

Povrcháři

6. číslo Prosinec 2024

**OHLÉDNUTÍ ZA ODBORNÝM SEMINÁŘEM
„PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV“
– MYSLIVNA 2024**

**RECYKLACE PRŮMYSLOVÝCH ODPADNÍCH VOD
NA PŘÍKLADU LINKY ANODICKÉ OXIDACE HLINÍKU**

ZMĚNY V MĚŘENÍ DRSNOSTI POVRCHU PODLE ISO 21920

**FLEXIBILNÍ ŘADA VÝROBKŮ PRO STABILNÍ ČISTOTU
S NÍZKÝMI JEDNOTKOVÝMI NÁKLADY NA ČIŠTĚNÍ**

0476

**PROBLEMATIKA KOROZE NA FLOTILE
LETOUNŮ PRODUKCE AERO VODOCHODY**

**SNÍŽENÍ NÁKLADŮ NA ENERGIE
A REDUKCE UHLÍKOVÉ STOPY
V LAKOVNÁCH**

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Zdravíme Vás všechny v adventním a předvánočním čase, který je ale v naší době zároveň časem plným entropického shonu při dokončování všeho možného i nemožného a problémů nad tím, co se ještě nepodařilo dokončit a v horším případě ani začít. To, co se nepodařilo dokončit ještě nyní, to se přeci určitě podaří ve dnech příštích. Vždyť nový další rok, s plnou kapacitu 365x24 hodin, je již na dosah. Možná, že by vše polepšila solidní mailová omluva s přáním lepší další spolupráce. Doufejme při tom, že i na druhé straně toho pomyslného drátu je také jen člověk.

Mysleme nyní všichni především na ty nejbližší kolem nás. Abychom to, na co se všichni tolik těšíme, nepokazili naší přílišnou pracovitostí a snahou po dokonalosti.

Jak je změřeno - trvalý výkon každého z nás je pouhých cca 100 Wattů!

Navíc. Sliby a přání se mohou plnit nejen o Vánocích!

Přejme si, v závěru jedné drobné kapitoly našeho života, ale též i historie světa s pořadovým číslem 2024, zaslouženého klidu a radostných společných chvil se svými nejbližšími, po té celoroční lopotě, ve snaze uhájit své živobytí, především před těmi, kteří si stále naivně myslí, že jsou určeni k ovládnání všech ostatních, opatřeními „pro jejich dobro“.

Přejme si všichni vzájemně, aby se ten náš svět, nemocný střílením Pánu Bohu do oken, již konečně uzdravil.

Přejme si slovy básníka Fráni Šrámka, abychom alespoň chvíli: „po sněhu šli, čistém, bílém, hru v srdci zvonkovou..., a došli do vánoční země“.

Za Povrcháře a všechny kolem, i za sebe, přejeme krásné Vánoce. Ať se Vám podaří je šťastně prožít.



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Vánoce (Co život dal) - Jaroslav Vrchlický

Hlas zvonů táhne nad závějí,
kdes v dálce tiše zaniká;
dnes všechny struny v srdci znějí,
neb mladost se jich dotýká.

Jak strom jen pohne haluzemi,
hned střásá ledné křišťály,
rampouchy ze střež visí k zemi
jak varhan velké píšťaly.

Zem jak by liliemi zkvětla,
kam sníh pad, tam se zachytil;
bůh úsměv v tvářích, v oknech světla,
a v nebi hvězdy rozsvítil.

A staré písně v duši znějí
a s nimi jdou sny jesliček
kol hlavy mé, jak ve závějí
hlas tratících se rolniček.

Můj duch zas tone v blaha moři,
vzdech srdcem táhne hluboce,
a zvony znějí, světla hoří -
ó Vánoce! Ó Vánoce!

Ohlédnutí za odborným seminářem

Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav „MYSLIVNA 2024“

Nedávno jsme se mnozí vrátili z velkého povrchářského setkání v Brně z 20. odborného semináře „Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav“ (27. – 28. 11.), kde zaznělo více jak 20 příspěvků a referátů naplňujících slova obsažená v názvu tohoto tradičního setkávání.

Těm, co se letos nemohly zúčastnit netradičně i tradičně, třeba vzhledem k tradičním postojům svých nadřízených k tomu netradičnímu a progresivnímu, přinášíme několik vybraných příspěvků z letošního programu v OREA Congress Hotelu. To ostatní se příliž předat nedá, to se musí zažít, třeba při společenském večerním posezení i tanečním poznávání povrchářů a pěkných povrchářek.

Věříme, že i letos byl seminář pro účastníky přínosem a budeme se těšit na další ročník opět v Brně. Do té doby se budeme moci setkat na další námi pořádané vzdělávací akci „Technologie čištění a přeúpravy povrchů“ (Čejkovice 2025) a to již ve dnech 9. a 10. 4. 2025. Tímto jste všichni, i na tuto povrchářskou akci, srdečně zváni.



Recyklace průmyslových odpadních vod na příkladu linky anodické oxidace hliníku

Ing. Vít Holoubek – KOVOFINIŠ a. s. Ledec nad Sázavou

Recyklace odpadních vod v průmyslu nabývá v poslední době na významu. Důvodem může být např. vysoká cena za odběr anebo vypouštění vody, nedostatek vody, chybějící možnost vypouštět odpadní vody nebo přísné limity pro vypouštění odpadních vod. Je-li recyklována veškerá voda a nejsou produkovány žádné odpadní vody, jedná se o tzv. Zero Liquid Discharge (ZLD) systém. Aby mohla být odpadní voda recyklována, musí z ní být odstraněny v podstatě všechny látky, čehož nelze dosáhnout „tradičními“ technologiemi jako je např. klasické chemicko-fyzikální čištění a je tedy nutno aplikovat technologie moderní, jako jsou membránové procesy (ultrafiltrace, reverzní osmóza), vakuové odpařování nebo krystalizace.

Základní charakteristiky projektu

Jeden ze svých projektů, jehož součástí je i recyklace odpadních vod, realizovala firma KOVOFINIŠ pro firmu DHOLLANDIA Central Europe, která je významným výrobcem hydraulických zvedacích plošin pro nákladní a dodávkové automobily a také pro prostředky hromadné dopravy. Při výrobě těchto plošin je ve velkém množství používán hliník, který je z důvodu zvýšení odolnosti často povrchově upravován anodickou oxidací. Firma DHOLLANDIA se proto před několika lety rozhodla rozšířit výrobní možnosti ve svém závodě v obci Predmier na Slovensku o novou linku anodické oxidace hliníku. V dané lokalitě bohužel není možné vypouštět odpadní vody ani do kanalizace ani do vodoteče a proto, pokud neměly být veškeré odpadní vody odváženy, bylo nutné přistoupit k jejich recyklaci. Rozsah dodávky firmy KOVOFINIŠ tedy zahrnoval linku anodické oxidace a Zero Liquid Discharge systém pro čištění a recyklaci odpadních vod. Do provozu byl celý komplex zařízení uveden v roce 2022.

Základní charakteristiky linky anodické oxidace

V nové lince anodické oxidace jsou upravovány převážně díly z extrudovaných profilů (většinou dutých). Technologie zahrnuje kyselé čištění v lázni na bázi kyseliny fosforečné a povrchově aktivních látek, alkalické moření v lázni s hydroxidem sodným a speciálním aditivem, vyjasnění v roztoku kyseliny sírové s přidávkou přísady s peroxodisíranem, vlastní anodickou oxidací v kyselině sírové na tloušťku $15 \pm 20 \mu\text{m}$ a horké utěsnění v deionizované vodě s přidávkou speciálního aditiva. Maximální rozměry dílů (závěsů), které lze v lince upravovat jsou $7200 \times 300 \times 3200 \text{ mm}$ (l x š x v), maximální hmotnost vsázky je 2000 kg. V lince jsou zařazeny 4 vany pro anodickou oxidaci, každá s usměrňovačem 16000 A. Výkon linky je 4,6 vsázky/h, což představuje 322 m^2/h anodizované plochy. Celková (oplachovaná) plocha je vzhledem k tomu, že se jedná většinou o duté profily, podstatně vyšší.



Obr. 1: Linka anodické oxidace

Minimalizace objemu oplachových vod

Za účelem snížení objemu odpadních vod pro recyklaci byla realizována následující řešení. V lince je použit velmi úsporný oplachový systém a to většinou 3-stupňové protiproudé kaskádové oplachy. Určitého zmenšení spotřeby vody je docíleno také zpětným využitím vody pro doplňování odparu a výnosu do lázní pro kyselé čištění a alkalické moření z následných oplachů. Dopravní manipulátory jsou vybaveny odkapovací vaničkou, ve které je zachycen okap lázní ze zboží a poté odvážen přímo na čistírnu odpadních vod. Díky tomu je zmenšen vnos lázní do oplachových van a lze dosáhnout snížení spotřeby oplachové vody.

Minimalizace objemu odpadní anodizační lázně

Za zmínku určitě také stojí to, že produkce odpadní anodizační lázně je v podstatě eliminována díky instalaci zařízení na její regeneraci. Konkrétně se jedná o 2 jednotky typu AQUAREG AnOx 225 z produktového portfolia firmy KOVOFINIŠ. Toto zařízení pracující na principu tzv. kyselinové retardace odstraňuje z anodizační lázně hliník a udržuje jeho konstantní koncentraci v lázni. Je provozováno v by-passu k anodizačním vanám bez nutnosti přerušování jejich provozu, je řízeno automaticky a vybaveno systémem pro úsporu demineralizované vody zajišťujícím její o 1/3 nižší spotřebu oproti konvenčním zařízením.

Tab. 1: Produktová řada zařízení AQUAREG AnOx

Typ	Výkon cca g Al / h	
	při 10 g Al / l	při 15 g Al / l
AQUAREG AnOx 75	580	870
AQUAREG AnOx 125	1120	1680
AQUAREG AnOx 225	2020	3030
AQUAREG AnOx 400	3600	5400
AQUAREG AnOx 650	5850	8770
AQUAREG AnOx 925	8320	12480

* při koncentraci H₂SO₄ 200 g/l a teplotě 20°C



Obr. 2: Zařízení AQUAREG AnOx 225

Čištění a recyklace odpadních vod

Jak již bylo zmíněno, byl pro čištění a recyklaci odpadních vod z linky anodické oxidace hliníku instalován Zero Liquid Discharge (ZLD) systém. Veškerá odpadní voda z linky je po vyčištění recyklována zpět do linky a nejsou produkovány žádné odpadní vody. ZLD systém je založen na technologii vakuového odpařování. Odpadní vody jsou rozděleny na následující druhy: kyselé koncentráty (kyselé lázně, eluáty z ionexů), alkalické koncentráty (mořící lázně, odpadní vody z absorbéru) a oplachové vody (oplachy, lázně pro horké utěsnění). Odpadní vody jsou nejprve čištěny klasickými chemicko-fyzikálními metodami a teprve jimi upravená voda postupuje na vakuové odpařování. Destilát je nutné, aby mohl být vrácen zpět do výrobního procesu, ještě dočistit, koncentrát je odvážen jako odpad.



Obr. 3: Celkový pohled na zařízení pro čištění a recyklaci vody

Chemicko-fyzikální čištění

Chemicko-fyzikální čištění zahrnuje koagulaci, neutralizaci, flokulaci a sedimentaci v odstavných reaktorech, separaci vzniklého kalu pomocí kalolisů a filtraci upravené vody přes pískové filtry. Takto upravená voda je vedena na vakuové odpary.



Obr. 4: Chemicko-fyzikální čištění

Vakuové odpařování

Vakuové odpařování probíhá ve vakuových odparech s mechanickou (re)kompresí par (mechanical vapour recompression, MVR). Celková maximální produkce destilátu činí 120000 l/den. Součástí uzlu vakuového odpařování je kromě vlastních odparek také dávkování odpěňovače, automatické čištění odparek (cleaning in place, CIP) a chlazení destilátu na teplotu vhodnou pro vrácení do linky anodické oxidace. Použity jsou vakuové odpary AQUADEST D z výrobního programu firmy KOVOFINIŠ. U tohoto typu odparek probíhá odpařování (var) při teplotě cca 90°C a tlaku cca 70 kPa. Tyto odpary potřebují pro provoz pouze elektrickou energii a vyznačují se její nízkou spotřebou, která se pohybuje okolo 50 kWh/m³ destilátu. Konkrétně jsou v tomto případě instalovány jedna vakuová odparka AQUADEST D 60000 a dvě vakuové odpary AQUADEST D 30000.

Tab. 2: Produktová řada vakuových odparek AQUADEST D

Typ	Produkce destilátu [l/den]	Spotřeba [kW]
AQUADEST D 6000	6000	12,5
AQUADEST D 10000	10000	21
AQUADEST D 15000	15000	31
AQUADEST D 22000	22000	45
AQUADEST D 30000	30000	63
AQUADEST D 45000	45000	93
AQUADEST D 60000	60000	125



Obr. 5: Vakuové odpary AQUADEST D

Dočištění a ošetření destilátu

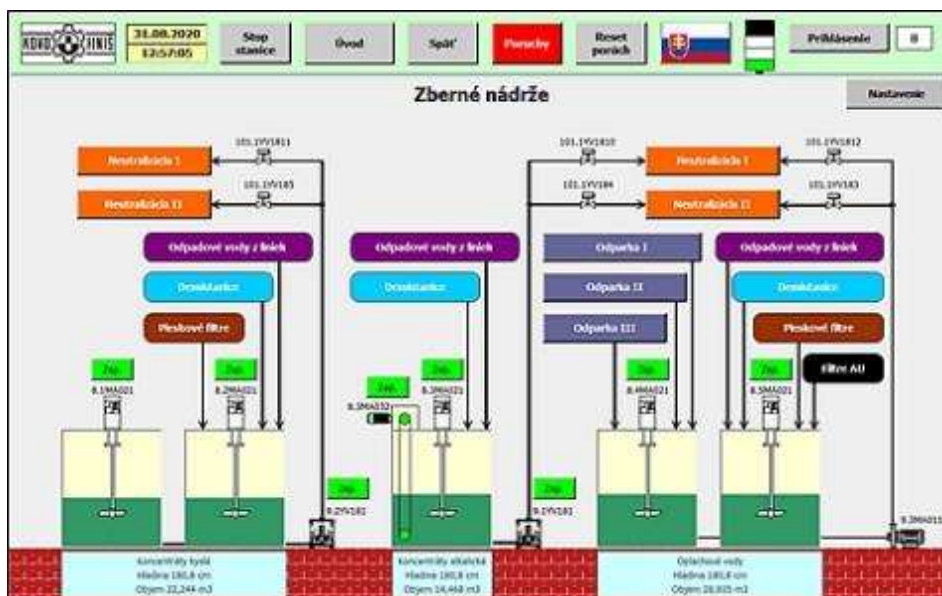
Při odpařování mohou některé látky, přecházet, byť třeba ve velmi malé míře, do destilátu. Aby mohl být destilát použit v lince anodické oxidace, je nutné ho od těchto látek dočistit a také jej chránit před mikrobiálním napadením. Organické látky event. obsažené v destilátu jsou odstraňovány adsorpcí na aktivním uhlí. Desinfekce destilátu je prováděna dávkováním biocidu a pomocí UV záření. Část destilátu je za účelem získání velmi kvalitní deionizované vody upravována pomocí iontů.



Obr. 6: Dočištění destilátu

Řízení a vizualizace

Veškeré zařízení pro čištění a recyklaci vody je plně automatické, řízené řídicím systémem Siemens Simatic S7-1500, přičemž řízení probíhá z průmyslového počítače (PLC). Samozřejmostí je vizualizace technologického procesu, která je realizována na PC umístěném ve velině a na dotykovém panelu umístěném na elektrickém rozvaděči v blízkosti zařízení. Vizualizace zajišťuje zobrazování činnosti zařízení v reálném čase a evidenci a archivaci technologických parametrů (např. hodnoty pH, průtoky), různých událostí a poruchových stavů. Jak řídicí tak vizualizační software jsou vytvořeny v prostředí TIA Portal a jsou produktem vlastního vývoje firmy Kovofiníš, která pro vývoj a tvorbu tohoto SW disponuje vlastními programátory.



Obr. 7: Vizualizace procesu čištění a recyklace vody

Bilance vody a odpadů

Celkový objem odpadní vody činí zhruba 100 m³/den. Při chemicko-fyzikálním čištění vzniká okolo 0,7 t/den kalu z kalolisu o obsahu cca 35 % sušiny, která je tvořena převážně hydroxidem hlinitým. Odpadem z odpařování je koncentrát o obsahu asi 150 g/l rozpuštěných látek (zejména síranu sodného, dále pak fosforečnanu sodného a v malé míře chloridu a dusičnanu sodných a dalších látek) a o hustotě cca 1,13 kg/dm³. Tohoto koncentrátu je produkováno kolem 8 m³/den, tedy asi 9 t/den. Závěrem lze tedy konstatovat, že je recyklováno cca 92 % odpadní vody, což představuje přibližně 92 m³/den.

Změny v měření drsnosti povrchu podle ISO 21920

Ing. Dagmar Klichová, Ph.D. – Akademie věd České republiky, Ústav geoniky, Ostrava

Abstrakt

Celosvětově se průmysl zabývá potřebou vyrábět produkty s těsnými tolerancemi a vysokým stupněm automatizace. V důsledku toho existuje obrovský tlak na výrobce, aby investovali do nejmodernější výroby, která umožňuje produktivní výrobní procesy a efektivní řízení zdrojů. Přesnost povrchu má zásadní vliv na funkčnost a trvanlivost povrchů. Kvantifikace povrchu je nedílnou součástí výzkumu, vývoje a inovací. Každý povrch, stejně jako výrobní technologie, má své specifické vlastnosti. Metrologické aspekty povrchů představují různé přístupy k měření a hodnocení povrchů materiálů. Pomocí různých metrologických zařízení a postupů jsou vlastnosti povrchů studovány a analyzovány z hlediska měření. Měření drsnosti povrchu je zásadní nejen pro pochopení mikroskopických interakcí, ale také pro vývoj a optimalizaci materiálů napříč různými aplikacemi, jako je tribologie, adheze či zajištění optimálního výkonu materiálů v různých prostředích. Příspěvek se věnuje normalizovanému způsobu měření a hodnocení struktury povrchu vytvořeného abrazivním vodním paprskem. Základním zdrojem pro posuzování struktury povrchu je profil povrchu, který se skládá ze základního profilu, profilu drsnosti a profilu vlnitosti. Nejběžněji se při hodnocení topografie povrchu využívá normovaných parametrů drsnosti, které jsou vypočítány z profilu drsnosti. V tomto článku si představíme aktuální změny v metodách měření a postupech pro vyhodnocení profilových parametrů drsnosti, jež umožňují kvantifikovat kvalitu povrchu.

1. Úvod

Roku 2021 byly vydány nové normy řady ISO 21920 „Geometrické specifikace produktu (GPS) – Struktura povrchu: Profil“ skládající se tří samostatných částí [1-3]. Část 1 se zabývá tématem „Indikace struktury povrchu“, které definuje pravidla pro specifikaci vlastností profilovaného povrchu. Část 2 se zaměřuje na „Termíny, definice a parametry struktury povrchu“ a vyvíjí terminologii i pojmy a parametry pro určování vlastností povrchu dotykovou metodou. Část 3 se podrobně zabývá „Specifikace operátorů“ definováním úplného operátora specifikace pro vlastnosti povrchu pomocí profilových metod.

Tyto nové standardy nahrazují normy ISO 4287 [4] and ISO 4288 [5], které již neodpovídaly současnému stavu technického vývoje měřících zařízení a výroby. Dřívější normy lze stále používat, i když nejsou oficiálními mezinárodními normami a jsou považovány za zastaralé. Přechod na nové normy bude v praxi trvat několik let. Přináší nám změny, jako nové grafické značky či toleranční přejímací pravidlo (ISO 21920-1 [1]), definice nových termínů a parametrů (ISO 21920-2 [2]), jeden postup pro všechny typy profilů (ISO 21920-2 [3]), a další.

Aplikace nových norem v praxi bude pomalá, jelikož specifikace na technických výkresech vyhotovených před novými normami jsou stále platné a závazné podle dřívějších standardů. Vyhodnocení profilových parametrů drsnosti definovaných normou ISO 4287 [4] tak probíhá podle pravidel rozhodování která jsou popsána v ISO 4288 [5].

Většina profilových parametrů ISO 4287 [4] je zahrnuta v ISO 21920-2 [2]. Definice některých parametrů je v nové normě mírně odlišná, takže může vést k odlišným výsledkům. Stejně tak změna pracovního postupu při vyhodnocení vede k odlišným výsledkům. V praxi i vědě je třeba se připravit na možné rozdíly hodnot profilových parametrů. Pro průmysl to znamená aktualizovat toleranční limity na technických výkresech. Pro vědu to znamená znát postup měření a vyhodnocení, aby bylo možné zajistit komparaci výsledků.

Kromě rozdílů v již existujících parametrech zavádějí normy řady ISO 21920 [1-3] nové parametry, které fakticky odpovídají charakteristikám moderních technických povrchů. Jsou zde použity stejné koncepce jako v normě 25178-2 [6] pro plošné parametry povrchu. Plošné parametry povrchu se používají pro kvantifikovaný popis struktury povrchu v mnoha publikacích, jako je [7-10], ale jejich použití je omezené. Plošné parametry nelze použít na povrchy vytvořené technologií abrazivního vodního paprsku (AWJ). Technologie AWJ stejně spočívá na principu generování vysokého tlaku kapaliny, která při protékání tryskou malého průměru získává velmi vysokou kinetickou energii. Abrazivní vodní paprsek byl vyvinut v důsledku nedostatečné desintegrační schopnosti vodního paprsku. Zvýšení účinnosti vodního paprsku (až 1000x) je zajištěno přidáním abrazivních částic. Jednotlivé technologické etapy vzniku, formování a působení AWJ na obráběný materiál jsou podrobněji popsány v literatuře [11-13].

Technologie AWJ má široké možnosti uplatnění, dokáže dělit v podstatě všechny průmyslové materiály jako je papír, plast, kov, slitiny, kompozitní materiál, tvrdokov, aj. Hlavní výhodou této technologie je, že řezné medium je tvořeno abrazivem a vodou, čímž nedochází k přehřívání materiálu při procesu dělení. Tato technologie vytváří specifický povrch obrobeného materiálu, kterému je zapotřebí věnovat větší pozornost při vyhodnocení parametrů topografie povrchu.

2. Experimentální zařízení

Pro experiment bylo použito zařízení pro řezání abrazivním vodním paprskem od firmy PTV, vysokotlaké čerpadlo PTV 75-60, X-Y řezací stůl PTV WJ2020-1Z-D, který zajišťuje pohyb řezné hlavy nad povrchem obráběného materiálu (pracovní plocha 2000 x 2000 mm, rychlost řezání nastavitelná v rozsahu 0-20 m.min⁻¹). Vysokotlaká voda byla dodávána do řezné hlavy pomocí vysokotlakého čerpadla s maximálním tlakem 400 MPa. Komerčně dostupná řezací hlava byla osazena diamantovou tryskou o průměru 0,33 mm a zaostřovací trubicí o vnitřním průměru 1,02 mm. Hlavní parametry experimentu jsou uvedeny v tabulce 1.

Materiál byl použit TitanGrade2. K analýze topografie povrchu vytvořeného technologií abrazivního vodního paprsku byl využit přístroj Mitutoyo SV-C3200 W4. Analýza naměřených dat byla provedena pomocí softwaru MountainsSPIP, dle zrušené normy ISO 4287 [4] a nové normy ISO 21920-2 [2].

Tab. 1: Nastavení technologických parametrů při obrábění abrazivním vodním paprskem.

Technologické parametry	Hodnota
Tlak p	400 MPa
Rychlost posuvu v	50 mm·min ⁻¹
Průměr vodní trysky d_w	0,33 mm
Průměr usměrňovací trubice d_f	1,02 mm
Délka usměrňovací trubice l_f	72 mm
Zdvih z	4 mm
Úhel dopadu φ	90°
Materiál abraziva	Australský granát
Velikost abraziva	80 MESH
Hmotnostní průtok abraziva m_a	400 g·min ⁻¹
Tloušťka materiálu h	20 mm

3. Normované parametry drsnosti

Parametry profilu povrchu nám poskytují kvantifikovanou formu popisu vlastností topografie povrchu. Mezi parametry profilu povrchu řadíme P-parametr (parametr vypočítaný ze základního profilu), R-parametr (parametr vypočítaný z profilu drsnosti) a W-parametr (parametr vypočítaný z profilu vlnitosti).

V technické praxi se při hodnocení kvality povrchu používají R-parametry profilu drsnosti, jejichž zástupci jsou zde podrobněji definováni podle ISO 4287 [4] a ISO 21920-2 [2], viz tabulka 2.

Tab. 2: Definice vybraných parametrů profilu drsnosti [2, 4].

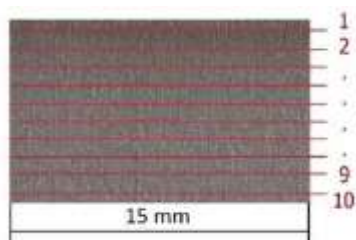
	ISO 21920-2	ISO 4287
Ra	Střední aritmetická výška (Arithmetic mean height): aritmetický průměr absolutních hodnot pořadnic.	Průměrná aritmetická úchylka profilu (Arithmetical mean deviation of the assessed profile): aritmetický průměr absolutních hodnot pořadnic $Z(x)$ v rozsahu základní délky l_r .
Rq	Efektivní výška (Root mean squer height): druhá odmocnina střední kvadratické hodnoty pořadnic.	Průměrná kvadratická úchylka profilu (Root mean square deviation of the assessed profile): kvadratický průměr pořadnic $Z(x)$ v rozsahu základní délky l_r .
Rp	Střední výška výstupku (Mean peak height): střední hodnota z největších výšek výstupku stanovených pro všechny úsekové délky, přičemž pro každou úsekovou délku se stanovuje jedna největší výška výstupku.	Největší výška výstupku profilu (Maximum profile peak height): výška Z_p nejvyššího výstupku profilu v rozsahu základní délky l_r .
Rv	Střední hloubka prohlubně (Mean pit dept): střední hodnota z největších hloubek prohlubně stanovených pro všechny úsekové délky, přičemž pro každou úsekovou délku se stanovuje jedna největší hloubka prohlubně.	Největší hloubka prohlubně profilu (Maximum profile valley depth): hloubka Z_v nejnižší prohlubně profilu v rozsahu základní délky l_r .
Rz	Maximální výška (Maximum height): Střední hodnota součtů největší výšky výstupku a největší hloubky prohlubně stanovených pro všechny úsekové délky, přičemž pro každou úsekovou délku se stanovuje jeden součet největší výšky a největší hloubky prohlubně.	Největší výška profilu (Maximum height of profile): největší výška profilu je definována jako součet výšky Z_p nejvyššího výstupku profilu a hloubky Z_v nejnižší prohlubně profilu v rozsahu základní délky l_r .

4. Postup měření

Po vyřezání vzorku byla měřena řezná plocha ve 10 liniích ve vzdálenosti 0,5 mm od hrany vstupu paprsku do materiálu a 0,5 mm od hrany výstupu paprsku z materiálu pomocí zařízení Mitutoyo SV-C3200 W4. Schéma umístění měřených linií je na obrázku 1.

Z naměřených linií o délce 15 mm byly po odfiltrování nerovnosti a vlnitosti povrchu získány profily drsnosti. Následně byly dle norem ISO 4287 [4] a ISO 21920-2 [2], s použitím cut-off 2,5 mm, vypočítány výškové parametry drsnosti. Vybrané výškové parametry struktury Ra , Rq , Rp , Rv a Rz jsou uvedeny v tabulce 3. Takto získané parametry profilu drsnosti nám kvantifikují strukturu povrchu řezné stěny vzorku.

Jedna z hlavních změn nastává při postupu vyhodnocení profilu povrchu. Podle zrušené normy ISO 4287 [4] se primární profil získá po odstranění jmenovitého tvaru, po kterém následuje použití λ_s filtru. V normě ISO 21920-2 [2] jsou tyto operace obrácené, aby byly v souladu se standardní praxí pro povrchy, která se používá pro analýzu plošných parametrů povrchu. Dále se změnilo označení pro filtry λ_s , λ_c , λ_f , nově S-filtr, L-filtr, F-operace. V konečném důsledku budou rozdíly ve výsledcích malé, ale u některých profilů, zejména těch, které obsahují tvar, mohou parametry vykazovat významné rozdíly.



Obr. 1: Schéma umístění měřených linií.

5. Výsledky a diskuze

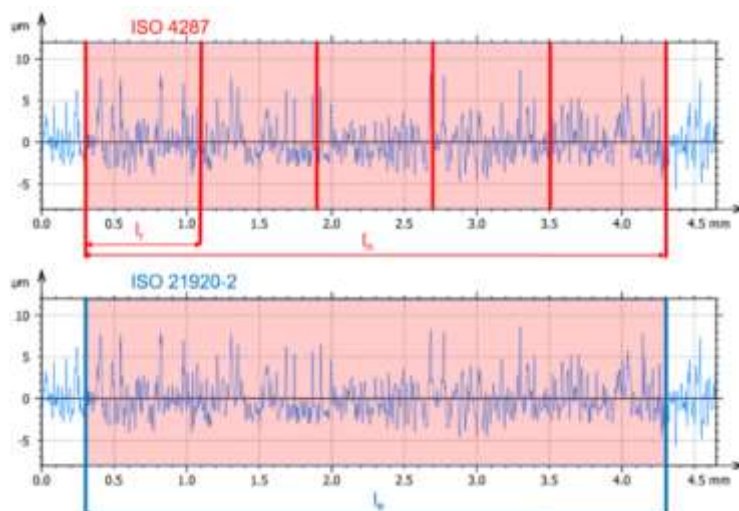
Topografie povrchu vytvořeného technologií AWJ se mění s rostoucí hloubkou řezu. S rostoucí hloubkou h dělicího řezu klesá kinetická energie paprsku a tím rostou nerovnosti povrchu, tj. rostou jejich výškové amplitudy a současně se snižují jejich prostorové frekvence. Je to způsobeno tím, že se mění mechanismus úběru materiálu, a to z převládajícího tahového a smykového napětí na tlakové napětí.

V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty vybraných výškových parametrů profilu drsnosti. Na začátku řezu je vysoké deformační napětí, avšak při zavrtávání paprsku do materiálu překonává řezný nástroj (voda a abrazivo) mez pružnosti materiálu, dochází ke ztrátě energie, která se projevuje horší kvalitou povrchu v okrajové horní části řezu. V následující části řezu dochází ke stabilizaci hydromechanických poměrů dělicího řezu. Experimentální vzorek byl vytvořen, tak aby bylo dosaženo nejvyšší možné kvality povrchu. Tudiž kinetická energie paprsku je ve zbylé části řezu stabilní, čemuž odpovídají i naměřené parametry drsnosti z jednotlivých linií po celé hloubce řezu.

Tab. 3: Vybrané profilové parametry drsnosti povrchu

	ISO 21920					ISO 4287				
	R_a [μm]	R_q [μm]	R_z [μm]	R_p [μm]	R_v [μm]	R_a [μm]	R_q [μm]	R_z [μm]	R_p [μm]	R_v [μm]
1	4,917	6,170	33,248	16,326	16,922	4,931	6,201	33,396	16,320	17,075
2	3,416	4,369	27,605	10,427	17,178	3,425	4,417	27,701	10,390	17,311
3	3,710	4,613	26,099	12,627	13,473	3,725	4,639	26,225	12,664	13,562
4	4,069	5,020	28,537	12,325	16,213	4,078	5,027	28,302	12,306	15,997
5	3,805	4,762	29,740	14,397	15,343	3,804	4,768	29,666	14,442	15,224
6	3,857	4,881	30,178	13,044	17,135	3,835	4,871	29,569	12,484	17,084
7	4,142	5,115	28,455	13,492	14,963	4,122	5,151	28,360	13,530	14,830
8	4,333	5,476	33,949	18,368	15,581	4,317	5,488	33,862	18,391	15,471
9	5,445	6,715	35,466	17,311	18,155	5,443	6,827	35,381	17,352	18,029
10	6,791	8,235	40,390	21,444	18,946	6,777	8,328	40,326	21,496	18,830

Pravidla a postupy pro posuzování struktury povrchu specifikuje norma ISO 4288, která stanovila základní délku l_r a potřebnou vyhodnocovanou délku l_n (Obrázek 2) pro měření R -parametrů periodických i neperiodických povrchů. Výše uvedený profil (Obrázek 2) je rozdělen do pěti vzorkovacích délek, na kterých je vypočteno a zprůměrováno pět odhadovaných hodnot parametru. Norma ISO 4287 popisuje samotné parametry a jejich výpočet. Nově jsou profilové parametry definované na vyhodnocované délce s označením l_e . Což znamená, že již nejsou hodnoty parametrů několikrát počítány ze základní délky a poté zprůměrovány, jak tomu bylo dříve. Na vyhodnocovaném profilu je vypočtena pouze jedna hodnota R_a (a další profilové parametry). Jedinými výjimkami jsou profilové parametry drsnosti R_p , R_v a R_z , které budou stále zprůměrovány, aby se snížil vliv odlehklých hodnot. Tyto parametry totiž citlivě reagují na lokální výškové výkyvy na zkoumaném profilu drsnosti.



Obr. 2: Rozdíl definování parametrů ze základní délky a vyhodnocované délky.

Při výpočtu profilových parametrů podle starého a nového standardu při použití stejných profilů získáme rozdílné výsledky, jelikož některé profilové parametry reagují citlivěji na změny výpočtu. Pro implementaci do praxe tak bude nezbytné zhodnotit vliv těchto změn na výrobky a případně aktualizovat toleranční limity v technických výkresích. Napříč možnými odchylkami v parametrech je nový standard lépe uzpůsoben současným specifikacím produktů. I když jejich zavedení do praxe bude několikaletou záležitostí, již nyní je odpovědností konstruktérů a metrologů aktualizovat své znalosti a porozumění nové normě.

Obrobený povrch je souborem nerovností, které tvoří strukturu povrchu. Separaci složek struktury povrchu docílíme jejich filtrováním. Při kvantifikovaném hodnocení topografie povrchu pomocí normovaných parametrů je důležité správně zvolit nastavení filtrů požadovaného profilu. Pravidla a postupy pro posuzování struktury povrchu definuje norma ISO 4288 [5] při vyhodnocení parametrů podle ISO 4287 [4]. Při vyhodnocení profilových parametrů dle ISO 21920-2 [2] nastavení cut off definováno v normě 21920-3 [3]. Při hodnocení povrchu vzorku, kde průměrná aritmetická úchylka profilu je $2 \mu\text{m} > R_a < 10 \mu\text{m}$ je použit filtr (cut-off) $\lambda_c = 2,5 \text{ mm}$, nově pak L-filtr $= 2,5 \text{ mm}$.

Jak je patrné z tabulky 3, hodnoty sledovaných parametrů drsnosti se při použití normy ISO 21920-2 [2] mírně liší. Parametry výšky profilu R_z , R_p a R_v se stále počítají ze základní délky a poté se zprůměrují. Rozdíl ve filtračním postupu pro získání profilu drsnosti způsobí minimální změny v hodnotách těchto parametrů. Diskuse o změnách, které přináší nová řada norem ISO 21920 [1-3], a jejich implementace v praxi otevírá prostor pro další inovace a optimalizace při hodnocení struktury povrchu. Výrobní podniky, které tyto normy zavedou, mohou zvýšit přesnost a efektivitu kontroly kvality povrchu, ale musí také přizpůsobit svá měřicí zařízení a postupy novým požadavkům.

Pro stanovení kvality povrchu je potřebné využít více normovaných R -parametrů. Jak se uvádí ve studii Mitařova a kol [12]. Při využití jednoho parametru získáme pouze dílčí pohled na kvalitu povrchu, což může vést ke špatným závěrům o celkové kvalitě obrobku. Vhodný výběr sledovaných parametrů by měl odpovídat požadavkům na kontrolu provozních aspektů povrchu. Nejčastěji používaný parametr drsnosti R_a má nízkou vypovídací schopnost. Parametr R_q je citlivější na případné výchyly nerovnosti na měřeném profilu, avšak stále se jedná o průměrnou odchylku profilu. Další ze sledovaných parametrů je největší výška výstupku profilu R_z , která nás informuje o maximálním výškovém rozsahu profilu. O tom, zda struktura povrchu má vyšší výstupky či prohlubně nás informují parametry R_p největší výška výstupku profilu a R_v největší hloubka prohlubně profilu. Jednotlivé parametry mají pouze omezenou vypovídací schopnost o struktuře analyzovaného povrchu. Na to upozorňuje řada studií [15-17], které se opírají o kvantifikovanou formu hodnocení plošných pomocí parametrů profilu. Víceparametrové posuzování zajistí komplexnější pohled na chování povrchu.

Přínosem modernizace norem je zvýšení přesnosti a opakovatelnosti měření. Dříve používaný přístup, kdy se hodnoty průměrovaly z několika základních délek l_r , mohl vést k mírné variabilitě měření v závislosti na lokálních odchylkách na povrchu. Nový přístup, který určuje parametry profilu na jediné vyhodnocované délce l_e , zajišťuje, že výsledné hodnoty více odpovídají skutečnému profilu a zohledňují jeho celkovou strukturu. Toho využili autoři Polo-prudský a kol. ve své studii [18]. Tento postup však může být citlivý na lokální změny u některých parametrů, jako jsou R_z , R_p a R_v , a proto se tyto parametry stále průměrují ze základní délky.

S rostoucími možnostmi moderní měřicí techniky roste i význam multiparametrových analýz, které mohou zahrnovat pokročilejší parametry a měření. Například využití porovnání 2D a 3D analýzy povrchu ve studii [20] posiluje informační hodnotu kvantifikace povrchu a poskytuje prostor pro technologický rozvoj a zvýšení přesnosti hodnocení kvality.

Literatura

- [1] ISO 21920-1:2021. Geometrical product specifications (GPS) - Surface texture: Profile - Part 1: Indication of surface texture
- [2] ISO 21920-2:2021. Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile – Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters
- [3] ISO 21920-3:2021. Geometrical product specifications (GPS) - Surface texture: Profile - Part 3: Specification operators
- [4] ISO 4287:1998 Geometrical product specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters
- [5] ISO 4288: 1998 Geometrical product specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Rules and procedures for the assessment of surface texture
- [6] ISO 25178-2:2021. Geometrical product specifications (GPS) - Surface texture: Areal - Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters
- [7] Stolárik, G., Klichová, D., Poloprudský, J. et al. Submerged surface texturing of AISI 304L using the pulsating water jet method. Arch. Civ. Mech. Eng. 24, 207 (2024). <https://doi.org/10.1007/s43452-024-01029-x> plošné
- [8] García-Rodiño, D.; Blanco-Rodríguez, J.; Cortada-García, M.; Fernández, S.; Porteiro, J. A numerical procedure for calculating roughness parameters for the Greenwood-Tripp model of asperity contact based on 3D measurements, Tribology International 2024, 200. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2024.110156>
- [9] Yuqin, W.; Wei, Z.; Jinyuan, T. Research on the correlation between roughness parameters and contact stress on tooth surfaces and its dominant characteristics, Measurement 2024, 238. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.115399>
- [10] Chen, J.; Tang, J.; Shao, W.; Li, X.; Yang, D.; Zhao, B.; Dong, H. A new numerical simulation method of 3D rough surface topography with coupling 3D roughness parameters S_{dr} , S_{dq} , S_{pd} , S_{pc} , and characteristic functions, Tribology International 2024, 200. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2024.110117>
- [11] Krajný, Z. Vodný lúč v praxi - WJM. Bratislava: Miroslav Mračko, 2001, 384 s. ISBN 80-8057-091-4
- [12] Summers, D. A. Waterjetting Technology. Oxford, 1995, 882 s. ISBN 0-419-19660-9
- [13] Momber, W. A., Kovacevic, R. Principles of Abrasive Water Jet Machining. In: Springer Science & Business Media, 2012, Technology & Engineering, 394 s. ISBN 978-1-4471-1574-8
- [14] Hloch, S.; Valicek, H. Vplv faktorov na topografiu povrchov vytvorených hydroabrazívnym delením, 1st ed.; SH: Presov, Slovakia, 2008; pp. 66–99
- [15] Mitařová, Z.; Klichová, D.; Botko, F.; Litecká, J.; Vandžura, R.; Mitař, D. Green Machining of NFRP Material. Machines 2023, 11, 692. <https://doi.org/10.3390/machines11070692>
- [16] Gautam, P.; Hajnys, J.; Mesicek, J.; Nag, A.; Ma, QP.; Petru, J. Effect of build position on surface roughness of SLM printed inconel 718, MM Science Journal 2024, 7469-7474. doi10.17973/MMSJ.2024_10_202406
- [17] Klichova, D.; Klich, J.; Gurkova, L. Study of quality of nine aluminium alloys surfaces created using abrasiv waterjet. MM Modern Machinery) Science Journal, March 2016, 892-895, DOI:10.17973/MMSJ. 2016_03_201608
- [18] Pruthvi Raj. S., Prashanth, M.H. Direct estimation of fractal dimension for an irregular surface using the roughness parameter approach, Measurement 2024, 236. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.115059>
- [19] Poloprudský, J.; Gamanov, Š.; Chlupová, A.; Klichová, D.; Nag, A.; Stolárik, G.; Hloch, S. Water droplet erosion assessment in the initial stages on AISI 316 L using kernel average misorientation, Tribology International 2024, 191. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2023.109165>
- [20] Stolárik, G.; Klichová, D.; Poloprudský, J.; Nag, A.; Hloch, S. Assessment of surface irregularities created by controlled liquid droplet on the surface of stainless steel AISI 304L, Engineering Science and Technology 2023, 47. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2023.101558>

Flexibilní řada výrobků pro stabilní čistotu s nízkými jednotkovými náklady na čištění

Ecoclean GmbH

ECOCLEAN

Společnost Ecoclean rozšířila cenově výhodný model EcoCompact o varianty L a XL, které splňují rozmanité požadavky všeobecného průmyslu. Nová produktová řada se třemi velikostmi pracovní komory a hmotností dávky až 150 kg umožňuje přizpůsobit kapacitu a čistící výkon přesně podle specifických požadavků podniku. Propracované detaily vybavení, účinný mycí mechanismus a vysoká energetická účinnost udržují nízké náklady na jednotku mytí. Kompaktní rozpouštědlové systémy typu plug and play lze navíc snadno převést z uhlovodíku na modifikovaný alkohol.

Rozmanitý sortiment všeobecného průmyslu zahrnuje díly vyráběné odléváním a obráběním, ohýbané, lisované a hlubokotažné díly, hydraulické a pneumatické součásti a spojovací materiál. V závislosti na následném procesu nebo použití musí díly vyrobené z různých materiálů splňovat různé, ale stále přísnější požadavky na čistotu částic a filmů. Vysoké výkony, zvýšené nároky na efektivitu zdrojů a v některých případech i nízké marže představují výzvu.

Nákladově efektivní a flexibilní čištění

V důsledku toho musí proces čištění zajistit čistotu v souladu s požadavky stabilním, udržitelným způsobem a s nízkými jednotkovými náklady. Pro tyto úkoly rozšířila společnost Ecoclean nákladově efektivní rodinu produktů EcoCompact o modelové varianty L a XL. Stejně jako u jeho menší sestry lze během provozu snadno přepínat mezi uhlovodíky a modifikovanými alkoholy (částečně polárními rozpouštědly), aniž by bylo nutné provádět přestavbu.

Dva nové kompaktní rozpouštědlové systémy typu plug and play mají pracovní komory o průměru 650 (L) a 750 mm (XL), což umožňuje velikost dávky 650 x 470 x 300 mm u verze L a 650 x 470 x 400 mm u verze XL. Maximální hmotnost dávky u obou systémů je 150 kg. Výkonná, frekvenčně řízená zaplavovací čerpadla zajišťují rychlé plnění a vyprazdňování pracovní komory. Během standardního vstřikování při zaplavení vytváří vysoký mechanický čistící účinek. Ten může být cíleně podporován pomocí volitelně integrovaného frekvenčně řízeného otáčivého pohonu pro rotaci a pozicionování dílů. Vzhledem k požadavkům na čistotu mohou být zařízení dále vybavena všemi dostupnými technologiemi pro čištění rozpouštědly, jako jsou například ultrazvuk a PPC.

K vysoké kapacitě a výkonu verzí L a XL přispívá také zvýšený výkon destilátu až 180 l/h a standardně dodávané kontinuální vypouštění oleje. Výhodou je také vertikální integrace zaplavovacích nádrží. Snižuje tvorbu usazenin a zabraňuje vzniku kapes s nečistotami. Výsledkem je delší životnost lázní, a tím i snížení provozních nákladů.

Pro čištění a konzervaci podle potřeby lze dvě zaplavovací nádrže, které jsou součástí základní verze všech zařízení EcoCompact, doplnit o třetí - plně integrovanou bez zvětšení instalační plochy. Každá z nich je vybavena filtrací v přívodním a zpětném potrubí pomocí sáčkových nebo vysoce výkonných filtrů a také obtokovou filtrací. Když už mluvíme o prostorových nárocích, při rozměrech 4 100 x 1 900 x 2 650 mm, resp. 4 400 x 2 100 x 2 655 mm jsou nové verze také mimořádně úsporné.

Působivá energetická účinnost a udržitelnost

Řada strojů EcoCompact zaujme také relativně nízkou spotřebou energie, které bylo dosaženo optimalizovanou systémovou technologií. K tomu patří skutečnost, že druhá zaplavovací nádrž a volitelná třetí nádrž jsou vytápěny teplem získaným z procesu destilace.

Stejně jako všechny rozpouštědlové čistící zařízení se i verze L a XL systému EcoCompact vyznačují vysokou flexibilitou z hlediska kompatibility s materiály. To znamená, že v jednom systému lze čistit součásti z různých materiálů. Kromě toho je lze používat i v oblastech, kde je spotřeba vody jako čistícího média a/nebo likvidace odpadní vody z čistících aplikací regulována. Předpokladem je vhodnost čištění rozpouštědlem, kterou může společnost Ecoclean ověřit prostřednictvím testů čištění ve svých testovacích centrech.

www.ecoclean-group.net



Obr. 1: Cenově výhodný model EcoCompact byl rozšířen o varianty L a XL pro širokou škálu úkolů v oblasti čištění ve všeobecném průmyslu. Díky promyšleným detailům vybavy, účinnému mycímu mechanismu a vysoké energetické účinnosti zajišťují tyto systémy nízké jednotkové náklady na čištění.

Řada	EcoCompact	EcoCompact L	EcoCompact XL
Maximální kapacita nádob	200 až 2500 g	200 až 2500 g	200 až 2500 g
Maximální výkon	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h
Maximální rychlost	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h
Maximální kapacita nádob	200 až 2500 g	200 až 2500 g	200 až 2500 g
Maximální výkon	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h
Maximální rychlost	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h
Maximální kapacita nádob	200 až 2500 g	200 až 2500 g	200 až 2500 g
Maximální výkon	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h
Maximální rychlost	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h	100 až 1000 g/h

Obr. 2: Řada výrobků EcoCompact se třemi velikostmi pracovní komory a hmotností dávky až 150 kg umožňuje přizpůsobit kapacitu a čisticí výkon přesně podle specifických požadavků podniku.



Obr. 3: Vertikální integrace dvou standardních zaplavovacích nádrží snižuje tvorbu usazenin a zabraňuje vzniku kapes s nečistotami, což vede k delší životnosti lázně. K tomu u verzí L a XL přispívá také zvýšený výkon destilátu až 180 l/h a standardně dodávané plynulé vypouštění oleje.

Problematika koroze na flotile letounů produkce

AERO VODOCHODY

Miluše Novotná, Martin Hynouš – Aero Vodochody Aerospace a.s.

Představení společnosti

Zabýváme se vývojem, výrobou letounů a poskytováním služeb pro výcvik na proudových letounech. Již více než 100 let podporujeme nejlepší piloty z celého světa. Dodali jsme přes 11 000 našich letounů, které se staly základem leteckého výcviku pro pět generací stíhacích pilotů. Máme celkem 60 zákazníků po celém světě. V současné době Aero Vodochody zaměstnává přibližně 1700 lidí. Při výrobě letounů spolupracujeme celkem se 400 dodavateli, z nichž 65% jsou tuzemští dodavatelé.



Projekty našich letounů

V současné době Aero Vodochody podporuje celou řadu projektů.

Z vlastní produkce jsou to především letouny L-39 Albatros, které v současné době procházejí generálními opravami, případně modifikacemi dle požadavků zákazníka (Afrika, Asie).

Dále provádíme podporu provozu a modernizaci letounů L-159 Alca a to v rámci AČR i zahraničních zákazníků.

Naším novým produktem je letoun L-39 Skyfox, který v současné době plní naši sériovou výrobu, v počtu 12 ks za rok. Letouny jsou již v provozu u prvního zákazníka, dalším zákazníkům budou předávány v následujícím roce.

Kooperační projekty

Kromě vlastní produkce máme velký podíl na programech aerostructures, kde jsme se podíleli na vývoji náběžné hrany letounu KC-390 (Embraer), kterou v současné době také vyrábíme spolu se zadní částí trupu a nákladovou rampou.

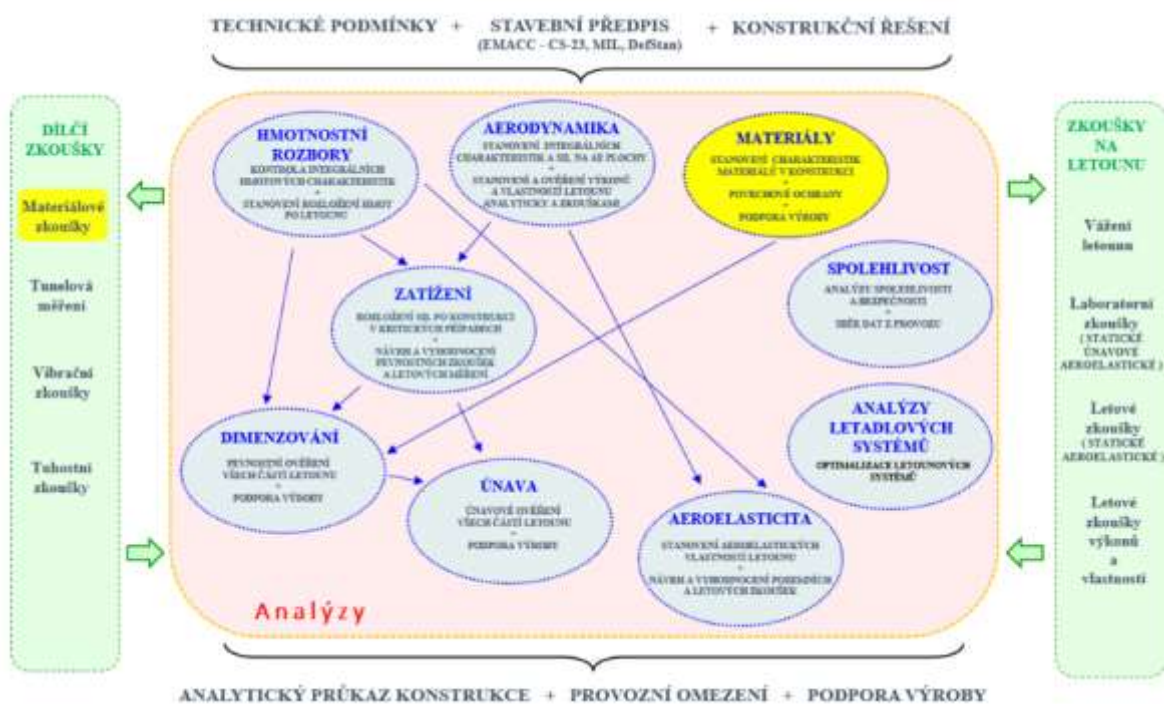
Pro letoun A220 (Airbus, původně C-100 firmy Bombardier) jsme vyvinuli a dnes vyrábíme náběžné hrany, a to ve vysokém počtu až 130 ks/rok.

Pro letoun A320 a A321 jsme pro firmu STEA vyvinuly přestavbu nákladových dveří pro konverzi z pasažérské verze na nákladní. Po 15 vyrobených kusech trupové sekce se od výroby z kapacitních a finančních důvodů ustoupilo.

Podporujeme i menší projekty jako např. vývoj a výroba podvozku pro L-410 nebo P2012 Traveller.

Materiálový engineering v AVA

V rámci vývojového pracoviště AVA, je materiálový engineering součástí oddělení Analýz (aerodynamika, hmoty, zatížení, dimenzování, únava a aeroelasticita,). V současné době hlavní náplní materiálového engineeringu podpora výroby, snaha zefektivnit a zachovat procesy, které jsou v AVA často unikátní (izotermické kalení materiálů, ...).



- Podporujeme generální opravy letounů.
- Vytváříme vnitropodnikové normy, provádíme audity vybraných procesů a školení v oblasti materiálů, jejich náhrad a tvorby metodik.
- V naší skupině se zaměřujeme se na kovy, nekovy a povrchové ochrany, což je jinými slovy problematika koroze.

Koroze

Koroze je samovolné, postupné porušení materiálů vlivem reakcí s okolním prostředím. Za ideální stav považujeme skutečnost, že koroze za celou dobu životnosti letounu nenastane. Bohužel ideální stav je nedosažitelný, ale díky možnostem povrchových úprav a ochran se mu můžeme významně, případně díky důkladným prohlídkám eliminovat již vzniklou korozi v jejím počátku.

V minulosti jsme u letounů naší výroby zaručovali životnost 25 let. Pokud po této době nebyl vyčerpán limit povolených letových hodin, mohly být letouny provozovány dále, a to v rámci prováděných modernizací. Pro nově vyráběné letouny L-39 Skyfox nyní zaručujeme životnost 35-45 let. Prodloužení možné doby životnosti bylo umožněno použitím moderních materiálů, které je možno nakoupit v mnohem vyšší letecké kvalitě než v minulosti. Vyšší kvalita je dána moderními způsoby zpracování již v hutích, kdy se daří eliminovat chemické prvky, které zhoršují materiálové vlastnosti.

Kvalitní materiál spolu s kvalitně provedenou povrchovou ochranou je důležitým faktorem pro splnění požadavku na vysokou dobu životnosti letounu.

Zmíněnou životnost dokážeme v krajním případě i obnovit v případech, kdy u majitele letounu došlo k ukončení provozu a údržby (např. kdy po 5 letech ledabýlého uskladnění v tropické oblasti požaduje obnovení provozu). Cena opravy je samozřejmě vysoká, nicméně i taková záchrana téměř zničeného letounu je v rámci generální opravy možná. Taková generální oprava v AVA probíhá řadu měsíců, ale na závěr opouští brány společnosti téměř nový letoun.

Koroze na letounech AVA

Letouny naší výroby jsou provozovány nejčastěji v korozně agresivních prostředích. Jedná se o letecké základny umístěné v pouštích (Arabský poloostrov), přímo u moře (východní Asie), v džunglích (centrální africký kontinent), případně v arktických oblastech severní Evropy. Kromě vlastní chemické agresivity daného prostředí (teplota, vlhkost, salinita, ...) působí na letouny také rázové klimatické změny, tj. rychlé přechody mezi teplým a studeným prostředím s vysokým dynamickým zatížením při letových manévrech (provozní podmínky letounu L39 SkyFox jsou mj. definovány v rozmezí teplot $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$; násobky působících sil $+8/-4\text{ G}$). Z těchto důvodů vycházíme při návrhu povrchové ochrany z historických zkušeností a pro jednotlivé sestavy stanovujeme korozní agresivitu prostředí C3 – CX (střední až extrémní). Pro vysvětlení a pochopení této problematiky existuje celá řada norem a odborné literatury.



Dopad korozní agresivity CX na letoun

Povrchové ochrany v minulosti

Mezi naší nejkvalitnější povrchovou ochranu patří bezesporu proces kadmiování pro ocelové díly a proces anodické oxidace pro hliníkové slitiny. Oba typy povrchových ochrany využíváme v Aeru již od 60. let minulého století.

Pro použití i těchto vysoce kvalitních povrchových ochrany existují jisté limity (provozní teplota dílů, rozměry dutin, výsledné pevnosti materiálů a s tím spojené úpravy procesů – pro díly s pevností nad 1800 MPa používat kadmiování s přísadkou titanu apod.).

Stávající, efektivní a léty prověřené povrchové ochrany si se sebou, na pomyslnou misku vah porovnání s alternativními procesy, nesou zátěž v podobě nebezpečných chemických vlastností látek používaných v těchto procesech – např. akutní toxicitu a toxicitu pro životní prostředí.

Současné povrchové ochrany vs. Regulace chemických látek

Zavedení nového typu povrchové úpravy v jakémkoliv průmyslovém odvětví je výzvou, v letectví obzvlášť. Nová povrchová úprava musí vykazovat stejné fyzikálně-chemické vlastnosti jako původní typ, případně lepší – v letectví nesmí dojít ke snižování požadavků ze zavedených standardů kvality. Dalším hodnotícím kritériem pro zavedení nového typu povrchové ochrany je ekonomické hledisko, jakékoliv zdražení na vstupu se nutně musí projevit i na výstupu produktu.

Aktuálním trendem v otázkách ochrany zdraví a životního prostředí je tlak na používání chemických látek méně škodlivých a méně zatěžujících složky životního prostředí. Tento požadavek se uplatňuje nejen v procesech povrchových úprav, ale postupuje napříč všemi obory.

Hlavním problémem stávajících povrchových úprav je použití šestimocného chromu (Cr6+), jehož negativní účinky na zdraví osob a životní prostředí jsou neoddiskutovatelné. Všechny sloučeniny/soli šestimocného chromu používané v procesech povrchových úprav jsou látky toxické, případně vysoce toxické, dále vykazují toxicitu pro životní prostředí, žíravost nebo dráždivost a další nebezpečné vlastnosti. Cílem je tak nahradit šestimocný chrom trojmocným chromem (Cr3+), který je v malém množství pokládán i za nezbytnou součást každodenní potravy.

Možnou cestou alternativních povrchových úprav jsou fyzikální úpravy (IVD, HVOF a další), avšak jejich implementace v masovém měřítku je velmi nákladná a není vhodná pro všechny aplikace.

Reach

V problematice zavádění náhrad je přístup EU a agentury ECHA (Evropská chemická agentura) velmi striktní. Základním nástrojem pro regulaci chemických látek je Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek (REACH). Každá chemická látka nebo směs, která vykazuje nebezpečné vlastnosti, je podrobena přezkumu, a pokud je vyhodnocena jako „závadná“ (tzv. SVHC), vydá Evropská komise pokyn k její regulaci. Pro regulaci SVHC látek jsou zavedeny dva hlavní způsoby:

- příloha XIV – Seznam látek podléhajících povolení
- příloha XVII – Omezení výroby, uvádění na trh a používání některých nebezpečných látek, směsí a předmětů

Pokud se zaměříme na sloučeniny šestimocného chromu z hlediska použití pro povrchové úpravy, potom první regulace byla zavedena již v roce 2013. Kromě způsobu použití byla regulována také oblast použití – tedy konkrétní průmyslová odvětví. Vzhledem k dlouhým vývojovým cyklům v leteckém průmyslu bylo umožněno používat tyto látky i v dalším období přezkumu, přičemž toto období slouží mimo jiné pro hledání a zavádění alternativních chemikálií/procesů. V prvním období přezkumu, ani ve druhém, které skončilo v letošním září, se nepodařilo nalézt a zavést adekvátní náhrady. ECHA a Evropská komise tedy pod tlakem leteckého průmyslu přistoupila k povolení třetí doby přezkumu.

Používání látek je nyní schváleno v režimu podle přílohy XIV Nařízení REACH (zpoplatněné povolení), avšak ECHA zároveň na výzvu Komise připravuje přesun látek do přílohy XVII, podle které se používání látek řídí jiným způsobem (plné a částečné omezení plus výjimky). Zásadní rozdíl mezi přílohou XIV a přílohou XVII spočívá mimo jiné v působnosti – zatímco o povolení k použití látek uvedených v seznamu dle přílohy XIV žádá uživatel (výrobce, distributor, následný uživatel, ...), o použití a nastavení výjimek pro látky vedené v příloze XVII rozhodují členské státy prostřednictvím Evropského parlamentu.



Mohlo by se tedy zdát, že můžeme pokračovat ve výrobě bez jakýchkoliv změn, opak je však pravdou. Důvodem pro změny je především fakt, že objem vyráběných letounů pro civilní letectví je mnohonásobně vyšší než letounů vojenských. Výrobci důležitých chemických komponentů jsou však pro oba segmenty letectví stejní. Investovali řadu let a nemalý objem financí do vývoje látek na jiné bázi, než je šestimocný chrom a zcela logicky pak nechtějí platit pokuty za použití zakázaných látek pro minoritní odběratele a postupně přecházejí na požadavky EU a ECHA. I když produkce 12 letounů ročně je v rámci ČR relativně velká výroba, tak z pohledu výrobců chemických látek je toto číslo naprosto zanedbatelné.

Tím se i výrobci vojenské letecké techniky dostávají do potíží. Brzo nebude na dostupném trhu nikdo, kdo by dodával potřebné látky na původní procesy povrchových ochranných. V důsledku této situace bude pro zachování garance životnosti 45 let letounu L-39 Skyfox nutno provádět více generálních oprav, a to včetně kompletní obnovy povrchových ochranných.

Je to velká změna, kterou musíme řešit, a to ve spolupráci s dodavateli dílčích produktů pro výslednou povrchovou ochranu.

Dopad změn v rámci přechodu na nové požadavky EU je však komplexnějšího charakteru. Je nutné věnovat pozornost vydaným typovým certifikátům pro jednotlivé zákazníky, které jsou vydávány na celek letounu, tedy letoun včetně systému povrchové ochrany. Nové systémy povrchových ochranných patří tak do významných změn z pohledu letové způsobilosti a je nutné získat schválení dohledového úřadu pro danou změnu.

V současné době bohužel neplatí pravidlo, že za jeden druh povrchové ochrany můžeme použít jiný se stejnými vlastnostmi. Důvodem je skutečnost, že plnohodnotné náhrady prostě neexistují. Vždy se tedy musí jednat o kompromis, kdy je nutno zvážit dopady na jednotlivé vlastnosti a zvolit takovou variantu, která je nejvýhodnější.

Problémem je vedle snížené efektivity povrchových ochranných i v tloušťce povlaku. V případě přechodu na systémy obsahující jen Cr+3 dochází k nárůstu tloušťky vrstvy povrchové ochrany a s tím jsou spojené i problémy při konečné montáži. Mnohdy je totiž nutno stykovat díly s přesnými tolerancemi, které nejsou v důsledku větších tlouštěk povrchových ochranných dodrženy. Změna povrchové ochrany tedy povede i ke změnám ve výkresové dokumentaci z pohledu geometrie dílů.

Ve spojení s hledáním alternativ se objevují i nové směry v oblasti zkoušení povrchových ochranných. Přední výrobci letecké techniky (Boeing, Airbus, Safran) upozorňují na nevhodnost stávajícího zkušebního systému povrchových ochranných vzhledem k požadavkům REACH. Bude nutný výzkum, který zkoušky uzpůsobí novým látkám, které v současné době nejsou například vůbec vyhodnocovány.

Výrobci povrchových ochranných (resp. celých systémů, včetně nátěrů) vyvíjejí ve velkých týmech nové aplikace již od roku 2003. Velmi často ovšem jen s částečnými výsledky. Vzhledem k nepřekonatelným vlastnostem šestimocného chromu fungujícího jako bariéra vzniku korozního napadení je v nových systémech zařazováno lithium. Výsledky aplikací nátěrů obsahující lithium jsou lepší než aplikace obsahující pouze trojmocný chrom. Tato látka zřejmě pod vlivem velkého tlaku na provoz lithiových baterií v elektromobilech nebude s velkou pravděpodobností úředníky EU zakázána. Nicméně z pohledu celkového dopadu na zdraví lidí, je to jen výměna „známého špatného“ za „méně známé špatné“.

V AVA se snažíme spolupracovat s dodavateli systémů povrchových ochranných. Je však vždy nutné vyhodnotit změny z celkového pohledu. Ke spolupráci využíváme kapacitu akreditovaných zkušeben, ale také spolupracujeme s ČVUT v rámci diplomových prací např. při zkoumání dílčích vlivů jednotlivých procesů.

Ukazuje se, že problematika REACH bude do budoucna velká výzva všech oblastech. Proto se i v AVA snažíme vybudovat moderní vývojové centrum materiálů, které by mělo umět pružně reagovat na podněty od našich dodavatelů i zákazníků.

Snížení nákladů na energie a redukce uhlíkové stopy v lakovnách

Milan Kalivoda, Zbyněk Koníček – RECUTHERM s.r.o.

Článků začínajících slovy „snížení nákladů nebo redukce CO₂“ je ve všech médiích v současné době nespočet. Vzpomínám si na průmyslové fabriky před pár lety, které ani netušily, jaké jsou vlastně reálné náklady na energie a nikdo nevěděl, jak by se CO₂ dalo vůbec redukovat.

Dnes je vše jinak a díky celosvětovému vývoji v oblasti energií jsou tyto otázky na denním programu. Pokud se soustředím na oblast povrchových úprav a lakoven především, jsou zde možnosti opravdu kolosální.

Zaměřím se na modelovou situaci klasické průběžné práškové lakovny s běžným celkovým instalovaným výkonem okolo 1 MW a lakovanou plochou okolo 1-2 mil. m²/rok. Ve většině případů jsou nejzásadnější spotřeby energie pro předúpravu, sušení a vypalování práškové barvy, obvykle zemní plyn nebo elektřina.



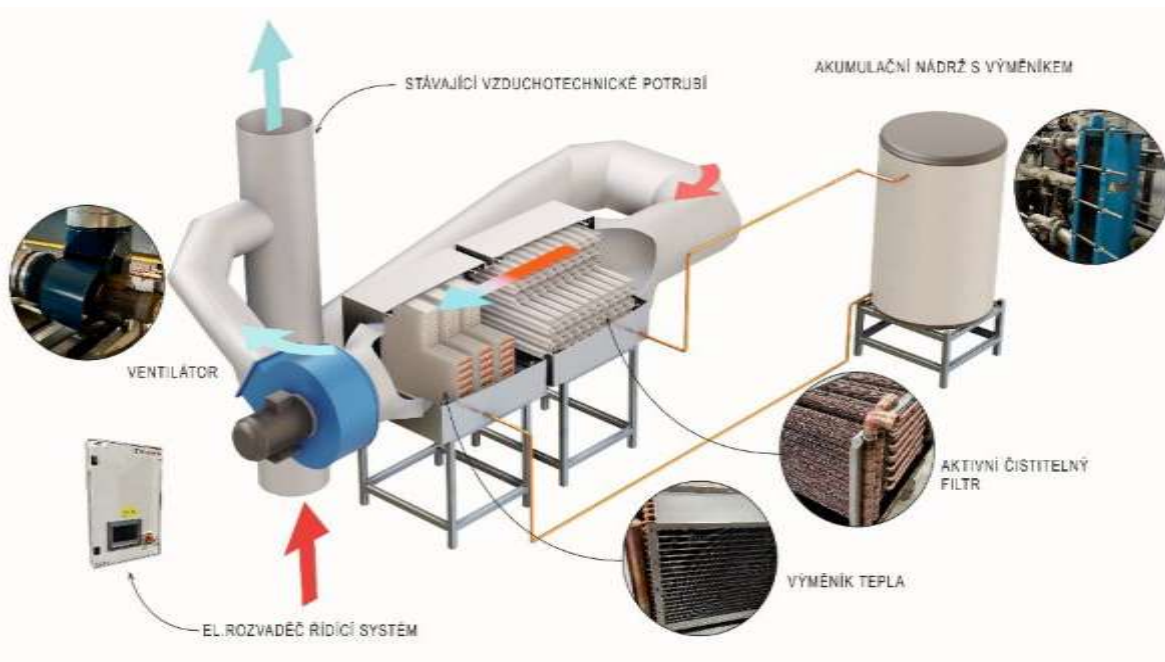
Technologicky je nutné nejdříve provést chemickou předúpravu materiálu, a to za pomoci ohřevu na teploty mezi 50–60 °C. Tzn. potřebujeme plynový hořák, sestavu kotlů nebo alternativu, např. elektřinu. Výkon? Stovky kW, dejme tomu 200 kW kotel.

Dalším krokem je sušení, tedy u komerční lakovny nejméně 100 °C, ale není výjimkou ani teplota 150 °C a více. Výkon? Stovky kW, opět 200 kW plynový hořák.

Následně po aplikaci prášku potřebujeme vypalovací pec s teplotou mezi 160–220 °C. A zase další výkon na ohřev materiálu, dejme tomu 400 kW.

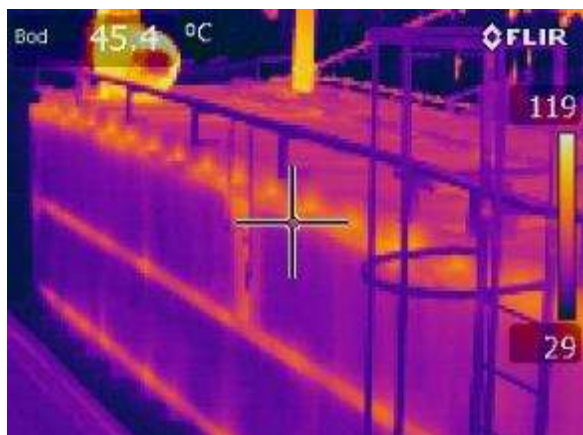
K tomu připočítáme elektrickou energii 100–200 kW a máme 1 MW energie „pod jednou střechou“ a také nad střechou, protože počet odsávacích potrubí z lakovny není malý. Produkce tepla, zatížení obsluhy, energetické náklady a také produkce CO₂ jsou tedy otázky, na které hledáme odpověď.

Jedním z možných řešení, které umožňuje snížit náklady na energii a redukovat CO₂, je **REKUPERACE vzduchu**. Odtahová potrubí především z průmyslových pecí (sušicí, vytvrzovací, popř. pece po KTL) disponují docela velkým množstvím vzdušiny, které lze vrátit do technologie ve formě teplé užitkové vody. Samozřejmě je nutné se vypořádat se zanášením a kondenzací na výměníku, zvládnout měření a projekt, správnou integraci do systému lakovny apod.



Výsledkem však může být snížení potřebného výkonu pro ohřev technologických van, popř. napojení na ohřev TUV či jiné alternativy vytápění. U naší modelové technologie lze dosáhnout snížení výkonu o 10 % a to už jsou krásné úspory. Návratnosti (ROI) do 2-3 let se dá dosáhnout velice snadno. Velký vliv má samozřejmě dostatečný fond pracovní doby a jistě také momentální cena energií, která dosáhla v minulém období snad všech hranic.

Zodpovědný provozovatel lakovny se snaží vždy nejen o přesnou kalkulaci lakované plochy na 1 m² (výrobek), ale také o ekologickou kalkulaci, tedy uhlíkovou stopu výrobku. V našem modelovém případě můžeme hovořit o redukci CO₂ v řádech desítek, spíše 100 tun ročně, a to je jistě významné číslo.



Disponujete podobnou technologií? Máte průmyslové pece, ze kterých odsáváte významné množství vzduchu? Nebo si jen chcete být jistí, že máte vše pod kontrolou? Neváhejte se na nás obrátit.

www.recutherm.cz

Odborné vzdělávání

Ústav strojírenské technologie Fakulta strojní ČVUT v Praze a Centrum pro povrchové úpravy v rámci celoživotního vzdělávání v oboru povrchových úprav připravují dvousemestrální studium

Povrchové úpravy ve strojírenství – Korozní inženýr

Certifikace pracovníků v oblasti protikorozních ochran a povrchových úprav

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

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



Kvalifikace a certifikace v tomto oboru představuje nejen splnění požadavku dostatečné praxe, ale též absolvování dokumentovaného školení ve schváleném školicím středisku Certifikačním sdružením pro personál z.s. - APC a fyzickou (zrakovou) způsobilost.

Studijní skupina v počtu 20 posluchačů složená ze zájemců z firem v ČR i SR se zúčastňuje dvoudenních výukových bloků jedenkrát za měsíc, tedy celkově 13krát během celého studia. Posluchači tak vyslechnou přednášky více jak 20 specialistů z oboru protikorozních ochran a povrchových úprav. V rámci studia obdrží uchazeči odborné texty k daným přednášeným okruhům. Celkový rozsah studia je cca 150 hodin přednášek, cvičení a exkurzí.

Termín zahájení studia Korozní inženýr – 11. února 2025

Do studia je možné se ještě přihlásit

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



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

GALVANICKÉ POKOVENÍ

ZAHÁJENÍ KURZU – dle počtu přihlášených

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

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

Obsah kurzu:

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



V případě potřeby připravíme program dle požadavků firmy.

Garanti kurzu:

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

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)
(3 x 2 dny)

Místo konání: **FS ČVUT v Praze**

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

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

Odborné akce



POŘÁDÁ

09/4 – 10/4/2025

ODBORNÝ SEMINÁŘ
**TECHNOLOGIE
ČIŠTĚNÍ
A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ**

HOTEL
ZÁMEK ČEJKOVICE



MEDIÁLNÍ PODPORA

*Technický týdeník***KONSTRUKCE****STROJÁRSTVO
TROJIRENSTVÍ**

PARTNER



BVV

Veletřhy
Brno**W** POVRCHARI.CZ

From A for absolutely burr-free
to Z for zero particles

parts2clean

International Trade Fair for
Industrial Parts and Surface Cleaning

7–9 October 2025
Stuttgart • Germany
parts2clean.de/en

Highlight Topics:
HIGH PURITY
DEBURRING

parts2
clean



Experience the surface of tomorrow

Surface Technology GERMANY

International Trade Fair
for Surface Technology

9–11 June 2026
Stuttgart • Germany
surface-technology-germany.de/en

More
Information:



Surface
Technology
GERMANY





 **66.**

MEZINÁRODNÍ STROJÍRENSKÝ VELETRH

7 — 10/10/2025

VÝSTAVIŠTĚ BRNO

DIGITAL
FACTORY



3DEXPO



BVV
Veletřhy
Brno

Inzerce



1

Teplota vzduchu v okolí usměrňovačů je příliš vysoká pro chlazení vzduchem (40°C a více)

2

Prostředí je příliš prašné nebo agresivní pro efektivní chlazení vzduchem

3

Chcete snížit tepelné namáhání, abyste optimalizovali životnost a výkon usměrňovačů

4

Používáte korozivní alkalické roztoky nebo prášky, které generují jemné částice

5

Nechcete být nuceni izolovat svůj chladicí systém v odděleném prostředí



A zde je jeden důvod navíc:

[Vodou chlazené usměřňovače FlexKraft™](#)

od KraftPowercon mají záruční dobu prodlouženou na 3 roky v případě objednání do konce roku 2024



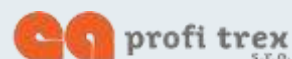
Kontaktujte nás

Ing. Štěpán Krtička

Tel.: +420 734 424 272

E-mail:

stepan.krticka@gaprofitrex.cz



**KRAFT
POWERCON**

We won't let you down

Swedish design. Swedish quality. We're in business since 1935



VÝVOJ |
PROJEKCE |
VÝROBA |
MONTÁŽ |
SERVIS |



KOMPLEXNÍ DODAVATEL ZAŘÍZENÍ NA POVRCHOVÉ ÚPRAVY MATERIÁLŮ
A ZNEŠKODŇOVÁNÍ PRŮMYSLOVÝCH ODPADNÍCH VOD



KOVOFINIŠ a.s. | Podolí 600 | Ledeč nad Sázavou | www.kovofinis.cz

Jsmo moderní česká firma z Ledče nad Sázavou s tradicí sahající až do roku 1951. Již od svého založení se zabýváme vývojem a výrobou zařízení pro povrchové úpravy. Za dobu své existence jsme úspěšně realizovali projekty po celém světě a naše kompletní technické, vývojové i výrobní zázemí umožňuje dodávat zařízení navrhovaná na míru zákaznických potřeb.

Díky neustálému rozvoji know-how jsme předními evropskými výrobci zařízení pro povrchové úpravy a zneškodňování průmyslových odpadních vod. Náš tým zkušených odborníků je připraven vypořádat se s jakýmkoli projektem, ať už se jedná o malé zakázky nebo velké sériové výroby. Snažíme se vždy překonávat očekávání našich zákazníků a ručíme za navrženou technologii, výrobu jednotlivých částí, instalaci a funkčnost celku jakož i námi prováděné servisní služby. Dále jsme připraveni poskytnout zkušenosti našich odborníků při jednání s úřady a orgány životního prostředí. Pokládáme za samozřejmost, že veškerá zařízení zajišťují maximální šetrnost vůči našemu životnímu prostředí.



GALVANICKÉ LINKY



ČISTÍRNÝ
ODPADNÍCH VOD



LAKOVNY



WWW.PKIT.CZ

TRYSKACÍ ZÁŘÍZENÍ IBIX | SACÍ TRYSKACÍ KABINY A PŘÍSLUŠENSTVÍ | HADICE | TRYSKY A PISTOLE | SPOJKY A DRŽÁKY | OCHRANNÉ POMŮCKY | DÁLKOVÉ OVLADAČE



AUTOMATICKÉ TRYSKACÍ ZÁŘÍZENÍ BMF



PÍSKOVACÍ BOXY



ROBOTICKÉ LAKOVÁNÍ S 3D SKENOVÁNÍM



PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO PÍSKOVÁNÍ



PÍSKOVACÍ ROBOT BLASTMAN ROBOTICS



ABRAZÍVA

TEL.: +420 775 011 320 | WEB.: WWW.PKIT.CZ | E-MAIL: INFO@PKIT.CZ

recognoil
.com

Bud'te připraveni na budoucnost

Detektor Recognoil® 3W

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

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

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

Průmysl 4.0

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

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

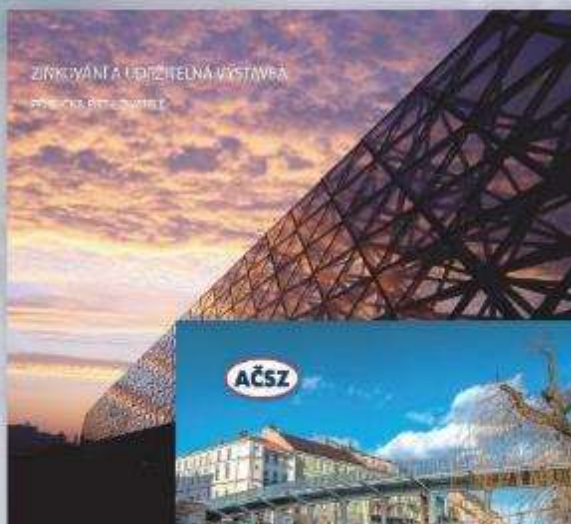
- lakování
- galvanické pokovení
- povlakování
- vakuová technika
- optimalizace procesů odmašťování a čištění
- tváření
- svařování, pájení
- dočasná protikorozní ochrana
- lepení
- a mnohé další



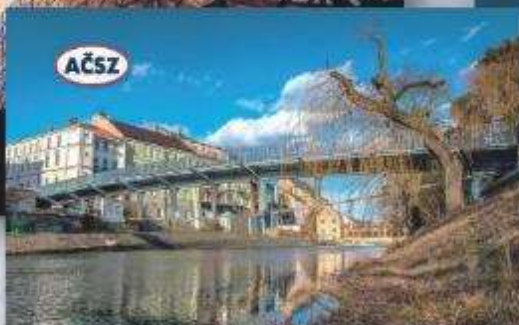
TechTest, s.r.o. | www.techtest.cz | info@techtest.cz | +420 774 452 995



ASOCIACE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH ZINKOVEN



Maximum informací o žárovém zinkování najdete v nových nebo aktualizovaných publikacích, které si můžete objednat v kanceláři asociace.



www.acsz.cz



Certifikační sdružení pro personál - APC, z.s.

NABÍDKA SLUŽEB

Podnikatelská 565, 190 11, Praha 9

**KVALIFIKACE
A CERTIFIKACE**

APC jako nejstarší akreditovaný certifikační orgán v ČR zajišťuje personální certifikaci a kvalifikaci technického personálu. APC je akreditováno Českým institutem pro akreditaci (ČIA, o. p. s.) v souladu s požadavky normy ČSN EN ISO / IEC 17024 : 2013



Pro pracovníky v oboru:



NEDESTRUKTIVNÍ DEFEKTOSKOPIE

- nedestruktivní defektoskopie podle standardu **Std-101 APC** (pro NDT metody AT, ET, FT, LT, MT, PT, RT, UT a VT)
- specifické činnosti NDT standard **Std-202 APC**
- specifické činnosti NDT standard **Std-201 APC**



KOROZE A PROTIKOROZNÍ OCHRANY

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

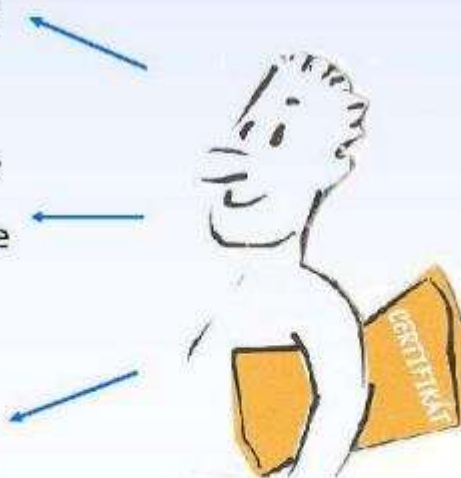


TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ KOVŮ

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

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

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



Kontaktujte nás: www.apccz.cz info@apccz.cz tel.: 246 061 395

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

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

Povrcháři ISSN 1802-9833

Šéfredaktor

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

Redakce

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

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

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605868932

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Redakční rada

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

prof. Ing. Andrea Kalendová, Univerzita Pardubice

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

doc. Ing. Václav Machek

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

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

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

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

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

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