suchý kluzný film** pevně zakotvený na povrchu součásti. Ukázkovou aplikací je povrchová úprava klecí dvouřadých soudečkových ložisek ZKL povlakem Whitford, která byla oceněna zlatou medailí na MSV v Brně v roce 2002. Film o tloušťce okolo 10  $\mu\text{m}$  funguje i v prostředí válců spalovacích motorů. Kluzný povlak musí mít mechanicky odolnou matici pryskyřice s rovnoměrně rozptýleným lubrikantem, což zaručuje neměnné vlastnosti během opotřebování povlaku.
- 2) Fluoropolymerovými povlaky lze vytvořit díky extrémně nízkému povrchovému napětí **výborné antiadhezní povrchy** využitelné jak pro přípravu potravin tak všude tam, kde je nutné pracovat s lepivými hmotami a zajistit třeba snadné čištění. Typickou aplikací je kromě zmiňovaných pánviček povrchová úprava forem na tváření plastů nebo pryže a přípravků v lakovnách, kdy nánosy barvy lze snadno odstranit bez velkého úsilí nebo dokonce poškození přípravku. Antiadhezní povlaky jsou dnes zpravidla dvou, tří i vícevrstvé a na rozdíl od kluzných aplikací je nutné docílit gradientu lubrikantu tak, aby na povrchu byla maximální koncentrace fluoropolymeru. Pro dosažení maximálního efektu je nutné zejména tyto laky vypálit při teplotách přes 400 °C.
- 3) Další aplikační oblast je **korozní ochrana** za obtížných provozních podmínek. V těchto formulacích se využívá vysoké chemické a termické odolnosti komponent povlaku a s výhodou se kombinuje odolnost s například kluznými vlastnostmi. Typická aplikace jsou povlaky na šroubové spoje, které jsou opakovaně rozebíratelné po dlouhé době v korozním prostředí. Lubrikace suchým filmem navíc eliminuje nutnost použít jiná mazadla, jako jsou oleje a vazelíny, nebo grafit. Proto lze takové úpravy doporučit i pro potravinářský průmysl.
- 4) **Chemická odolnost** fluoropolymerů, zejména tzv. PFA a FEP se využívá pro povrchové úpravy kovových dílů určených do agresivního prostředí. Mohou to být například topná tělesa pro galvanizační lázně. Povlaky řady Dykor mohou být nanášeny v tloušťkách 400 až 700  $\mu\text{m}$ , odolávají teplotám do 260 °C a většině známých chemikálií kromě tavenin alkálií nebo silných roztoků alkálií.

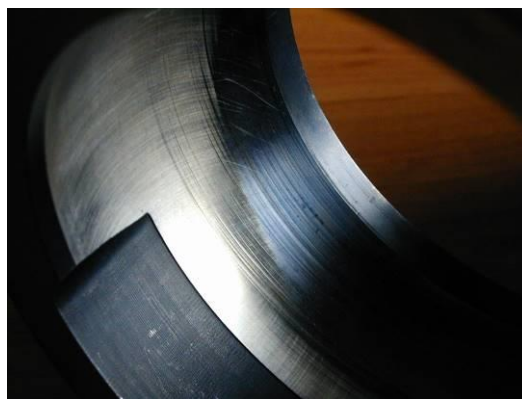
Oblast využití fluoropolymerových povlaků je nesmírně široká a stále se nacházejí nové aplikace od snadno čistitelných brýlových obrub až po díly motorů pro Formuli 1.

Ve strojírenských oborech našly povlaky z PTFE široké uplatnění. Jedná se zejména o automobilový a letecký průmysl, přístrojovou techniku, dále o potravinářské stroje a zařízení, obalovou techniku, polygrafické stroje, zařízení lakoven, stroje pro zpracování plastů a pryže a další zařízení chemického průmyslu, textilní stroje, ale i důlní stroje aj.

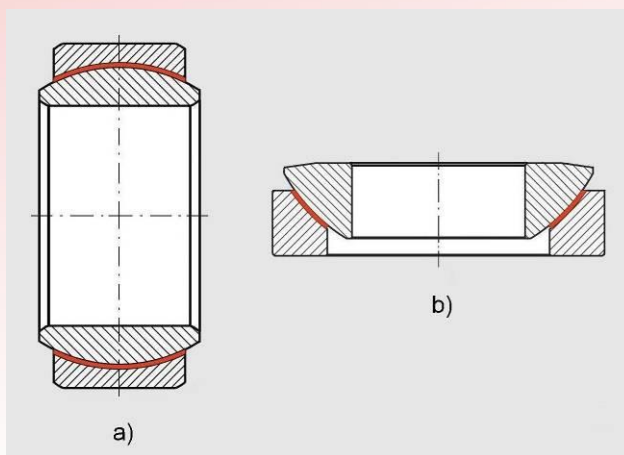
Jako příklad je uvedeno na obr. 3 použití povlaku z PTFE na ploše vnitřního kroužku kloubového ložiska v uložení převodovky na rotační peci [2].

Dalším příkladem je na obr. 4 použití fluoropolymerového kompozitního povlaku s nanočásticemi na funkčních plochách kroužků kloubových ložisek - a) radiálních, b) axiálních, označených tlustou čarou. Toto řešení umožňuje jejich bezúdržbový provoz [1].

Více příkladů bude uvedeno v přednášce na letošním mezinárodním semináři „Progressivní a netradiční technologie povrchových úprav“



Obr. 3 Vnitřní a vnější kroužek ložiska PLC 89-8 po provozu 10 000 hod. v uložení převodovky na rotační peci [2]



Obr. 4 Fluoropolymerový kompozitní povlak s nanočásticemi na funkčních plochách kroužků kloubových ložisek - a) radiálních, b) axiálních [1]

## Závěr

Příspěvek byl zpracován na základě dlouhodobých zkušeností autora a firemní literatury společností Whitford Plastics Ltd. a Feron Thysen Plastics, s.r.o. s cílem seznámit odbornou veřejnost s použitím fluoropolymerových povlaků ve strojírenství a v příbuzných oborech.

## Literatura

- [1] Hlaváček, V.: Kluzný kompozitní povlak obsahující nanočástice, MM Průmyslové spektrum, č. 4/2012, Odbor. příloha Technologie povrchových úprav, s.41
- [2] [http://www.povrchari.cz/kestazeni/200805\\_povrchari.pdf](http://www.povrchari.cz/kestazeni/200805_povrchari.pdf)
- [3] <http://www.feronathysen.cz/rubriky/prehled-sortimentu/pvdf/ - pvdf-letak.pdf>
- [4] <http://www.povrchovauprava.cz/uploads/assets/casopisy/pu-2006-07.pdf>

## Nové možnosti detekce čistoty povrchu metodou UV-VIS spektroskopie

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

Způsobů zjišťování zbytkového zamaštění existuje celá řada, metoda UV-VIS spektroskopie v sobě ale integruje výbornou kvantifikovatelnost a reprodukovatelnost výsledků, rychlost a především nedestruktivitu. Spolu s moderními výpočetními postupy a dostupností dotykové osobní elektroniky, metoda získává stále více na popularitě.

Na Fakultě strojní Českého vysokého učení technického - na Ústavu strojírenské technologie se již desátým rokem věnuje velká pozornost výzkumu detekce mastných látek metodou zjednodušené UV-VIS spektroskopie. Jedná se o ozařování povrchů kovů vysokoenergetickým UV zářením a sledování projevů fluorescence ve viditelném spektru.

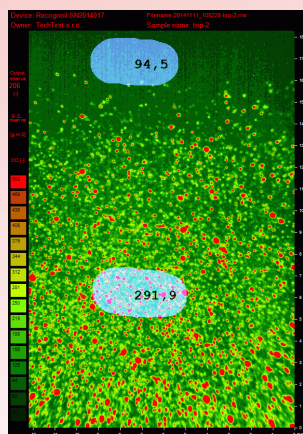
Metodu zjednodušené UV-VIS spektroskopie uvedla firma TechTest, s.r.o na trh pod obchodním názvem „Recognoil“. Toto zařízení bylo vyvíjeno ve spolupráci s Ústavem strojírenské technologie. Jedná se o zařízení připojitelné k tabletu, které po přiložení ke kovovému objektu provede fluorescenční analýzu povrchu a během několika sekund zobrazuje výsledky na displeji přenosného dotykového minipočítače. Nejedná se pouze o číselné výstupy, obsluha je informována o rozložení mastných látek formou obrazových dat. Lze tak v mnoha případech snadno a na první pohled odhalit příčinu nedokonalého odmaštění. Příklady výstupů obrazových dat pro ilustraci provází tento článek.

Zařízení na detekci čistoty „Recognoil“ mělo za úkol v první řadě odhalovat nedokonalosti odmašťovacího procesu před finální povrchovou úpravou. Přišlo se ale na to, že díky téměř neomezeným možnostem vyhodnocení dat lze detektor „učit“ stále novým aplikacím a dovednostem.



Obr. 1. Ruční detektor mastných nečistot Recognoil

Mezi aktuální témata patří například ověřování nanesení správné a rovnoměrné vrstvy mastné látky na povrch plechů. K tomuto účelu je zařízení provozováno nadnárodním dodavatelem lubrikačních kapalin pro strojírenství.

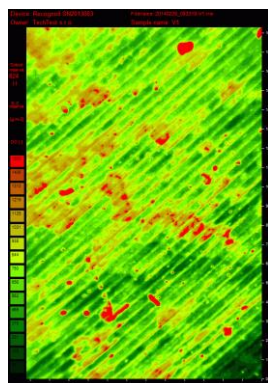


Nejnovější aplikací je ladění procesu nanášení velmi tenké vrstvy lubrikační olejové emulze na nerezové plechy před technologií tváření do jejich finální podoby – vnitřní části automatické myčky na nádobí. Společnost přechází na tzv. thin-film technologii z důvodů úspory objemu použitého oleje, což příznivě ovlivňuje ekologickou bilanci - po tváření již není zapotřebí tyto díly čistit – odmašťovat. Příliš tenká vrstva negativně ovlivňuje tvářecí procesy, zatímco příliš silná vrstva má za následek poruchy při následné technologii svařování.

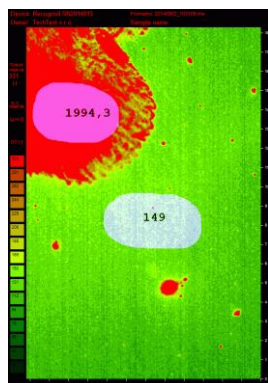
Obr. 2. Odhalení nenamazaného místa v horní části detekované plochy

Od poloviny roku 2014 byly prováděny testy fluorescenční metody detekce mastných látek ve dvou firmách, dodávajících součástky pro letecký průmysl. Jako názorný příklad citlivosti metody lze zmínit možnost pozorování nárůstu kontaminace na povrchu součásti po pouhé jemné manipulaci osobou vybavenou jen několika hodin starými bílými bavlněnými rukavicemi.

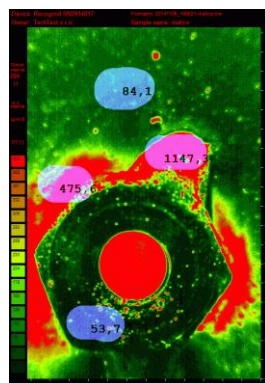
**Výběr obrazových výstupů z provedených testů:**



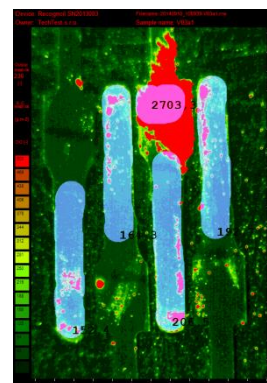
Obr. 3. Zbytky emulze po obrábění



Obr. 4. Jasný otisk prstu na čistém hliníkovém povrchu



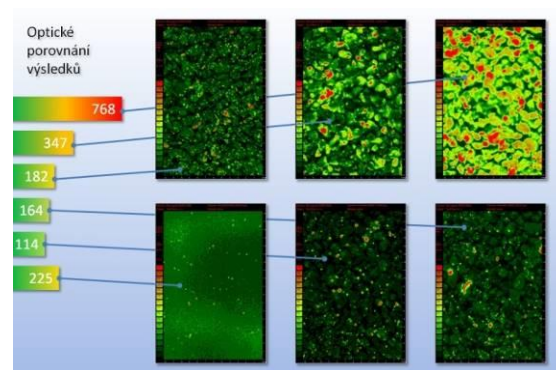
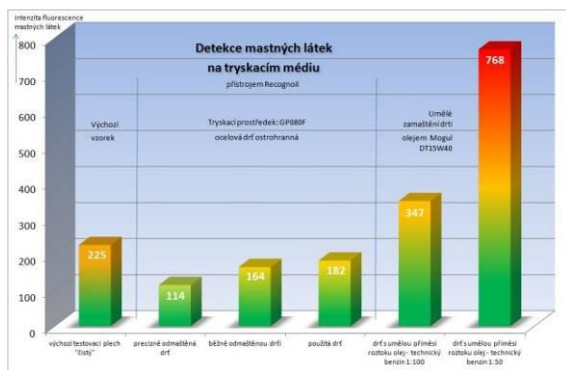
Obr. 5. Mastná residua v blízkosti přivařené matice



Obr. 6. Výskyt mastné látky na měděném kontaktu

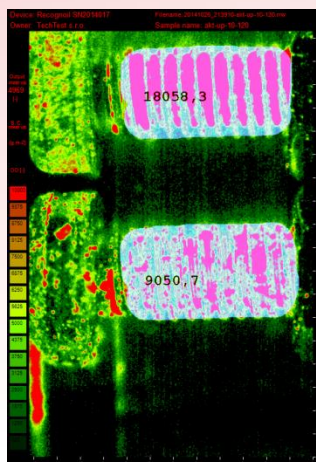
Poznanky v oblasti odmašťování hliníkových dílů přišly vhod při výzkumu vlivu oxidace a olejového znečištění na svařování hliníkových sestav trubek a nádob při výrobě klimatizací automobilů. Metoda UV-VIS spektroskopie pomáhá stanovit nejvhodnější způsob úpravy povrchu hliníkových součástí po procesu tažení, tedy nastavit správné parametry moření a pasivace, aby se minimalizoval nárůst vrstvy oxidů hliníku společně s výskytem mastných látek uzavřených blízko povrchu materiálu procesem tažení.

Další oblastí zájmu je sledování kvality tryskacích prostředků. Metoda UV-VIS spektroskopie lze přímo skenovat povrch vzorku tryskací drti a tak například v určitém časovém období kontrolovat stav čistoty tohoto tryskacího materiálu. Lze tím preventivně předejít tryskání celé šarže výrobků mastnou ocelovou drtí, která tyto nečistoty přenáší na povrch tryskaného předmětu a tím zhoršuje přilnavost finální povrchové úpravy.

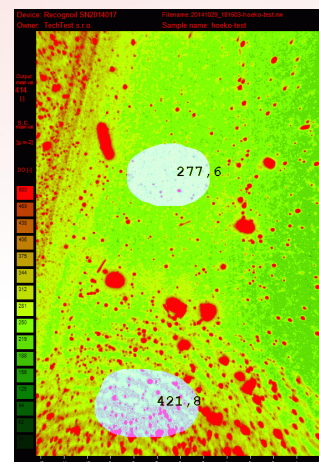


Obr. 7. Sledování kvality tryskacího prostředku

Ve stručnosti pro ilustraci stojí za zmínku aktuální testy v odvětví *automotive*, počínaje úspěšnou detekcí mastných nečistot na plastových součástech automobilového interiéru, na kontaktech řídicích jednotek nákladních automobilů před procesem ultrazvukového svařování, na hliníkových chladičích světelných LED diod před jejich přilepením. Dále byla objevena možnost kontroly správného nanesení parafinového lubrikantu na šrouby před jejich automatizovanou montáží do sestavy vstříkovací jednotky, atd.



**Obr. 8.**  
porovnání parafinové lubrikace šroubů



**Obr. 9.**  
detekce mastných látek na interiérovém plastu

Výčet možných aplikací tímto nekončí a každým dnem se rozšiřuje. Metoda UV-VIS spektroskopie úspěšně plní svůj cíl – např. zefektivnit postupy použití uhlovodíkových procesních kapalin. Přispívá tím k čistotě životního prostředí a napomáhá tak udržet kvalitu ve výrobních procesech při značných finančních úsporách.

Tento článek byl napsán ve spolupráci s firmou TechTest, s.r.o. a za podpory projektu SGS13/187/OHK2/3T/12.

## Vnitřní napětí při galvanickém pokovení

Ing. Michal Pakosta, doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. – Ústav strojírenské technologie, FS ČVUT v Praze

**Abstrakt:** Příspěvek se zabývá rozбором problematiky vnitřního napětí při galvanických procesech, ukázkou matematických simulací snímacího prvku pro měření vnitřního napětí přímo v galvanické lázni při vylučování silných vrstev. Toto nově navržené a vyrobené měřící zařízení (dilatometr) výrazně pomůže oboru galvanoplastiky při vytváření kvalitních galvan a zkvalitnění výroby silných vrstev.

V experimentální části je popsán návrh a poté zhotovení zařízení pro vylučování tlustých galvanických vrstev, včetně měření vnitřního napětí v galvanických povlacích.

**Klíčová slova:** Vnitřní napětí, galvanické pokovení, galvanická lázeň, galvanoplastika, anoda, katoda, nikl, galvanizér, elektrolyt.

## CO JE TO GALVANOPLASTIKA

Galvanoplastika je technologie pro výrobu tlustostěnných galvanicky vyloučených povlaků v rozmezí cca. 1 - 8 mm elektrolytickou cestou, model je připojený jako katoda. Je používána při výrobě forem, štočků, v gramofonovém, obuvnickém, plastikářském a tiskařském průmyslu. V muzejnictví se galvanoplastika prosazuje stále více při zhotovování drobnějších kopií potřebných ve více exemplářích, jako jsou mince, medaile, šperky, vojenská označení, apod. Dají se i zhotovit rozměrnější trojrozměrné plastiky zhotovené z několika dílů. Jedno z nejstarších využití galvanoplastiky, které je používáno dodnes, je tisková forma. Galvanoplastikou se také vyrábí ochrana před opotřebením originálu - například dřevořezů či tiskařských štočků, viz v dnešní době využití galvanoplastiky při výrobě tiskových matic bankovek. [1; 2; 4]

## PRINCIP GALVANOPLASTIKY

Galvanoplastikou zhotovujeme silné povlaky (skořepiny) tzv. galvana. [4] Požadavek na tyto skořepiny je takový, že musí být snadno oddělitelné od modelu, na kterém byly vyloučené. V galvanoplastice je model, na kterém se vytvoří galvano, zapojen jako katoda. [1; 5] Při galvanoplastice jsou kovové ionty elektrolytu převáděny elektrochemicky z anody na povrch modelu-katody, kde se ukládají jako atomy vyloučeného kovu. [4,]

Jakmile galvano dosáhne požadované tloušťky, tak je z lázně vyjmuto, a posléze je oddělena skořepina od modelu. Výhodou této technologie je to, že galvanoplastikou lze vytvářet přesné kopie struktury a povrchu (lidská kůže, dřevo, gramofonové desky). [3] Naopak nevýhodou je to, že při vytváření tlustých vrstev vzniká velké vnitřní napětí (vylučovaná vrstva poté může praskat a odlupovat se) a jako další nevýhoda je doba celého procesu (až v řádech dnů). Vnitřní napětí lze redukovat například volbou vhodné lázně, použitím vhodných přísad do elektrolytu, nastavením vhodné teploty, proudové hustoty a pH. [1; 4; 6; 7]

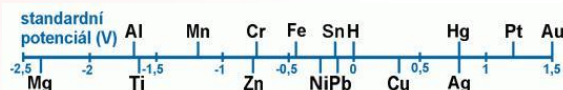
## Galvanoplastika Ni

Nikl je po mědi nejčastěji používaný kov pro galvanoplastiku [6], jelikož má velice dobré vlastnosti jako jsou pevnost, tažnost a korozní odolnost, vynikající kopírovací schopnost. Galvana vyrobená z niklu se dají velice dobře obrábět, pájet či svařovat. Použitím vhodných parametrů pro galvanický proces lze získat galvana s minimálním vnitřním napětím. Díky finální velké přesnosti se vyrábí například tzv. maskovací šablony, které jsou používány pro zakrytí svařovacích hran při napařování hliníku na tělesa zadních reflektorů, nebo pro částečné krytí předních automobilových reflektorů během jejich lakování. [10]

Tab. 1 Elektrochemické vlastnosti niklu [9, str. 179]

vzhled	stříbrolivý kov s nádechem do žluta se značnou tvrdostí
hustota [g·cm <sup>-3</sup> ]	8,9
relativní atomová hmotnost [-]	58,7
bod tání [°C]	1452
elektrochemický ekvivalent [gA·h <sup>-1</sup> ]	1,095
normální potenciál iontů [V]	-0,25

V elektrochemické řadě napětí leží nikl v oblasti záporných potenciálů, nalevo do vodíku, který má nulový potenciál a je brán jako základ. Nikl má standardní potenciál -0,250 V. [12] „Nikl se ve vodném roztoku jednoduchých solí rozpouští při velmi vysokém přepětí. Hodnoty přepětí těchto kovů patří k nejvyšším v řadě elektrolytických vylučitelných kovů, ustavují se pomalu a velmi závisí na teplotě, dokonalosti povrchu katody a na její úpravě před elektrolyzou.“ [11, str. 7]



Obr. 1 Elektrochemická řada napětí kovů [12]

## Reakce niklu při elektrolýze

U niklu se provádí jeho vylučování z vodných roztoků dvojmocných solí. Potenciál rovnice uvolňování niklu je negativnější než rovnovážný potenciál vodíku. A proto při tomto vylučování bude tedy nejprve docházet k uvolňování vodíku. [11; 12] „Zn. reakce bude probíhat v anodickém směru. Proto je nutné vložit na katodu dostatečně velké záporné přepětí, aby reakce mohly v katodickém směru probíhat. V soustavě tak probíhají dvě reakce - vylučování niklu a vylučování vodíku.“ [11.] Součtem proudů těchto dvou reakcí je dán celkový proud procházející elektrolytickým systémem.

## OBECNÉ POZNATKY O VNITŘNÍM NAPĚTÍ

Vnitřní napětí ve vylučovaných vrstvách vzniká ve všech případech elektrolytického pokovování. Snažíme se ho eliminovat nastavením vhodných parametrů používaných při elektrolytickém pokovení, jako jsou: teplota, proudová hustota, složení a čistota lázně, pH, pohybem katody či mícháním elektrolytu pomocí míchadel [1; 9; 14; 18]. Nejčastěji pomocí magnetických míchadel, probubláváním či přidáním ultrazvukového míchadla do nádře [15; 17]. Platí, že s klesající teplotou a rostoucí proudovou hustotou se snižuje velikost zrna a tím pádem se zvyšuje vnitřní napětí a snižuje houževnatost. [4] Toto napětí hodně ovlivňuje ochrannou účinnost povlaků, je příčinou praskání a odlupování povlaků - nesoudržnost vyloučené vrstvy se základním kovem, vzniku trhlin, puchýřů a deformaci (průhyb) výrobku u jednostranně pokovených částí. [13; 16] Vnitřní napětí se u různých galvanických povlaků liší.

Tab. 2 Přehled vnitřních napětí vybraných prvků [8]

Kov	Rh	Pd	Cr	Ni	Mn	Cu	Zn
Vnitřní napětí [MPa]	1372	686	549	412	294	147	-98

## PŘÍČINY VNITŘNÍHO NAPĚTÍ

Hlavní příčiny vzniku vnitřních napětí během elektrolytického pokovování jsou změny mřížkových parametrů materiálu vzorku. „Tyto změny jsou způsobeny tepelnými efekty v elektrické dvojvrstvě, uzavíráním cizích atomů v mřížce vylučovaného kovu, nerovnoměrným rozmístováním cizích částic v mřížce a po hranicích zrn s jejich následujícím přemístováním difúzí, srůstáním malých krystalových jedinců ve větší krystaly a tvorba chemických sloučenin kovu s příměsími doprovázená zvětšováním objemu. Protože velikost vnitřních napětí vznikajících při vylučování kovů za různých podmínek je velmi rozdílná, je zřejmé, že vnitřní napětí je citlivým ukazatelem strukturních změn i jiných procesů významných pro následující korozní děje.“ [8.]

Po vypnutí proudu klesne teplota vyloučeného povlaku a tím se zmenší i jeho objem. Zmenší se i difúze vodíku z povlaku, hlavně z jeho povrchových vrstev. U těžkovatitelných kovů jako jsou Ni, CO, Fe apod. nastává vždy zmenšování objemu povlaku, kdežto u lehkotavitelných, jako jsou Zn, Bi, Sn, Pb, Cd probíhá deformace vždy v opačném smyslu než při vylučování kovu. [8]

## Napětí prvního druhu

Napětí 1. druhu jsou označována jako makroprnutí, jež působí v celém objemu vzorku nebo jeho části, tedy ve velkém počtu krystalů. Tato napětí mají svůj původ v mikroskopických nebo makroskopických nehomogenitách. V mikroskopickém rozsahu mohou makroprnutí vycházet např. z hranic zrn, na kterých se přednostně vylučují cizí částice a kde jsou nahromaděny dislokace.

Napětí prvního druhu vznikají více nebo méně nepravidelným, zčásti anizotropním uspořádáním zmíněných mikroskopických růstových forem s jejich vrstvením a cizími vměstkami.

Tahové nebo tlakové napětí 1. druhu vzniká v galvanických povlacích. V důsledku vnitřního napětí (snaha povlaku o zvětšení nebo zmenšení objemu) vzniká při vytváření povlaků orientované působení výsledného namáhání v celém výrobku (obr. 2., obr. 3.). Je příčinou praskání a odlupování povlaku, vzniku trhlin, může vyvolat i tvarovou deformaci výrobku (jednostranně pokovené vzorky). Zjištěné vnitřní napětí umožňuje odhadnout některé mechanické vlastnosti povlaku a usuzovat na očekávanou funkční účinnost, může charakterizovat strukturu povlaku.

Převládající tahové napětí zvyšuje odolnost proti ořezu, převládající tlakový charakter zvyšuje pevnost povlaku. Velké vnitřní napětí ovlivňuje křehkost. Vnitřní napětí není u všech galvanických povlaků stejné:

Tab. 3. – přehled vnitřních napětí vybraných prvků [1]

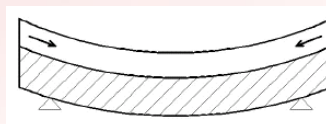
Kov	Rh	Pd	Cr	Ni	Mn	Cu	Zn
Vnitřní napětí [MPa]	1372	686	549	412	294	147	-98



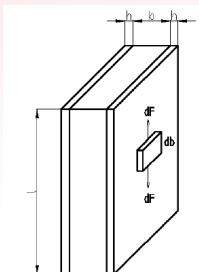
U většiny kovů má vnitřní napětí charakter tahový (Cr, Ni, Co, Cu, Pd), u některých tlakový (Zn, Pb, Cd). Pokud deformace vznikající při vylučování překračují mez pevnosti materiálu povlaku, dochází již v lázni k jeho trhání. Vnitřní napětí je ovlivněno pracovními podmínkami (např.: teplota, proudová hustota, složení lázně, její míchání). Měření v průběhu procesu může být charakteristickým ukazatelem dějů probíhajících při pokovování.



Obr. 2 Důsledky tlakového napětí



Obr. 3 Důsledky tahového napětí



Obr. 4 Rozložení a označení deformačních sil v povlaku

## Napětí druhého druhu

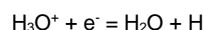
Působí v oblasti krystalitů a zrn, působí tedy v mnohem menším rozsahu.

## Napětí třetího druhu

Projevují se na úrovni atomových skupin.

## Příčiny vnitřního napětí

Hlavní příčiny napětí v galvanicky vylučovaných vrstvách jsou následující. Při elektrochemickém vylučování kovů elektronegativnějších než je vodík dochází k jeho paralelnímu vylučování. Tato elektrochemická redukce vodíkového iontu na atomární vodík je označována jako tzv. Volmerova reakce:[2]



Tento atomární vodík může tvořit s elektrolyticky vylučovaným kovem tuhý roztok. Vzniknou-li podmínky pro difúzi vodíku, která je vzhledem k rozměrům jeho atomu snadná, může tento difundovat např. podle dislokačních čar do aktivních center, kde dojde k jeho přeměně na vodíkovou molekulu. Vzniklé objemové změny mohou způsobit vznik vnitřních napětí.

Jestliže se kovový povlak vylučuje v oblasti přepětí, které je blízké difúznímu limitnímu proudu pro vodík, vznikne gradient hodnoty pH ve směru kolmém k povrchu katody. Přitom hodnota pH v bezprostřední blízkosti povrchu katody je tak velká, že umožňuje vznik hydroxidů v podobě koloidních zásaditých nerozpustných sloučenin, jež se absorbují a zarůstají do vyloučené vrstvy na hranicích zrn. Dalším rozkladem těchto sloučenin dochází v mířce ke značným kontrakcím, vedoucím opět ke vzniku vnitřních napětí.

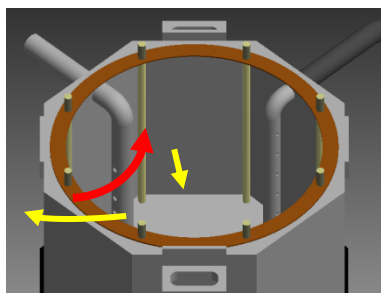


Obr. 5 Prasklina galvanoplastické formy způsobená vnitřním napětím [3]

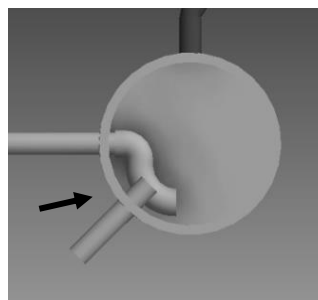
## KONSTRUKCE ZAŘÍZENÍ PRO VYLUČOVÁNÍ TLUSTÝCH GALVANICKÝCH VRSTEV

### Návrh zařízení

Kvůli co možno nejmenšímu objemu elektrolytu má nádoba tvar osmibokého polygonu. Ohřívání je prováděno v nádobě, která je umístěna zvlášť i s topením a termostatem. Je použit svíчковý filtr s čerpadlem. Aby se zabránilo usazování vodíkových bublin na katodě (modelu), tak se model, který je zavěšen na otočné hřídeli otáčí proti směru proudění elektrolytu a elektrolyt je probubláván vzduchem.



Obr. 6 Princip míchání elektrolytu v niklovací nádobě (žluté šipky znázorňují směr proudění elektrolytu a červená šipka směr otáčení modelu, který je proti směru proudění elektrolytu)



Obr. 7 Princip míchání elektrolytu v ohřívací nádobě

## Zhotovení zařízení



Obr. 8 Pohled do niklovací nádoby



Obr. 9 Pohled na závěs modelu pod víkem



Obr. 10 Zkonstruovaný galvanizér

## ZKOUŠENÍ FUNKCE GALVANIZÉRU - ZKOUŠKA VYLOUČENÍ NIKLU

Před jakýmkoliv měřením bylo nutno zjistit, zda zařízení funguje a nikl se správně vylučuje. Jako zkušební vzorky byly použity ocelové trubičky o rozdílném průměru a obdélníkový ocelový vzorek.

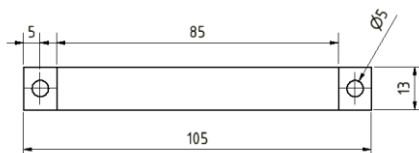


Obr. 11 Pokovené trubičky

## MĚŘENÍ VNITŘNÍHO NAPĚTÍ V ZÁVISLOSTI NA ZMĚNÁCH PROUDOVÉ HUSTOTY A TEPLoty

### PŘÍPRAVA VZORKŮ A POSTUP MĚŘENÍ

Měření bylo měřeno pomocí dilatometru. Jako vzorky byly použity pásky z materiálu DIN 1.1274 o délce 105 mm, šířce 13 mm a tloušťce 0,05mm.



Obr. 12 Rozměry vzorku

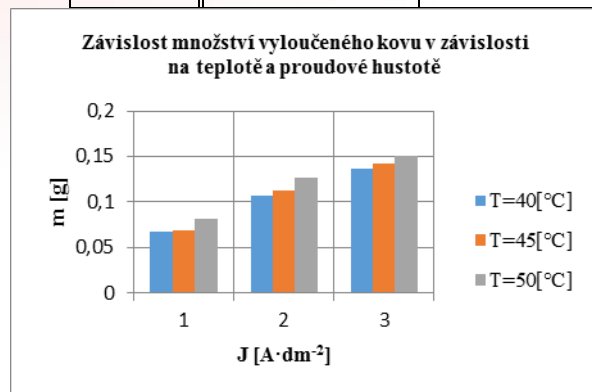


Obr. 13 Měření pomocí dilatometru

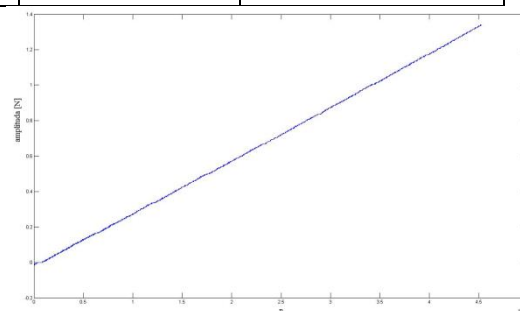
Při vlastním měření byly nastaveny proudové hustoty na  $J=1 \text{ A}\cdot\text{dm}^{-2}$ ;  $J=2 \text{ A}\cdot\text{dm}^{-2}$ ;  $J=3 \text{ A}\cdot\text{dm}^{-2}$  a teploty  $T=40^\circ\text{C}$ ;  $T=45^\circ\text{C}$ ;  $T=50^\circ\text{C}$  po dobu  $t=1800\text{s}$ .

Tab. 4 Naměřené hodnoty při měření vnitřního napětí

Teplota [°C]	proudová hustota J [A·dm <sup>-2</sup> ]	hmotnost před pokovením m <sub>1</sub> [g]	hmotnost po pokovení m <sub>2</sub> [g]	hmotnost vyloučeného kovu m [g]
40	1	0,501	0,568	0,067
	2	0,509	0,616	0,107
	3	0,519	0,655	0,136
45	1	0,502	0,571	0,069
	2	0,515	0,628	0,113
	3	0,489	0,631	0,142
50	1	0,486	0,568	0,082
	2	0,507	0,634	0,127
	3	0,497	0,648	0,151



Obr. 14 Závislost množství vyloučeného kovu v závislosti na teplotě a proudové hustotě

Obr. 15 deformace vzorku při  $J=1 \text{ A} \cdot \text{dm}^{-2}$  a teplotě 40°C

## Sledování vlastností a fyzikálních parametrů vylučovacího procesu

K hlavním fyzikálním parametrům, které je nutno sledovat pro zajištění správné funkce elektrolytu, zejména pro vylučování silných vrstev kovů, patří rychlost vylučování, katodická proudová účinnost, vnitřní napětí ve vylučovaných vrstvách, adheze povlaku, hloubková účinnost a povrchové napětí elektrolytu. Pro sledování funkčních vlastností elektrolytu a elektrochemicky vyloučených povlaků se používají kvalitativní a kvantitativní metody měření.

## Katodický proudový výtěžek, proudová účinnost

Jinak též nazývaná proudový výtěžek galvanické lázně, je určena pro dané pracovní podmínky jako poměr účinného proudu využitého na vyloučení povlaku a celkového množství prošlého náboje.

Tato hodnota je určována experimentálně jako poměr mezi skutečným množstvím vyloučeného kovu a teoretickým množstvím vypočteného dle prošlých  $A \cdot h$ , za předpokladu, že jedinou katodickou reakcí je vylučování kovu. Je zpravidla silně závislá na pH lázně, zejména v oblasti jeho nízkých hodnot.

## Vnitřní napětí povlaku a metody jeho měření

Používané metody pro stanovení vnitřního napětí je možno rozdělit na metody rentgenografické, magnetické a metody mechanické:

### Rentgenografické metody

Jsou jedinou metodou umožňující stanovení všech tří druhů vnitřních napětí. Zjišťují se změny mřížkové struktury v povlakovaném kovu vyvolané vnitřním napětím. Nevýhodou metody je potřeba poměrně složitějšího zařízení pro záznam rentgenových difrakcí. Vzhledem ke složitostem jsou využitelné pouze pro výzkumné účely.

### Magnetické metody

Princip spočívá v tom, že vnitřní napětí galvanického povlaku vyloučeného na slitině vhodných magnetostrikčních vlastností v ní vyvolá tahová nebo tlaková napětí. Ta mění její původní magnetické vlastnosti. Smysl a velikost těchto napětí jsou charakterizovány změnami průběhu hysterezní smyčky. Tyto metody jsou poměrně jednoduché. Nevýhodou je, že zkoumaný vzorek musí být zhotoven z určité slitiny.

### Mechanické metody

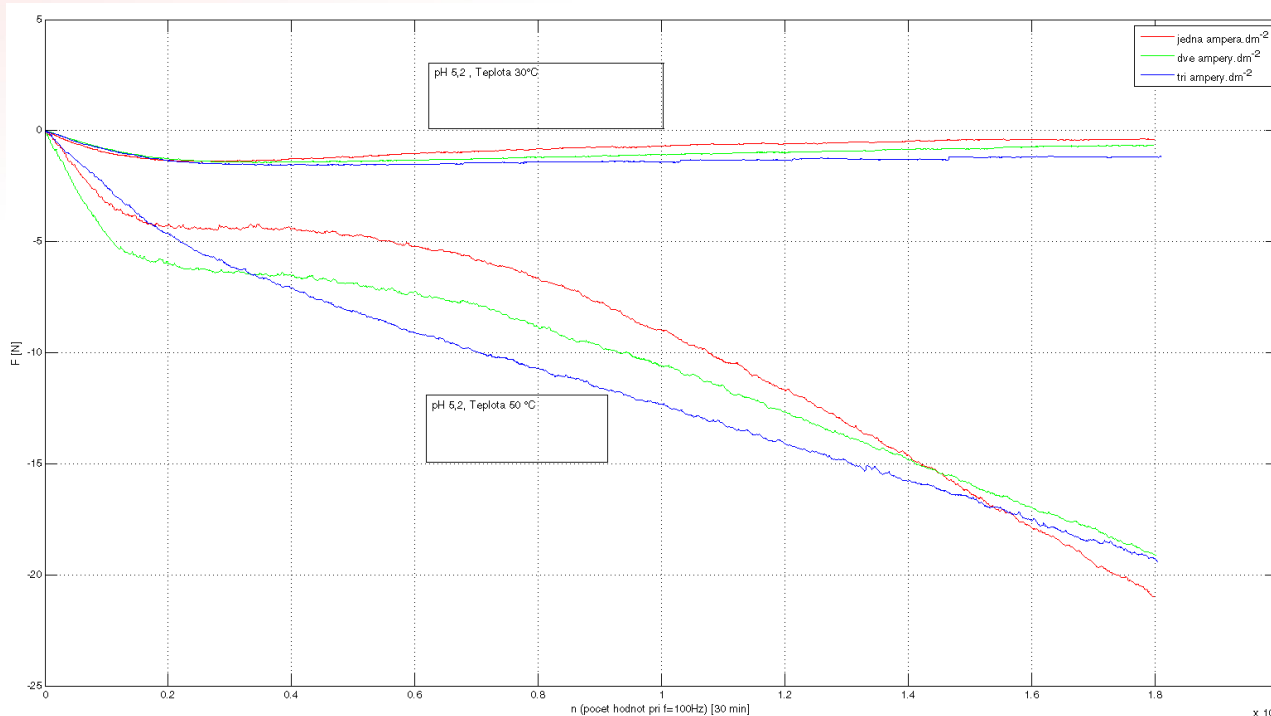
Vnitřní napětí prvního druhu vylučovaných vrstev má pro aplikace elektrolytického vylučování při vytváření vrstev kovů zásadní význam. Hodnoty vnitřního napětí umožňují odhadnout některé mechanické vlastnosti povlaku. Zvýšený tahový charakter zvyšuje odolnost proti oděru, tlakový pak pevnost. Makroprůtí, na rozdíl od napětí druhého a třetího druhu, lze určovat měřením deformací, které vznikají vlivem axiálních sil.

Mezi nejstarší způsoby měření makroprůtí patří průhyb katody. Jedná se o měření deformací jednostranně pokoveného pásku, který je na jednom konci upevněn. Tahové napětí se projevuje odklonem od podložky, tlakové napětí se projeví ohybem pásku směrem k anodě. Průhyb pásku se zjišťuje:

- **opticky** (je odečítána výchylka paprsku odraženého od pokovovaného vzorku na měřící stupnici).
- **pneumaticky** (je měřena změna tlaku odvozená při deformaci vzorku uloženého při pokovování v horizontální poloze).
- **elektricky** (vzorek je udržován v elektromagnetickém poli v konstantní poloze, proud tekoucí budícími cívkami pole nezbytný ke kompenzaci výchylky vzorku je ovládán ze snímače vychýlení a je měřítkem vnitřního napětí).

Přesnější metodou je měření spirálním kontraktometrem popsáným Brennerem a Senderoffem. Princip je totožný jako u metody průhybu katody, pouze pásek je stočen do spirály. Vlivem makroprnutí se mění poloměr zakřivení spirály, volný konec se pak, dle orientace makroprnutí, pootočí o úhel odpovídající síle vyvolané velikostí vnitřního napětí v povlaku. Obě tyto metody mají tu nevýhodu, že je nutno nátěrem izolovat jednu stranu pásku. Z ochranného laku se však mohou dostat do lázně organické látky, které mohou výrazně ovlivnit výsledek měření.

Proto je používána dilatometrická metoda založená na principu měření délkových změn předepjatého, oboustranně pokoveného pásku např. z nízkouhlíkaté oceli. Toto měření se provádí na nově vyvinutém přístroji nazvaném Dilatometr. Během měření jsou registrovány délkové změny pásku a z nich jsou vypočítány hodnoty napětí. Tato metoda je vhodná pro hodnocení makroprnutí ve vrstvách pro účely elektroformování. Zkušenosti ukazují, že silné vrstvy kovů skupiny železa vylučované s napětím do 100 MPa zpravidla vyhovují pro náročné aplikace i na tvarově složitějších modelech. Vyšší makroprnutí již mohou způsobit deformace, resp. praskání povlaku.



Obr. 16 Výstupy měření dilatometru

## Literatura:

- [1] FICKOVÁ, Z., Vliv hodnoty pH a teploty Ni-speed sulfamátových elektrolytů na vnitřní prnutí niklových povlaků. Praha, 2011., 108 s. Bakalářská práce. ČVUT v Praze.
- [2] Návodů laboratorní práce „Elektrolytické vylučování mědi“. [online]. 2009 [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <[http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/koroze\\_elektricky\\_vylucovani\\_medi/elektrolyticke\\_vylucovani\\_medi.pdf](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/koroze_elektricky_vylucovani_medi/elektrolyticke_vylucovani_medi.pdf)>.
- [3] KREIBICH, V.; PAKOSTA, M.; FICKOVÁ, Z. Možnosti měření vnitřního prnutí v galvanických povlácích [on-line]. 2011, vol. 1 no. 5, September, [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <[http://povrchari.cz/kestazeni/201105\\_povrchari.pdf](http://povrchari.cz/kestazeni/201105_povrchari.pdf)>. ISSN 1802-9833
- [4] LANDA, V. Výzkum výroby a vlastností galvanoplasticky vylučovaných tlustých vrstev Ni a Ni-Fe se zřetelem na jejich použití při zhotovování forem, nástrojů a některých výrobků. [Kandidátská práce], 1987
- [5] DOŠKÁŘ, J. Základy galvanotechniky. Praha: SNTL, 1953. 277 s.
- [6] PLUMIER, F, E CHASSAING, G TERWAGNE, J DELHALLE, Z MEKHALIF a L. HULTMAN. Electrolytic co-deposition of a nickel/fluorographite composite layer on polycrystalline copper. Applied Surface Science [online]. 2003, 212-213, issue 4, s. 271-278 [cit. 2013-03-08]. DOI: 10.1016/S0169-4332(03)00112-0. Dostupné z: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169433203001120>>.
- [7] STOKLÁSEK, J. Galvanoplastická výroba forem [online]. 2007, 4, [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/galvanoplasticka-vyroba-form.html>>.
- [8] STOKLÁSEK, J. přednáška na UTB ve Zlíně
- [9] RUML, V.; SOUKUP, M. Galvanické pokovování. Praha: SNTL, 1981. 319 s
- [10] STOKLÁSEK, J. Využití galvanoplastiky v automobilovém průmyslu pro výrobu maskovacích šablon [on-line]. 2008, vol. 1 no. 6, June, [cit. 2013-02-21]. Dostupné z: <[http://povrchari.cz/kestazeni/200806\\_povrchari.pdf](http://povrchari.cz/kestazeni/200806_povrchari.pdf)>. ISSN 1802-9833
- [11] KUDLÁČEK, J.; ŽÁK, V.; PAKOSTA, M. Výroba Ni forem elektroformováním [on-line]. 2009, vol. 1 no. 3, March, [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <[http://povrchari.cz/kestazeni/200903\\_povrchari.pdf](http://povrchari.cz/kestazeni/200903_povrchari.pdf)>. ISSN 1802-9833
- [12] Elektrochemická koroze kovů [online]. 2012, [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: <[http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/korozni\\_inzynrstvi\\_se/koroze\\_t\\_elchem.htm#obr5](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/korozni_inzynrstvi_se/koroze_t_elchem.htm#obr5)>.

[13] HOU, Kung-Hsu, Ming-Chang JENG, Ming-Der GER, M. SVENSSON, C. VIEIDER a L. HULTMAN. A study on the wear resistance characteristics of pulse electroforming Ni-P alloy coatings as plated. *Wear* [online]. 2007, vol. 262, 7-8, s. 833-844 [cit. 2013-04-09]. DOI: 10.1016/j.wear.2006.08.023. Dostupné z: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0043164806003310>>.

[14] PAKOSTA, M. Vnitřní pnutí při galvanickém pokovení. Praha, 2010, [cit. 2013-03-23]. 8 s. Sborník. ČVUT v Praze. Dostupné z: <<http://stc.fs.cvut.cz/History/2010/Sbornik/papers/pdf/PakostaMichal-325952.pdf>>.

[15] KIM, Ingon, Pat F. MENTONE, S.C. SHEN, M.C. CHOU, T.C. WU a L. HULTMAN. Electroformed nickel stamper for light guide panel in LCD back light unit. *Electrochimica Acta* [online]. 2006, vol. 52, issue 4, s. 1805-1809 [cit. 2013-03-28]. DOI: 10.1016/j.electacta.2006.01.083. Dostupné z: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0013468606004269>>.

[16] PRŮSEK, J., et al. Hodnocení jakostí a účinností protikoročních ochranných strojírenských výrobků. Praha: SNTL, 1985. 288 s.

[17] GUNNARSSON, N., P. LEISNER, X. WANG, M. SVENSSON, C. VIEIDER a L. HULTMAN. Electrochemically based low-cost high precision processing in MOEMS packaging. *Electrochimica Acta* [online]. 2009, vol. 54, issue 9, s. 2458-2465 [cit. 2013-03-28]. Dostupné z: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0013468608004830>>.

[18] PLUMIER, F, E CHASSAING, G TERWAGNE, J DELHALLE a Z MEKHALIF. Electrolytic co-deposition of a nickel/fluorographite composite layer on polycrystalline copper. *Applied Surface Science*. 2003, 212-213, s. 271-278 [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169433203001120>>.

## Centrum pro povrchové úpravy CTIV – Celoživotní vzdělávání

CTIV a Fakulta strojní ČVUT v Praze ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy, nabízí technické veřejnosti, pro školní rok 2014 – 2015, v rámci programu Celoživotního vzdělávání studijní program

### POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ

#### Korozní inženýr.

**Začínáme 17. 2. 2015 – stále je možnost se ještě přihlásit.**

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

Způsobilost v tomto oboru je možno prokázat akreditovanou kvalifikací a certifikací podle standardu APC Std-401/E/01 „Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikoroční ochrany“, který vyhovuje požadavkům normy ČSN P ENV 12837.

Posluchačům budou po ukončení studia předány doklady o absolvování, resp. mohou po složení potřebných zkoušek (dle požadavků a potřeb posluchačů) ukončit studium kvalifikačním a certifikačním stupněm



#### Korozní inženýr.

Podrobné informace včetně učebních plánů a přihlášky ke všem formám studiu je možno získat na adrese:

Fakulta strojní ČVUT v Praze, Centrum technologických informací a vzdělávání

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Technická 4, 166 07 Praha

Tel: 224 352 622, Mobil: 605 868 932

E-mail: [Jan.Kudlacek@fs.cvut.cz](mailto:Jan.Kudlacek@fs.cvut.cz); [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

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

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

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

Kurz pro pracovníky práškových lakoven  
„**Povlaky z práškových plastů**“ – předpoklad duben 2015

Kurz pro pracovníky žárových zinkoven  
„**Žárové zinkování**“

Kurz pro pracovníky galvanických procesů  
„**Galvanické pokovení**“ – zahájení březen 2015

Kurz pro pracovníky lakoven  
„Povlaky z nátěrových hmot“

Kurz pro metalizéry  
„Žárové nástřiky“

Kurz zaměřený na protikorozní ochranu a povrchové úpravy ocelových konstrukcí  
„Povrchové úpravy ocelových konstrukcí“

Rozsah jednotlivých kurzů: 42 hodin (6 dnů)

Zahájení jednotlivých kurzů dle počtu přihlášených (na jeden kurz min. 10 účastníků)

Podrobnější informace rádi zašleme.

Email: [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

**V případě potřeby jsme schopni připravit školení dle požadavků firmy.**

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

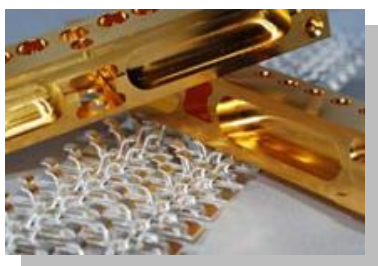
## Připravované kurzy

**Kvalifikační a rekvalifikační kurz pro pracovníky galvanoven**

**„Galvanické pokovení“**

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

Cílem kurzu je zabezpečit potřebnou kvalifikaci a certifikaci pracovníkům galvanoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu galvanických povrchových úprav.



Obsah kurzu:

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

Rozsah hodin: 42 hodin (7 dnů)

Termín zahájení: dle počtu uchazečů (min. 10) – zahájení březen 2015

Garant: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Ing. Petr Szelag

## Kvalifikační a rekvalifikační kurz pro pracovníky žárových zinkoven

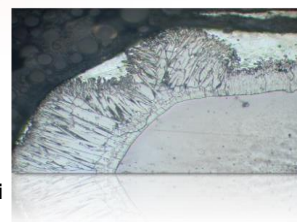
### „Žárové zinkování“

Kurz je určen pracovníkům, kteří si potřebují získat či si doplnit vzdělání v této kvalifikačně náročné technologii povrchových úprav (konstruktéry, technology, pracovníky zinkoven). Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům a získat potřebné vědomosti o technologii žárového zinkování.



#### Obsah kurzu:

- Příprava povrchu před pokovením
- Technologie žárového zinkování ponorem
- Metalurgie tvorby povlaku
- Vliv roztaveného kovu na zinkované součásti
- Navrhování součástí pro žárové zinkování
- Zařízení provozů pro žárové pokovení
- Kontrola kvality povlaků
- Ekologie provozu žárových zinkoven
- Příčiny a odstranění chyb v povlacích
- Exkurze do předních provozů povrchových úprav



Rozsah hodin: 42 hodin (7 dnů)  
 Termín zahájení: Dle počtu uchazečů (min. 10)  
 Garant: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.  
 Asociace českých a slovenských zinkoven

## Kvalifikační a rekvalifikační kurz pro pracovníky práškových lakoven

### „Povlaky z práškových plastů“

#### Obsah kurzu:

- Předúprava a čištění povrchů, odmašťování, konverzní vrstvy.
- Práškové plasty, rozdělení, technologie nanášení, aplikace.
- Zařízení pro nanášení práškových plastů.
- Práškové lakovny, zařízení, příslušenství, provoz.
- Bezpečnost provozu a práce v práškových lakovnách.
- Kontrola kvality povlaků z práškových plastů.
- Příčiny chyb v technologiích a povlacích z práškových plastů.

Rozsah hodin: 42 hodin (6 dnů)  
 Zahájení: Dle počtu uchazečů (min. 10) – předpoklad duben 2015  
 Garant kurzu: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



## Odborné akce

Česká společnost pro povrchové úpravy  
 připravuje tradiční setkání odborníků v oblasti povrchových úprav

## 48. ročník celostátního Aktivu galvanizérů

Hotel Gustav Mahler Jihlava

**3. a 4. února 2015.**

Česká společnost pro povrchové úpravy, o.s., Lesní 2946/5, 586 03 JIHLAVA  
 e-mail: [cspu@seznam.cz](mailto:cspu@seznam.cz)  
 tel: 737 346 857

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



**41. konference s mezinárodní účastí**  
**PROJEKTOVÁNÍ A PROVOZ POVRCHOVÝCH ÚPRAV**  
 11. - 12. března 2015  
 v hotelu Pyramida, Praha 6

**Informace a rezervace:**

PhDr. Zdeňka Jelínková, CSc. - PPK  
 Korunní 67,  
 130 00 Praha 3  
 tel/fax: 224 256 668  
 jelinkovazdenka@seznam.cz

**[www.jelinkovazdenka.euweb.cz](http://www.jelinkovazdenka.euweb.cz)**

**Stainless 2015**  
 8. mezinárodní veletrh  
 korozi-vzdorných ocelí

**5.-6. května 2015**  
 Brno, Výstaviště

**[www.bvv.cz/stainless](http://www.bvv.cz/stainless)**

Veletrhy Brno, a.s.  
 Výstaviště 405/1  
 CZ - 603 00 Brno  
 Tel.: +420 541 152 720  
 Fax: +420 541 153 044  
 E-mail: [stainless@bvv.cz](mailto:stainless@bvv.cz)  
[www.bvv.cz/stainless](http://www.bvv.cz/stainless)

**BVV**  
  
 Veletrhy  
 Brno



**SPOLEČNOST**  
PRO TECHNICKÉ VZDĚLÁVÁNÍ

POŘÁDÁ  
22/4 – 23/4/2015

**8** ODBORNÝ  
SEMINÁŘ

# TECHNOLOGIE, KVALITA A RIZIKA VE VÝROBĚ

HOTEL  
ZÁMEK ČEJKOVICE



VE SPOLUPRÁCI



Veletřhy  
Brno

**MM** Průmyslové  
spektrum

*Technický týdeník*

**KONSTRUKCE**

 STROJÍRENSKÝ  
ZKUŠEBNÍ ÚSTAV, s.p.

**Únmz**

 POVRCHARI.CZ

## Ceník inzerce na internetových stránkách [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz) a v on - line odborném časopisu POVRCHÁŘI

### Možnost inzerce

- Umístění reklamního banneru
- Umístění aktuality
- Umístění loga Vaší firmy – Partnera Centra pro povrchové úpravy
- Možnost oslovení respondentů Vaší firmou, přes naši databázi povrchářů (v současné době je v naší databázi, evidování přes 1100 respondentů)
- Inzerce v on-line Občasníku Povrcháři

### Ceník inzerce

**Reklamní banner** umístěný vždy na aktuální stránce včetně odkazu na webové stránky inzerenta

Cena:

- 1 měsíc - 650 Kč bez DPH
- 6 měsíců - 3 500 Kč bez DPH
- 12 měsíců - 6 000 Kč bez DPH

Banner je možné vytvořit také animovaný, vše na základě dohody.

Partner centra pro povrchové úpravy - logo firmy včetně odkazu na webové stránky inzerenta

Cena:

- 1 měsíc – 150 Kč bez DPH
- 6 měsíců - 650 Kč bez DPH
- 12 měsíců – 1000 Kč bez DPH

Textová inzerce v on-line odborném Občasníku POVRCHÁŘI

Cena:

- 1/4 strany - 500 Kč bez DPH
- 1/2 strany - 900 Kč bez DPH
- 1 strana – 1500 Kč bez DPH

Umístění reklamy v on-line odborném Občasníku POVRCHÁŘI

- 1/4 strany - 500 Kč bez DPH
- 1/2 strany - 900 Kč bez DPH
- 1 strana – 1500 Kč bez DPH

Rozeslání obchodního sdělení respondentům dle databáze Centra pro povrchové úpravy elektronickou poštou.

Cena bude stanovena individuálně dle charakteru a rozsahu.

**Slevy:** Otištění

- 2x 5 %
- 3-5x 10 %
- 6x a více cena dohodou

**Zde může být místo  
i pro Vaši  
reklamu !!!**

## Reklamy



# SERVIS ARMATUŘ

SERVIS - RENOVACE - VÝROBA - PTA NAVAROVÁNÍ - ŽÁROVÉ NÁSTŘIKY

Nabízíme komplexní služby v oblasti žárových nástřiků včetně následného opracování. Pro tyto technologie využívá nejmodernější technologie mezi které patří vysokorychlostní nástřik HVOF, nástřik elektrickým obloukem ARC, plazmové navařování PTA, plazmový nástřik APS, nástřik plamenem a přetavené povlaky. Rovněž naše firma nabízí služby v oblasti lapování.



VYSOKORYCHLOSTNÍ NÁSTŘIK HVOF



PLAZMOVÝ NÁSTŘIK APS



NÁSTŘIK ELEKTRICKÝM OBLOUKEM ARC



LAPOVÁNÍ



PŘETAVENÉ POVLAKY



PLAZMOVÉ NAVAROVÁNÍ PTA

Žárové nástřiky jsou vhodné jak pro renovace složitých strojních dílů tak či pro prvovýrobu. Výhodou žárových nástřiků je excelentní odolnost vůči všem typům opotřebení, korozi a vysokým teplotám. Tyto flexibilní a vysoce kvalitní technologie umožňují optimálně přizpůsobit povrchové vlastnosti součásti náročným provozním podmínkám. Žárové nástřiky Vám zajistí vyšší provozní spolehlivost a životnost výrobků a s tím související snížení nákladovosti výroby.

Aplikace: Pístnice, Plunžry, Kulové ventily, Hřídele, Pastorky, Válce, Lopatky, Klikové hřídele

Servis armatur spol. s r.o.  
Zahradní 808, 739 21 Paskov  
Česká republika

Ing. Michal Novák  
mobil: +420 602 622 731  
e-mail: novak@servisarmatur.cz

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

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



## KOMPLEXNÍ SLUŽBY PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY



### MATERIÁLY PPG

- kataforézní – mokré – práškové barvy
- pomocné materiály
- chemie pro předúpravu



### POSKYTOVANÉ SLUŽBY

- návrhy nátěrových systémů
- celková logistika dodávek
- pravidelný technologický servis
- outsourcing provozů lakoven
- environmentální servis
- testy kvality nátěrů
- zajištění návrhu a dodávek zařízení



www.mega.cz, [dpu@mega.cz](mailto:dpu@mega.cz), tel.: 566 550 925, fax: 566 550 898



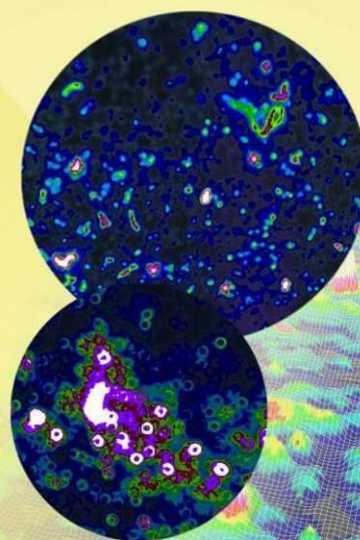
CENTRUM PRO  
POVRCHOVÉ  
ÚPRAVY

# Recogn il

## Bezkontaktní detektor mastných nečistot



- neocenitelná pomůcka v procesu povrchových úprav
- detekuje většinu mastných nečistot používaných ve strojírenství - na většině materiálů
- v reálném čase přenáší obrazová data do PC přes port USB
- v reálném čase software zhotoví analýzu - rozhodne, jestli je povrch zapotřebí znovu čistit - odmastit
- SW číselně vyhodnotí plošnou koncentraci známé nečistoty
- široká možnost uplatnění, přenosný, bateriemi napájený
- možné přizpůsobit zákaznickově požadované aplikaci



**TECHTEST, s.r.o.**

Na Studánkách 782 CZ-551 01 Jaroměř :: <http://www.techtest.cz>  
info@techtest.cz :: +420 605 868 932 :: +420 608 952 152

## Solné a cyklické korozní komory Q- FOG firmy Q- LAB Corporation

soulad s mnoha normami - základ: ČSN EN ISO 9227, ČSN EN ISO 6270-2, ASTM G85, PV 1210, VDA 621.415, ASTM B117, ČSN EN ISO 11 997, ISO 7253, dále standardy VOLVO, RENAULT, BMW, NISAN, CCT1, CCT4, a další

variabilita modelů: SSP - solné a prohesion  
CCT - cyklické, kombinované  
CRH - s regulací relativní vlhkosti

### základní výhody:

- Vysoká rychlost vytvoření a případných změn parametrů požadovaného korozního prostředí
- Pevná sklolaminátová konstrukce se suchým zatěsněním víka a vysokou nosností komory
- Přívětivá obsluha a maximální vizualizace procesu, záznam dat, bezplatný software
- Snadný servisní přístup pro úkony operátora i servisního pracovníka
- Vysoká variabilita funkcí komory
- Krátké dodací lhůty
- Prodej zkušební soli a plechů na test koroziivity



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

Komory mají programovatelné funkce, z nichž lze skládat jednotlivé testovací postupy:

funkce		minimální teplota	maximální teplota
FOG	Solná mlha	lab. teplota	60°C
DRY	Sušení – profukování vzduchem	lab. teplota	70°C
HUMID	100% vlhkost – kondenzace	+ 5°C nad lab. teplotou	60°C
DWELL	Klidový stav s teperací	lab. teplota	60°C
HUMID/RH	Regulovaná relativní vlhkost 10 - 95%Rh	20°C	60°C
SHOWER	Sprchování solankou	20°C	50°C

Kapacita vzorků	model 600	model 1100
panely 100 x 300 mm	128	200
panely 75 x 150 mm	160	240
Povolené zatížení komory	544 kg vzorků	544 kg vzorků
Objem komory včetně víka	640 litrů	1103 litrů
<b>Vnitřní rozměry</b>		
délka	109 cm	145 cm
šířka	66 cm	82 cm
výška bez víka	46 cm	46 cm
výška včetně víka	74 cm	79 cm
<b>Vnější rozměry</b>		
délka	182 cm	221 cm
šířka	105 cm	123 cm
výška	124 cm	128 cm



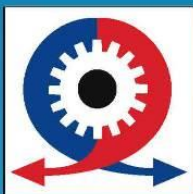
prodej, servis, poradenství:

**LABIMEX CZ s.r.o.**

Na Zámecké 11, 140 00 Praha 4  
www.labimexc.cz, prazak@labimex.cz,  
+420 602 366 407, +420 241 740 120



poskytujeme kalibrační služby s akreditací ČIA, ISO 17 025  
pro kalibraci teploty a relativní vlhkosti



57. mezinárodní  
strojírenský veletrh

[www.bvv.cz/msv](http://www.bvv.cz/msv)

MSV 2015

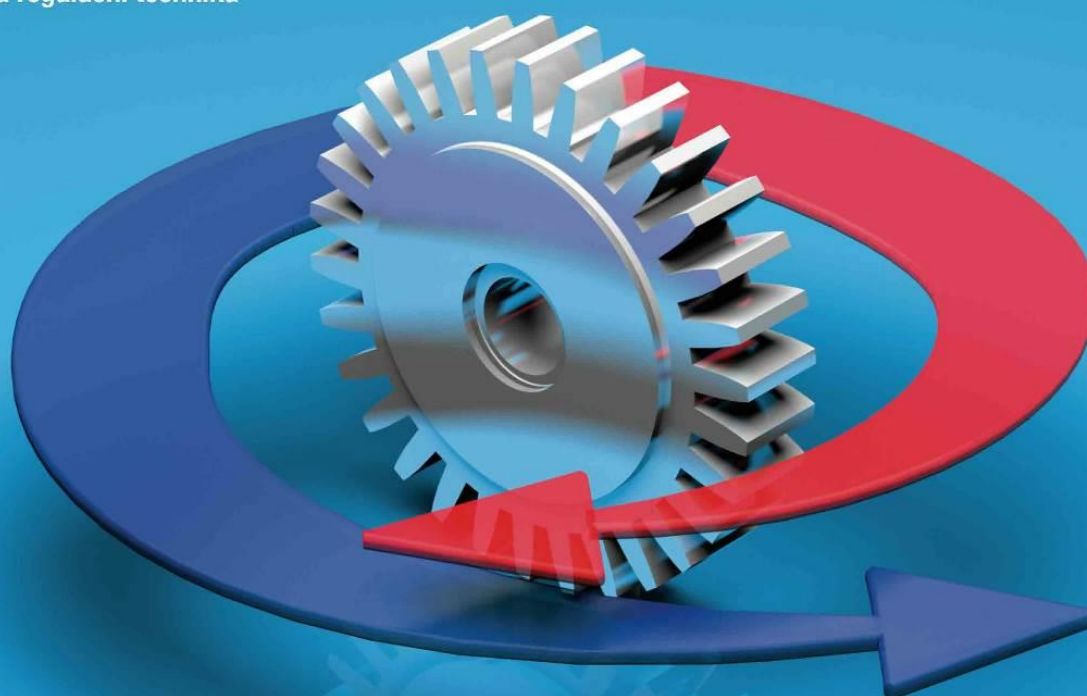


7. mezinárodní veletrh  
dopravy a logistiky

[www.bvv.cz/translog](http://www.bvv.cz/translog)

## AUTOMATIZACE

Měřicí, řídicí, automatizační  
a regulační technika



**14.–18. 9. 2015**  
**Brno – Výstaviště**

Veletrhy Brno, a.s.  
Výstaviště 405/1  
CZ – 603 00 Brno  
Tel.: +420 541 152 926  
Fax: +420 541 153 044  
[msv@bvv.cz](mailto:msv@bvv.cz)  
[www.bv.cz/msv](http://www.bv.cz/msv)

**BVV**  
  
**Veletrhy  
Brno**

## Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

### Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

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

### Povrcháři ISSN 1802-9833.

#### Šéfredaktor

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

#### Redakce

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

Ing. Jaroslav Červený, tel: 224 352 622

Ing. Michal Pakosta, tel: 224 352 622

Ing. Petr Drašnar, tel: 224 352 622

Ing. Karel Vojkovský, tel: 224 352 622

Ing. Dana Benešová, tel: 224 352 622

#### Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Na Studánkách 782

551 01 Jaroměř

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

tel: 605868932

#### Redakční rada

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

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

Ing. Vlastimil Kuklík, Ph.D.

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

Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

#### Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, tel: 224 352 622

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)