Povrchové úpravy

Odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky

27. ROČNÍK (2024)

ČÍSLO 2



LD s.r.o.
TISKÁRNA PRAGER
PRAGER PUBLISHING

Nový vydavatel
LD s.r.o. Prager Publishing

www.povrchoveupravy
www.prager-print.cz

Povrchové úpravy
Odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky



Interpon®
POWDER COATINGS
Industrial

Vyniknout z davu

Práškové barvy Interpon umožňují kombinovat styl chromování s výhodami práškového lakování. Poskytují zářivý metalický povrch bez použití těkavých organických sloučenin a bez vzniku nebezpečného odpadu.

Interpon Cr vám umožní vytvořit dokonalou alternativu v jednoduchém dvoufázovém procesu, který vám ušetří čas, peníze a nepohodlí, aniž byste museli obětovat výkon nebo životní prostředí.

Interpon. Vaše osobní maximum.

industrial.interpon.com

AkzoNobel

Povrchové úpravy

ročník 27. (2024) / číslo 2

- Nátěrové hmoty
- Stříkací zařízení
- Technologie lakoven
- Tmely, lepidla, izolace
- Konzervace
- Předúpravy, chemikálie
- Povrchové úpravy ve stavebnictví
- Smluvní lakování
- Projekce a poradenství
- Ekologie
- Likvidace odpadů
- Předpisy, zákony, normy
- Jakost, certifikace
- Měření

Vychází: 4x ročně
Vydavatel: LD, s.r.o. - PRAGER PUBLISHING, 2024
Elišky Přemyslovny 1335, 156 00 Praha 5 – Zbraslav
IČO: 65415744
Distribuce: Nakladatelství Olympia, s.r.o
Šéfredaktor: Bohuslav Hatina, tel.: 774 647 915
Redakce: tiskarnaprager@prager-print.cz
Grafická úprava: prager-print.cz
Ev. č. MK ČR E 7988 / ISSN 0551-7354
Cena jednoho vydání je 73 Kč.
Cena ročního předplatného je 292 Kč včetně poštovného.
Objednávky na odběr časopisu a inzerci přijímá redakce.
Zveřejněné články nevyjadřují názor redakce.

Toto číslo vyšlo: 4. 7. 2024 v Praze.
www.povrchoveupravy.cz

Josef Klement: Tvrdé chromování lze v mnoha případech nahradit chemickým niklováním 2

Jaroslav Dospěl, Ondřej Janča, František Herrmann: Korozni odolnost galvanicky vyloučenych zinkovych povlaků 4

Jozef Klus, Vladimír Kohout: Ekologická alternativa k zinečnatému fosfátování 11

Václav Holeček: Optimalizace procesu kontroly povrchových úprav v brněnském závodě Hitachi Energy 13

Petr Podzimek, Zuzana Andršová, Pavel Kejzlar: Mikroskopické hodnocení vad galvanicky povlakovaných polymerních dílů 16

Gustav Hájek: EcoSupply P Core minimalizuje ztráty barvy a rozpouštědel 20

Martin Hublar: Práškové nátěrové hmoty – záruka dlouhodobé životnosti 22

Tomáš Pidima: FASTRIP T2 120-MIX – nové trendy v chemickém odlakování 24

Doris Schulz: Analýza a optimalizace čistících procesů 26

Peter Stuchlík: Předúpravy ocelí před finálními povrchovými úpravami 28

Vojtěch Buleca: Budoucnost technologie tryskání suchým ledem 30

Libor Vodehnal: Neutralizační stanice pro likvidaci odpadních vod z výroby výbušnin 34

Tomáš Fuka: Alternativní zdroje oplachových vod a jejich optimální využití 36

Zdeněk Jonák, Viktor Kreibich: Čištění vodou v průmyslu pomáhá nahrazovat drahou pyrolýzu 40

Petra Schejbalová: SANAKRYL TOP Thermo: Termoizolační nátěr pro ploché střechy 41

Zdeňka Trávníčková: Konference Projektování a provoz povrchových úprav 42

Tvrdé chromování lze v mnoha případech nahradit chemickým niklováním

Josef Klement

Chemická redukce niklových solí použitím fosfornanu byla objevena již v roce 1844 Würtzem. V roce 1916 si Francouz Roux patentoval v USA bezproudové vylučování z lázní, které obsahovaly citran nikelnatý a fosfornan. Technické využití bezproudového niklování se však podařilo teprve v letech 1946-1947 americkému „Bureau of Standart".

V roce 1952 po pětileté výzkumné práci se firmě G.A.T.C. podařil vznik prvního průmyslového procesu chemického niklování pod označením KANIGEN (KAtalytic NIckel GENeration). V Německu vlastnila licenci na chemické niklování KANIGEN jako jediná firma Heinrich Schnarr OHG, která zavedla až v roce 1966 do provozu první průmyslové využitelné chemické niklování jako placenou službu pro průmysl. Ve Francii však byla využívána zařízení v praktickém provozu již řadu let před Německem.

Začalo to díly na textilní stroje

V Československu patřila mezi firmy, které průmyslově začaly využívat technologii chemického niklování, Zbrojovka Vsetín, zejména pro díly na textilní stroje, součásti pro armádu (např. katapultáže do letadel apod.).

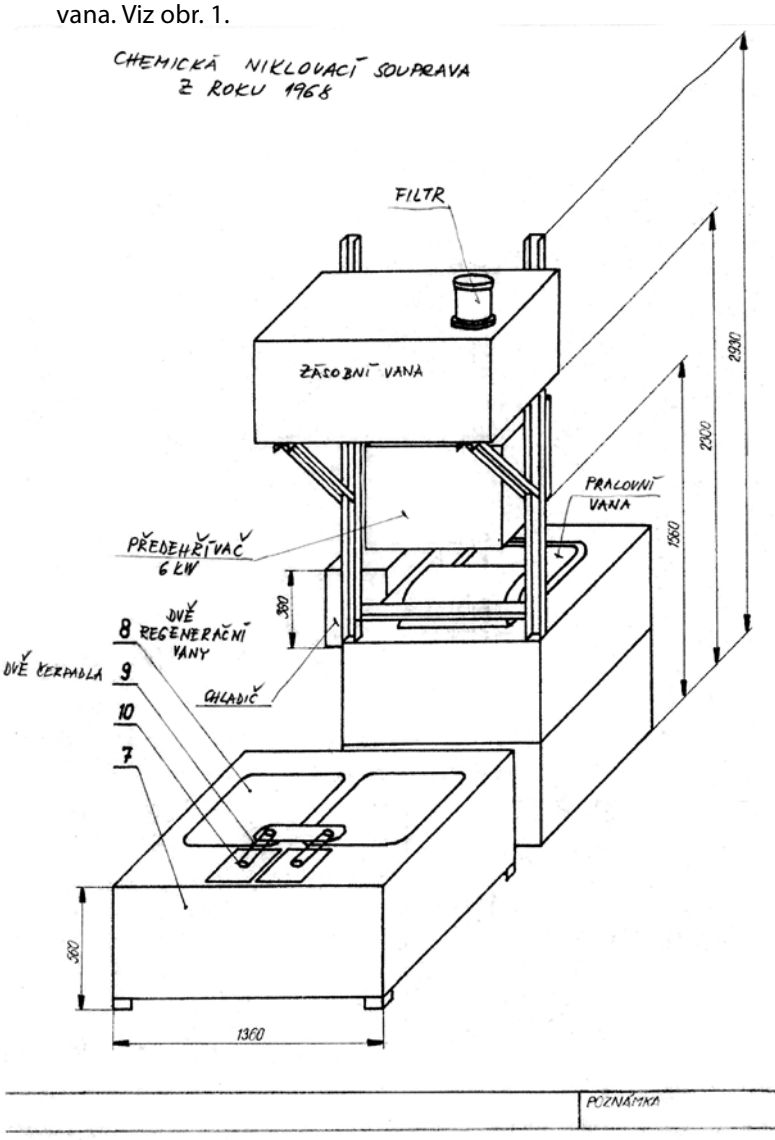
Jednalo se o dílce ocelové i hliníkové slitiny, často s několika tolerovanými rozměry, případně i s následným vytvrzením s cílem získání vyšší tvrdosti povlaku. Pro získání vyšší kvality a životnosti dílů a jejich testováním ve státních zkušebnách se postupně upravovaly i typové postupy povrchové úpravy vytypovaných dílů, často s dodatečným chromátováním v lázních na bázi šestimocného chromu.

Následovala Chotěboř

Ve třísměnném provozu pracovalo 6 niklovacích souprav ve 100litrových pracovních vanách s kyselinovzdorným smaltem CHEPOSU CHOTĚBOŘ s cirkulací 300 l lázní s nepřímým ohřevem pracovní vany v olejovém médiu. Technologie řídila neustále dílenská laboratoř se střídáním dílů z oceli a hliníkových slitin se snahou zvýšení životnosti lázní. Lázně pro zinkátové moření hliníkových dílů byly velice koncentrované (s 500 g/l NaOH a 100 g/l ZnO), což vyžadovalo zejména obtížné oplachování dílů před niklováním a snižovalo životnost niklovacích lázní. Lázně byly na bázi $NiSO_4$, kyseliny mléčné a octanu sodného.

Rozmístění 6 vanových souprav na chemický nikl s předúpravou „OCEL" a „HLINÍK", s výrobou ionizované vody v množství 800l/24hod, s vytvrzovací šachtovou pecí, omílacím bubnem a sklopnými bubny pro leštění lamel, navazovalo na OTK a laboratoř. Téměř všechny díly pro armádní účely a lamely byly 100% kontrolovány. Lamely se zalévaly do „žlábků" a jen třeba 1 špatný kus znehodnotil žlábek s cca 50 ks lamel. Lamely se navlékaly do pružinových závěsů, aby se zamezilo jejich vzájemnému dotyku.

Koloběh lázně: pracovní vana – chladič – regenerační vany – filtr – zásobní vana – předehřívač – pracovní vana. Viz obr. 1.



***Obr. 1** – Chemická niklovací souprava z roku 1968*

Doplňování chemikálií se provádělo do regeneračních van.

Nárůst výroby ve firmě si však později v roce 1982 vyžádal hlavně pro díly na textilní stroje moderní zařízení, která dodala německá firma Blasberg. Součástí dodávky byla i lázeň typu KANIGEL Chemnilyt K. Technologie byla postupně upravována, provozní závady odstraňovány. Doplněno bylo např. tuzemské zařízení pro anodickou ochranu nerezové niklovací vany, potrubí, ohřívače a chladiče, což dodavatel technologie tenkrát nezvládl.

Přínos pražských chemiků

Anodická ochrana vany pro chemické niklování (vyrobena z korozivzdorné oceli ČSN 17246) zabraňovala nežádoucímu vylučování niklu na stěně vany při teplotách nad 50 °C. Vylučování niklu je zde zabráněno posunutím potenciálu vany směrem do anodické oblasti; tím se potlačí katodická reakce, t.j. vylučování kovu. Anodickou ochranu linky Kanigen vyřešila projektová inženýrská organizace CHEMOPROJEKT Praha – středisko chemické techniky v roce 1988.

Kusová výroba pro armádní a letecký průmysl se však nadále niklovala již osvědčenou technologií s ruční obsluhou van a pro zajištění tolerovaných rozměrů po niklu. Po skončení výrob ve Zbrojovce Vsetín došlo k jejímu rozštěpení.

Od roku 1999 se chemickým niklováním začala zabývat i firma Z-PRECIS, s. r. o., která na základě zkušeností jednoho ze svých majitelů zaručovala kvalitu procesů všech technologií, zejména pak ověřování všech lázní od nových dodavatelů (např. MAG, Dr. – Ing. Max SCHLÖTTER, Enthone OMI, SurTec, ATOTECH, MacDermid Enthone, Metallchemie, Coventya, DONAUCHEM, aj.) Než byly technologie zavedeny do trvalého výrobního procesu, byly odzkoušeny a vyhodnoceny, zda je můžeme používat bez snížení kvality pro naše zákazníky.

Důležitost předúpravy před niklem

Byla vždy vybrána technologie zajišťující kvalitu a hospodárnost. Největšího úsilí našich pracovníků si vyžádaly zejména procesy spojené s technologiemi chemického niklování, a to jak ocelí, tak slitin hliníku včetně proškolení a kvalitního zapracování zaměstnanců. Důležité jsou zde však i kvalitní předúpravy před chemickým niklem, zejména odmaštění a hlavně zajištění odzkoušeného vybavení vany s odpovídající filtrací, ohřevem, oběhem lázně apod., což pokládáme za jednu z nejdůležitějších kritérií zajištění kvality procesu. Důležitý krok přišel také s automatickým dávkováním chemikálií do lázní chemického niklování.

Je důležité mít na zřeteli, že kvalita procesu odmaštění před chemickým niklem je důležitější než před elektrolytickými galvanickými procesy. Vyráběná mazadla, konzervační a jiné přípravky se stávají vážným problémem při odmašťování. Obsahují často nenasycené mastné kyseliny, různé vosky, teflon, grafit, molybden, kovová mýdla apod. Většina z nich je zejména po zaschnutí těžko odstranitelná. Řada zákazníků nepřizná příčinu vzniku vad po niklu, vinu se snaží nechat na galvanovně.

Navíc je nutné sledovat v poslední čtvrtině životnosti chemické niklovací lázně balastní látky – zejména fosforitan, který nejvíce ovlivňuje její krátkou funkčnost. Je dobré testovat častěji přilnavost povlaku v této fázi lázně.

U ocelových dílců, kde je vyžadována vyšší tvrdost povlaku (cca nad 600HV), musí konstruktér stanovit, zda je možné vytvrzení (250 °C nebo 300 °C po dobu 2,5 až 3 hodin). Nesmí dojít k předchozí změně kvality tepelného zpracování dílce. U inertní atmosféry lze vytvrzovat 400 °C/1hod.

Pokovení hliníkových dílců bezproudovým niklem vyžaduje, aby se lázeň neznečistila zinkem, železem a hliníkem. Zanesením zinkátového mořidla jako rozpuštěním zinkátového filmu dochází ke snížení životnosti niklovací lázně.

Sledování pH lázně

Je proto vhodné, aby se na zinkátovém filmu vytvořila ještě tenká chemická niklová vrstvička, která následně zabraňuje znečištění niklovací lázně.

Lázeň pracuje za pokojové teploty; je nutné ale stabilně sledovat její pH (9,5-10), které nesmí klesnout pod 9,5, i když se na ní nepracuje.

Odmaštění a moření hliníkových dílů před zinkátovým mořením probíhá jako u dílů před eloxováním. Po dvojité úpravě v zinkátové lázni a odstranění vrstvy v HNO3 s krátkým opětovným mořením na 5–15 sekund, oplaších, předniklováním za studena a oplachu je pak možné dílec chemicky niklovat. Při předniklování za studena je vhodné vždy opticky kontrolovat vývoj plynu na povrchu hliníku.

Nové poznatky z oblasti technologií povrchových úprav se nejčastěji získávaly na přednáškách ČSVTS ve Valašském Meziříčí a Novém Jičíně, Domu Techniky ZSVTS Bratislava a Žilina a jeho konferencích v Jihlavě a Bratislavě.

V současné době patří k nejvýznamnějším subjektům v tomto oboru mezinárodní galvanické konference České společnosti pro povrchové úpravy a Slovenskej spoločnosti pre povrchové úpravy, kde se oblasti funkčnosti povlaků (chemický nikl a chrom) nejvíce věnuje Ing. Ladislav Obr, CSc.

V dnešní době, kdy se upouští od technologií s šestivalentním chromem, často dojde k tomu, že tvrdé chromování u řady případů bude možné nahradit chemickým niklem. Je to jen otázka posouzení funkce jednotlivých součástí v daném stroji, odzkoušení a případné provedení změny, když dílec vyhoví daným podmínkám. ■

Korozní odolnost galvanicky vyloučených zinkových povlaků

Jaroslav Dospěl, Ondřej Janča, František Herrmann

Příspěvek shrnuje základní způsoby galvanické úpravy ocelových dílů zinkem nebo jeho slitinami s ohledem na základní vlastnosti těchto kovových povlaků. Soustřeďuje se výhradně na jejich protikorozní odolnost a cituje základní normy a standardy, definující tuto odolnost pro jednotlivé typy povrchové úpravy (dále také PÚ) s ohledem na tloušťku povlaku, použitou pasivaci, případně dodatečné utěsnění. V závěru pak příspěvek přináší výčet základní korozních laboratorních zkoušek, které jsou dnes dominantně využívány pro ověřování protikorozní odolnosti těchto povlaků, včetně ilustrujících obrázků stavu vzorků po zkouškách.

Konstrukční materiály na bázi železa, ať už litiny nebo oceli, podléhají vlivem prostředí korozi. Protikorozní ochrana má proto za cíl zamezit nebo výrazně zpomalit korozi na povrchu materiálu tak, aby byla zajištěna životnost výrobku po celou dobu jeho používání. Pro nelegované a nízkolegované oceli je technologicky vhodným a cenově přijatelným způsobem protikorozní ochrany vytvoření bariery mezi povrchem oceli a vnějším prostředím, nejčastěji organickými ochrannými povlakovými systémy a kovovými povlaky. Dle způsobu nanášení se kovové povlaky dělí na žárové pokovení v roztaveném kovu, pokovení žárovým nástřikem a galvanické pokovení. Žárové pokovení se provádí ponorem pokovovaného substrátu v roztaveném kovu, nejčastěji zinku, hliníku nebo cínu. Pokovení žárovým stříkáním se provádí nástřikem roztaveného kovu na pokovovaný předmět. Pro pokovení se nejčastěji používá zinek a hliník či jejich slitiny.

Galvanické pokovení se provádí elektrolytickým vylučováním kovu na pokovovaném předmětu. Nejčastěji se používá galvanické pokovení povrchu oceli zinkem, slitinou zinek-nikl, zinek-železo a zinek-kobalt, niklem, mědí, chromem.

Galvanické pokovení – základní pojmy

Galvanické pokovení slouží k vylučování metalických vrstev na kovových nebo elektricky vodivých površích. Povlaky vytvořené galvanickým pokovováním slouží k protikorozní ochraně, k vytvoření dekorativního vzhledu nebo k jiným funkčním vlastnostem povrchu, jako je otěruvzdornost, tvrdost, elektrická vodivost, nízký koeficient tření, nízký přechodový odpor apod.

Tyto vlastnosti se získají vylučováním čistých kovů, slitin nebo kompozitních povlaků. Galvanicky vylučované kovy a slitiny mohou mít řadu odlišných vlastností než hutnicky připravené kovy.

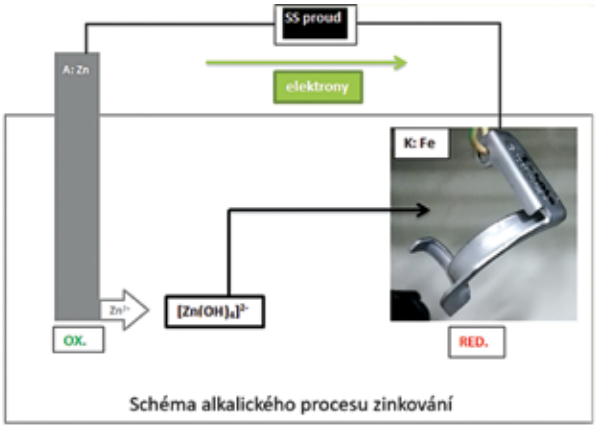
Principem procesu galvanického pokovení je elektrolýza vodného elektrolytu, obsahující kationt kovu, ze kterého se vytvoří kovový povlak stejnosměrným proudem. Elektrolyt obsahuje disociované anorganické sloučeniny ve vodě, v elektrolytu jsou kationty a anionty rovnoměrně rozptýleny a tvoří neutrální roztok, počet kladných a záporných nábojů v roztoku je stejný. Vlivem vnějšího elektrického napětí se začnou ionty pohybovat k elektrodám s opačným nábojem, tj. kationty ke katodě (K^-) a anionty k anodě (A^+). Jako katoda slouží předmět, který má být pokoven. Elektrony na katodě neutralizují kladný náboj kationtu a vzniklý atom kovu se vyloučí na katodě. Pokračováním procesu vylučování se vytvoří spojitá vrstva atomů, galvanický povlak. Průchod kovu je tedy doprovázen transportem hmoty. Elektrické vodiče, kde dochází k převodům hmoty, jak je typické pro elektrolyty, nazýváme vodiče II. třídy. Na katodě dochází i k dalším reakcím, zejména vývoji vodíku. Vývoj vodíku může být nebezpečný pro tzv. vodíkovou křehkost, kdy se vodík naadsorbuje na povrchu kovu a vnikne dovnitř materiálu. Anoda je obvykle tvořena kovem, který chceme vylučovat na katodě. Na anodě se atomy kovů rozpouštějí za vzniku kationtů.

Galvanické zinkování – technologie zhotovení [1, 2]

Výsledné vlastnosti vyloučených povlaků ovlivňuje velmi významně také samotný proces jejich zhotovení, jinými slovy typ použité zinkovací lázně. Základní typy těchto lázní jsou následující.

Alkalické nekyanidové lázně

Hlavní složkou těchto typů lázní je hydroxy-zinečnatanový komplex $[Zn(OH)_4]^{2-}$. Lázně musí obsahovat leskotvorné přísady, které dávají povlaku vysoký lesk a zobrazivost, po té jsou povrchy lesklé v širokém rozmezí použitelných proudových hustot. Vyrovnávací schopnost je malá, prakticky dochází jen ke geometrickému vyrovnání. Schéma zapojení galvanického pokovení alkalické Zn lázně lze vidět na obr. 1 (schéma alkalického procesu zinkování).



***Obr. 1** – Schéma alkalického procesu zinkování*

Lázně mají dobrou krycí schopnost, u lázní nové generace je rovněž vysoká hloubková účinnost.

K nevýhodám lázní patří nižší vylučovací rychlost, horší mechanické vlastnosti povlaků (menší tažnost a větší tvrdost) a nízká teplotní odolnost lázní. Mechanické vlastnosti se dostavují po několika dnech až týdnech po pokovení. Jsou vyvolány změnami tlakového vnitřního pnutí po pokovení a mohou způsobit oprýskání povlaků v šupinkách. Jev se vyskytuje zejména při pokovení pevnostních nebo tepelně zpracovaných ocelí a při vylučování větších tlouštěk povlaků. Nižší katodové proudové výtěžky při vyšších proudových hustotách vyvolávají riziko navodíkování základního ocelového materiálu. Další nevýhodou je zvýšená citlivost na znečištění lázně. Naopak výhodou jsou nízké náklady na nasazení lázně, nízké provozní náklady a jednoduchá likvidace odpadních vod.

Alkalické kyanidové lázně

Podle obsahu kyanidů se dělí tyto lázně na klasické, s velkou koncentrací kyanidů, středně kyanidové a nízko-kyanidové (Low Zinc, Low Cyanide). Hlavními složkami uvedených typů lázní jsou tyto komplexy: hydroxy-zinečnatanový komplex $[Zn(OH)_4]^{2-}$ a kyanozinečnatý komplex $[Zn(CN)_4]^{2}$.

Klasické lázně s velkým obsahem kyanidů mají výborné technologické vlastnosti zinkových povlaků. Vylučují kvalitní povlaky v širokém rozmezí katodových proudových hustot a dosahují vysokých vylučovacích rychlostí. Jsou provozně stabilní a mají výbornou hloubkovou účinnost a rovnoměrné rozložení tloušťek zinku. Vyloučený povlak má dobré mechanické vlastnosti a lázeň je možné použít na pokovení litiny. Povrchy nejsou náročné na předúpravu povrchu před pokovením. Jsou málo citlivé na znečištění lázně. Hlavní nevýhodou kyanidových lázní, která vedla k jejich nahrazení jinými procesy, je hygienická a ekologická nebezpečnost kyanidů a z ní vyplývající nákladná likvidace odpadních vod. Dalšími nevýhodami jsou navodíkování základního ocelového materiálu, negativní vyrovnávací schopnost. Použití kyanidových lázní je dnes zdůvodněno jen v případech pokovení tvarově velmi členitého zboží a zboží s kapilárními dutinami (např. bodově svařované), kde se uplatní jejich výborná hloubková účinnost a skutečnost, že zbytky elektrolytu v kapilárních dutinách, které se nepodaří opláchnout, nejsou agresivní k oceli. Lázně s nízkou koncentrací zinku a kyanidu, označované v zahraničí Low Zinc – Low Cyanid, musí obsahovat leskutvorné přísady.

Slabě kyselé lázně

Hlavní složkou těchto typů lázní je chlorzinečnatanový komplex $[Zn(Cl)_4]^{2-}$.

Z hlediska vzhledových vlastností poskytují slabě kyselé lázně nejkvalitnější povlaky ze všech zinkovacích elektrolytů. Mají nejlepší vzhledové vlastnosti povlaků, nejlepší vyrovnávací schopnost povlaků a výbornou krycí schopnost povlaků. Katodový proudový výtěžek je v celém rozsahu proudových hustot vyšší než 95 %. Ve spojení s vysokými proudovými hustotami to umožňuje dosáhnout velkých vylučovacích rychlostí nad 1 µm/min. Nízký vývoj vodíku omezuje nebezpečí vzniku vodíkové křehkosti u pevných a velmi pevných ocelí. V lázních je možno poměrně snadno pokovit litinu, protože vylučuje zinek s nízkým přepětím. Pracovní pH lázní kolem hodnoty 4,5 -5,0 je z hygienického hlediska nejpříznivější ze všech zinkovacích lázní. K výhodám dále patří poměrně dobrá hloubková účinnost, provozní spolehlivost, snadná oplachovatelnost zboží, nízké náklady na provoz a nasazení lázně. K nevýhodám patří větší nároky na čistotu pokovovaného zboží, citlivost lázně na ionty těžkých kovů. Pro provoz je nutné kyselinovzdorné zařízení, přicházející do styku s lázní. Agresivita lázně k oceli způsobuje někdy problémy při pokovení předmětů s kapilárními štěrbinami či například přeplátovanými spoji, protože neopláchnuté zbytky lázně v kapilárách způsobují korozi železa. Lázně jsou vhodné jak pro závěsové, tak hromadné pokovení. Slabě kyselé lázně jsou dnes nejrozšířenější technologií galvanického zinkování. Nový vývoj je směřován na technologie, které mohou pracovat za vyšších teplot, použití nízko pěnících tenzidových surovin se snadnou biologickou odbouratelností v leskutvorných přísadách a nové typy leskutvorných přísad se sníženou elektrochemickou spotřebou aktivních látek.

Výhodou je nízká citlivost na pracovní teplotu. Nevýhodou je hromadění železa v lázni a nutnost regenerace lázně peroxidem vodíku nebo manganistanem draselným.

Slitinové zinkovací lázně

Nejčastěji se používají povlaky zinku s kovy skupiny železa, tj. železem, kobaltem a niklem. Všechny tyto slitiny mají výrazně vyšší korozní odolnost než čistě zinkové povlaky. Složení lázní a systém leskutvorných přísad je zpravidla odvozen od slabě kyselých nebo alkalických nekyanidových lázní. Slitinové povlaky Zn-Co jsou odolné jak v prostředí s chloridovými ionty,

tak i v prostředí s oxidem siřičitým. Povlaky Zn-Ni jsou nejodolnější v chloridových prostředích. Slabě kyselá slitinová lázeň Zn-Ni způsobuje navíc jen velmi nízké navodíkování základního ocelového materiálu. Pro kontinuální pokovení hutních polotovarů, zejména ocelových pásů pro výrobu korozně namáhaných částí automobilových karoserií, se používají slitiny:

Zinek – Nikl s 9–14 % Ni; Zinek – Železo s 15–25 % Fe; dvojvrstva povlaku s 80 % Fe a Zinek – Mangan s 40 až 60 % Mn. Kromě lepší korozní odolnosti jsou lépe svařitelné než plechy s povlakem čistého zinku a jsou-li pokryty slitinou zinku se 75–85 % Fe, usnadňují přípravu fosfátových konverzních vrstev a umožňují dosáhnout výbornou přilnavost následně vyloučených lakových systémů. Nevýhodou slitinových povlaků je komplikovanější a nákladnější technologie. Také mechanické vlastnosti povlaků jsou nižší než u podobných technologií vylučování čistých zinkových povlaků.

Porovnání vlastností zinkovacích lázní a povlaků

Jak bylo uvedeno výše, použitý typ zinkovací lázně ovlivňuje řadu kvalitativních parametrů vytvořené povlaku, viz [3], ale také i náročnost samotného galvanického procesu. Z vlastností ovlivňujících samotný technologický proces se pak jedná o maximální katodovou proudovou hustotu, vylučovací rychlost povlaků, rozmezí katodových proudových hustot, ale také o katodový proudový výtěžek, nenáročnost na předúpravu povrchu, provozní stabilitu, citlivost lázně na znečištění, nenáročnost obsluhy a údržby apod. Z vlastností povlaku jmenujme např. lesk, zobrazivost, tažnost a tvrdost povlaku, krycí a vyrovnávací schopnost, navodíkování základního materiálu apod. V tomto příspěvku je předmětem zájmu výhradně protikorozní odolnost zhotovených galvanických povlaků zinku a jeho slitin.

Dodatečné postupy po galvanickém zinkování – pasivace a utěsnění

Pasivační vrstvy jsou konverzní povlaky, vytvořené ponorem součástí do pasivačních roztoků nebo jejich postřikem těmito roztoky. Nejčastěji používaným typem pasivace pro vytvoření kovového povlaku byla konverzní úprava chromátováním. Tato úprava zlepšuje vzhled a oddaluje korozní počátek napadení povrchu zinkového nebo slitinového povlaku. Široká paleta chromátovacích přípravků může vytvořit povrch napodobující zbarvení chromu nebo vytvořit atraktivní transparentní, bledě modré, olivové, žlutě irizující, žluté s potlačenou iridescencí, bronzové, šedé nebo černé zbarvení. Další barevné odstíny je možné získat vybarvováním chromátové vrstvy adsorpčními barvivy.

Při chromátování reaguje povrch zinku s chromátovacím roztokem a vytvoří se pevně lpící vrstvička málo rozpustných chemických sloučenin trojmocného a šestimocného chromu. Tato vrstvička chrání povrch zinkového povlaku před korozním napadením v málo agresivních prostředích. Chemicky jsou chromátové vrstvy tvořeny bazickými chromany zinku a chromu, případně jiných těžkých kovů, případně fluoridy a fosforečnany, v závislosti na složení chromátovací lázně. Část chromanových aniontů je v chromátové vrstvě do určité míry pohyblivá a může difundovat i do míst, kde je chromátová vrstva mechanicky poškozená a zapasivovat povrch zinku na poškozeném místě. Difúzní pohyb chromanových iontů umožňuje určitý obsah vody v chromátové vrstvě i amorfní charakter vrstvy. Tomuto efektu se říká samovolná regenerace neboli samo hojitelnost (self-healing) chromátové vrstvy. Efekt samo hojitelnosti mají pouze systémy s šestimocným chromem, u systému s trojmocným chromem k tomuto efektu nedochází. Chromátový povlak tvoří bariérovou ochranu a brzdí katodové depolarizační reakce korozního děje, zlepšuje přilnavost nátěrových hmot a odolnost proti podkorodování a nitkové korozi.

Systémy s trojmocným chromem mají vyšší odolnost proti teplotě – přes 150 °C, kdežto mezní hodnota pro systémy obsahující šestimocný chrom nepřevyšuje 70 °C. Při působení vyšších teplot (nad 60 °C) dochází ke ztrátě vody a amorfní skupiny, chromátová vrstva popraská, chromanové ionty ztratí pohyblivost a výsledkem je ztráta korozní odolnosti. Některé typy chromátů bez šestimocného chromu naopak svou korozní odolnost zvyšují při sušení za vyšších teplot. Také některé kovy skupiny železa brzdí přechod z amorfní struktury sloučenin v chromátové vrstvě ke krystalické struktuře, která je málo odolná. Stabilizujícím účinkem legury se vysvětluje zvýšená korozní odolnost chromátových vrstev na slitinových zinkových povlacích Zn-Co, Zn-Fe a Zn-Ni i za zvýšených teplot sušení. V současné době je z důvodů zdravotních a ekologických používání šestimocného chromu pro pasivaci a až na speciální výjimky zakázáno. Nyní lze používat pouze trojmocný chrom.

Utěsněním obvykle nazýváme dodatečnou úpravu konverzní vrstvy – nanesení dalších látek na pasivační vrstvu nebo zapracování do ní, která je zařazena v technologickém toku bezprostředně po oplachu po konverzní úpravě, před konečnou operací sušením. Utěsnění chromátových vrstev zvyšuje korozní odolnost celého povlakového systému, sestávajícího se ze zinkového povlaku, konverzní vrstvy chromátováním a vlastní vrstvy utěsňovacího přípravku. Výrazně oddaluje počátek korozního napadení zinkového povlaku a tím zachovává dekorativní vzhled povlaku po dlouhou dobu. Zároveň potlačuje iridiscenci chromátové vrstvy, vznikající difrakci světla na tenké vrstvě a sjednocuje vzhled povrchové úpravy. Může sloužit i k zvýšení přilnavosti následných organických systémů. Významné je rovněž hygienické hledisko, protože utěsňující vrstva chrání lidskou pokožku před přímým kontaktem s čerstvým chromátovým povlakem, který zpravidla obsahuje sloučeniny šestimocného chromu.

Typický proces přípravy povrchu a vyloučení povlaku zinku nebo slitiny zinku je sestaven takto:

- Alkalické odmaštění (uzpůsobené pro vyskytující se vrstvy na bázi oleje nebo tuku)

- Moření (obvykle v kyselině chlorovodíkové, s inhibitorem)
- Elektrolytické alkalické odmaštění (přednostně anodické)
- Elektrolytické pokovení
- Dodatečná úprava, zahrnující pasivaci a popř. utěsnění
- Sušení

Předpisová základna galvanických zinkovaných povlaků

Předpisovou základnu pro označování a požadavky na ochrannou účinnost těchto povlaků v korozních prostředích diskutoval v roce 2017 poměrně velice podrobně Janča a kol. [3]. Za uplynulých pět let vzhledem k rozvoji technologie a zpřísněným ekologickým požadavkům však byly mnohé dosud zavedené standardy zcela zrušeny a vyloučeny z používání (např. DIN 50961 nebo EN 12329) a ostatní normy byly v tomto období jedenkrát i vícekrát revidovány. Nejdůležitější normy z oboru jsou uvedeny v tabulce 1.

Označování elektrolyticky vyloučených kovových povlaků je odlišné v různých platných normách, proto musí být vždy ve specifikacích uvedeno, podle jaké normy byla povrchová úprava provedena. Toto odlišné označení v normách vede proto často k nedorozumění mezi zhotovitelem a odběratelem povrchové úpravy, případně mezi objednatelem zkoušení korozní odolnosti a zkušební laboratoří. Uvedené platí ve zvýšené míře, pokud se jedná o označování galvanicky vyloučených povlaků zinku dle podnikových nebo oborových norem, viz dále.

Norma ČSN EN ISO 2081 Kovové a jiné anorganické povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku s dodatečnou úpravou na železe nebo oceli z října 2018 patří k základním normám v oboru. Pojednává o chromátových konverzních úpravách bez použití šestimocného chromu na povlacích zinku, jejich označování a charakteristikách, korozní odolnosti zinku s konverzními povlaky v neutrální solné mlze, vyjádřené dobou do vzniku korozního napadení zinku (vznik zinkové, tzv. bílé koroze) a koroze podkladového kovu (tzv. červené korozi) pro různé typy povlaků v závislosti na tloušťce zinkové vrstvy a způsobu pokovení (závěsové nebo hromadné - bubnové). Příklady požadavků na požadovanou korozní odolnost povlaků dle tabulky 1 této normy přináší tabulka 2.

Velmi komplexně postihuje problematiku galvanického pokovení norma ČSN EN ISO 19598 – Kovové povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku a slitin zinku na železe nebo oceli s dodatečnou úpravou bez

***Tab. 1** – Seznam základních norem, vztahujících se na galvanické zinkování ocelových dílů*

Standard	Název	Platnost od:
ČSN EN ISO 2080 [4]	Kovové a jiné anorganické povlaky – Povrchové úpravy, kovové a jiné anorganické povlaky – Slovník	12/2009
ČSN EN ISO 2081 [5]	Kovové a jiné anorganické povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku s dodatečnou úpravou na železe nebo oceli	10/2018
ČSN EN ISO 27830 [6]	Kovové a jiné anorganické povlaky – Směrnice pro specifikaci kovových a anorganických povlaků	09/2018
ČSN ISO 15726 [7]	Kovové a jiné anorganické povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku s niklem, kobaltem a železem	11/2009
ČSN EN ISO 4042 [8]	Spojovací součásti – Elektrolyticky vyloučené povlaky	03/2019
ISO 4042	Fasteners – Electroplated coating systems	06/2022
ČSN EN ISO 19598 [9]	Kovové povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku a slitin zinku na železe nebo oceli s dodatečnou úpravou bez použití šestimocného chromu	07/2017
DIN 50962 [10]	Galvanische Überzüge – Chromatierte Zinklegierungsüberzüge auf Eisenwerkstoffen	02/2020

***Tab. 2** – Korozní odolnost zinkového povlaku s pasivací konverzní vrstvou s trojmocným chromem v expozici v neutrální solné mlze dle ČSN EN ISO 9227 dle tabulky 1 normy ČSN EN ISO 2081*

Typ konverzního povlaku	Typ elektrolytického pokovení	Minimální doba trvání zkoušky (hodiny)			
		Bez koroze povlaku	Bez koroze podkladového materiálu (červené koroze)		
			5 µm	8 µm	12 µm
Standardní transparentní konverzní povlak	Hromadné	8	48	72	96
	Závěsové	16	72	96	120
Iridescentní pasivovaný konverzní povlak	Hromadné	72	144	216	288
	Závěsové	120	192	264	336
Iridescentní pasivovaný konverzní povlak a utěsnění	Hromadné	96	240	336	384
	Závěsové	120	288	360	408

použití šestimocného chromu (červenec, 2017), jejíž extrakt je uveden níže. Elektrolyticky vyloučené povlaky musí být tvořeny zinkem nebo slitinami zinku uvedenými v tabulce 3.

K pasivaci dochází vytvořením konverzního povlaku působením vhodných roztoků, neobsahující šestimocný chrom. Cílem je zlepšit korozní odolnost povlaku. A protože pasivace bez použití šestimocného chromu vytvářejí nové povlakové systémy, je v tabulce 4 normy uveden nový soubor značení.

Dodatečné úpravy

Nanesením utěsňovacího prostředku nebo krycích vrstev se zvyšuje korozní odolnost (tab. 5).

Utěsňovací vrstvy obvykle mají tloušťku do 2 µm a jsou tvořeny organickými nebo anorganickými sloučeninami, neobsahujícími šestimocný chrom. Povlaky, které lze za studena odstranit čisticími prostředky, např. na bázi oleje, tuku nebo vosku, se v kontextu této normy nepovažují za utěsňující vrstvy.

Krycí vrstvy mají obvykle větší tloušťku než 2 µm a jsou tvořeny tenkými organickými povlaky neobsahujícími šestimocný chrom. Mohou vyžadovat vytvrzení při zvýšené teplotě. Zejména u povlaků s černou pasivací lze pro zvýšení korozní odolnosti a zlepšení hloubky probarvení použít dodatečnou úpravu touto krycí vrstvou. Vliv uvedených dodatečných úprav na vlastnosti součásti, např. na přechodový odpor, svařitelnost, snášenlivost s pohonnými hmotami, musí být posuzován pro každý případ zvlášť.

Uvedenou dodatečnou úpravou se obvykle odstraní interferenční zbarvení vyvolaná pasivací.

Ověření korozní odolnosti povrchové úpravy laboratorními zkouškami

Stabilitu procesu vylučování povlaku lze kontrolovat zkouškou solnou mlhou dle ČSN EN ISO 9227, metoda NSS. Požadavkové normy, např. ČSN EN ISO 19598, stanovují minimální korozní odolnost pasivovaných povlaků zinku a slitin zinku. Před uplynutím minimálních dob trvání zkoušky specifikovaných pro daný povlakový systém a danou zkoušku se nesmí objevit žádné korozní zplodiny, ať už bílé zplodiny koroze povlaku nebo červené zplodiny koroze podkladového materiálu. Hodnocení musí vycházet ze stavu funkčního povrchu součásti (obr. 2–3 a tab. 6).

Minimální korozní odolnost platí ve stavu po pokovení a rovněž po 24 hodinovém tepelném stárnutí při teplotě 120 °C před korozní zkouškou. Tepelné stárnutí není nutné pro systém Zn//An//T0.

Komplexně postihuje galvanické pokovení oceli zinkem a jeho slitinami, rovněž norma ČSN ISO 15726 Kovové a jiné anorganické povlaky – Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku s niklem, kobaltem a železem (Listopad 2009). Označování elektrolyticky vyloučených kovových povlaků je zde však odlišné od normy ČSN EN ISO 19598 a i minimální doby expozice vzorků v solné mlze jsou odlišné. Diskuse detailů této normy proto přesahuje rozsah tohoto příspěvku.

***Tab. 3** – Označení povlaků tvořených zinkem dle tabulky 1 normy ČSN EN ISO 19598*

Symbol	Definice
Zn	Povlak zinku bez příměsových prvků
ZnFe	Slitina zinku obsahující hmotnostní podíl 0,3 až 1,0 % železa
ZnNi	Slitina zinku obsahující hmotnostní podíl 12 % až 16 % niklu

***Tab. 5** – Označení dodatečných úprav povlaků tvořených zinkem dle tabulky 3 ČSN EN ISO 19598*

Symbol	Význam
Tx	Utěsňovací prostředek může, ale nemusí být použit[a]
T0	Bez utěsňovacího prostředku
T2nL	Utěsňovací prostředek bez integrovaného maziva[b]
T2yL	Utěsňovací prostředek s integrovaným mazivem[b]
T4	Následná integrace mazivo
T7nL	Krycí vrstva bez integrovaného maziva[b]
T7yL	Krycí vrstva s integrovaným mazivem[b]
Poznámka: T4 se neuvažuje. [a] Ponecháno na volbě zhotovitele povlaku. [b] Označení nL nebo zl je nepovinné a použije se podle potřeby.	

Příklad označení: Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 19598 – Fe/ZnNi8/Fn/T2

Označení povlaku slitiny zinek-železo na součásti z oceli (Fe) s minimální místní tloušťkou 8 µm (8) s černou pasivací (Fn) a s aplikací utěsňovacího prostředku (T2).

***Tab. 4** – Označení pasiva povlaků tvořených zinkem dle tabulky 2 ČSN EN ISO 19598*

Typ pasivace	Označení	Zbarvení, vzhled povrchu	Poznámky
Transparentní	An	Bezbarvý až zbarvený a duhový	Často se označuje jako „silnovrstvá pasivace“
Duhová	Cn	Zbarvený a duhový	Často se označuje jako „silnovrstvá pasivace“
Černá	Fn	Černý	
a Různé barevné odstíny jsou přípustné			

Průmyslové standardy pro kontrolu kvality kovových povlaků

Každý výrobce automobilů má vlastní průmyslové standardy [11] pro kontrolu kvality. Tyto průmyslové standardy se často dobou expozice pro stejnou povrchovou úpravu liší a jsou proto mezi sebou nezaměnitelné (tab. 7).



***Obr. 2** – Povrchová úprava dle VW 13750, TL217, ofl-c640, silnovrstvá pasivace. Fotografie dílu po 12 hodinách (vlevo) a po 168 hodinách expozice (vpravo) dle ČSN EN ISO 9227, metoda NSS. Výsledek: PÚ vyhovuje požadavkům bez koroze zinku i koroze základního kovu*

***Tab. 6** – Minimální tloušťky povlaku a minimální doby zkoušek pro povlaky zinku a slitin zinku s transparentní nebo duhovou pasivací, podrobené zkoušce NSS podle ISO 9227, podrobené zkoušce NSS dle ČSN EN ISO 9227 NSS dle tabulky 5 ČSN EN ISO 19598*

Typ ochranného povlaku	Označení povlaku	Typ pokovení	Minimální doba trvání zkoušky (h)			
			Bez *) koroze povlaku	Bez koroze podkladového materiálu		
				5 µm	8 µm	12 µm
Elektrolyticky vyloučený povlak zinku s transparentní pasivací	Zn//An//T0	Hromadné	8	48	72	96
		Závěsové	16	72	96	120
Elektrolyticky vyloučený povlak zinku s duhovou pasivací	Zn//Cn//T0	Hromadné	72	144	216	288
		Závěsové	120	192	264	336
Elektrolyticky vyloučený povlak zinku s duhovou pasivací a utěsněním	Zn//Cn//T2	Hromadné	120	192	264	336
		Závěsové	168	192	360	480
Elektrolyticky vyloučený povlak slitiny zinek-železo s transparentní pasivací	ZnFe//An//T0	Hromadné	96	168	240	312
		Závěsové	168	240	312	384
Elektrolyticky vyloučený povlak slitiny zinek-železo s transparentní pasivací a utěsněním	ZnFe//An//T2	Hromadné	144	216	288	384
		Závěsové	216	312	408	528
Elektrolyticky vyloučený povlak slitiny zinek-železo s duhovou pasivací	ZnFe//Cn//T0	Hromadné	96	168	240	312
		Závěsové	168	24	312	384
Elektrolyticky vyloučený povlak slitiny zinek-železo s duhovou pasivací a utěsněním	ZnFe//Cn//T2	Hromadné	144	216	288	384
		Závěsové	216	312	408	528
Elektrolyticky vyloučený povlak slitiny zinek-nikl s transparentní pasivací	ZnNi//An//T0	Hromadné	120	480	720	720[a]
		Závěsové	192	600	720	720[a]
Elektrolyticky vyloučený povlak slitiny zinek-nikl s transparentní pasivací a utěsněním	ZnNi//An//T2	Hromadné	168	600	720	720[a]
		Závěsové	360	720	720	720[a]
Elektrolyticky vyloučený povlak slitiny zinek-nikl s duhovou pasivací	ZnNi//Cn//T0	Hromadné	120	480	720	720
		Závěsové	192	600	720	720[a]
Elektrolyticky vyloučený povlak slitiny zinek-nikl s duhovou pasivací a utěsněním	ZnNi//Cn//T2	Hromadné	168	600	720	720[a]
		Závěsové	360	720	720a	720

[a] Z důvodu omezení nákladů na zkoušku byl požadavek snížen na 720 hodin.

**) Slabé vizuálně patrné odchylky (mlhavý šedý závoj), které nemají objemový charakter, jsou přípustné a nemají nepříznivý vliv na ochrannou vrstvu*



***Obr. 3** – Povrchová úprava dle VW 13750, TL244, ofl-c643, ZnNi transparentní pasivace s utěsněním. Fotografie dílu po 4 cyklech korozní cyklické klimatické zkoušky PV 1209. Výsledek: nevyhovuje, přítomna koroze základního kovu (červené koroze) ve velkém rozsahu*

Způsoby kontroly korozní odolnosti zinkových kovových povlaků

Ke kontrole korozní odolnost kovových povlaků jsou nejčastěji používány následující zkušební metody.

- Expozice v neutrální solné mlze dle ČSN EN ISO 9227, případně ASTM B117. Pro různé typy povrchových úprav jsou dány doby expozice, po které se nesmí projevit koroze povlaku (tzv. bílá nebo zinková koroze) a doba expozice, po které se nesmí projevit koroze základního kovu (tzv. červená koroze). U povrchových úprav, kde dochází velmi rychle ke korozi povlaku (zinek bez pasivace a utěsnění) se uvádí pouze doba, po které se nesmí projevit koroze základního kovu. Ve speciálních případech se ke kontrole korozní odolnosti používají cyklické korozní zkoušky, např. zkouška PV 1209 pro povrchovou úpravu VW 13750, TL 244, ofl-r643 (viz obrázek 2) nebo zkouška SAE J 2334 pro povrchové úpravy Tesla Motors Standard TM-009F-M a TM-0010F-M.
- Expozice v umělé atmosféře s obsahem vlhkosti a oxidu siřičitého dle DIN 50018, AHT 2,0 S.
- Dle typu povrchové úpravy je určena doba expozice, doba expozice se uvádí v počtu 24 hodinových cyklů. Hodnotí se, zda po dané době expozice došlo k výskytu koroze základního kovu.
- Zkouška tepelným rázem (termošokem) dle ČSN EN ISO 2819, metoda 4.12 určuje adhezi povlaku na povrchu kovu. Vzorek se vloží do sušárny, vyhřáté na danou teplotu (bývá dle typu povrchové úpravy např. 200 °C, 220 °C, 300 °C). Po výdrži na této teplotě (nejčastěji po dobu 30 minut) se vzorek prudce ochladí ve vodě teploty (20 ±5) °C. Výsledek je vyhovující v případě, že nedošlo ke vniku puchýřků, prasknutí nebo odloupnutí povlaku (což se často děje v případě, že je v pokovení nadměrně vysoký obsah leskotvorných látek viz [3])
- Doplňková adhezní zkouška je zkouška ohybem na válcovém trnu dle ČSN EN ISO 1519. Po ohybu na trnu daného průměru nesmí dojít k porušení povlaku. Pro tuto zkoušku jsou nutné díly daného tvaru a tloušťky.

Poznámka: je nutné zmínit, že výše uvedené zkoušky korozní odolnosti jsou určeny výhradně k hodnocení kvality povrchové úpravy a nelze je použít k určení životnosti povrchové úpravy.

Závěr

Proces galvanického pokovení je poměrně velice komplikovaný a obsáhlý. Minoritní úprava parametrů v lázni (c/T) může znamenat obrovské změny ve výsledné odolnosti. Zhotovitel povlaku musí volit PÚ tak, aby byla schopná daným požadavkům, potažmo testům vyhovět, jelikož jsou často na stejné PÚ kladeny rozdílné nároky. Zkoušky odolnosti, jako je test solnou mlhou NSS, test s SO_2 či test termošokem, prokazatelně odhalí problémy a nedostatky v pokovení. Proto je důležitá kooperace zkušební laboratoře přímo s galvanovnami ke společnému řešení těchto problémů. Znalost požadavků na předepsanou minimální korozní odolnost galvanicky vyloučených zinkových je alfou a omegou úspěšného zvládnutí zhotovení kvalitní povrchové úpravy pro daného odběratele. V tomto procesu pak kontrola protikorozní účinnosti povrchové ochrany laboratorními urychlenými zkouškami hraje nezastupitelnou roli. ■

***Tab. 7** – Běžně používané průmyslové standardy pro kontrolu kvality kovových povlaků*

Automotive	Standard
Ford Motor Company	WSD-M1P85-A1, WSD-M1P85-A2, WSD-M1P85-A3
Volkswagen	VW 137 50, TL 217 a VW 13750, TL 244
PSA Peugeot Citroen	Standard B 15 4101
Volvo	Volvo STD 5732,105
DAF	DAF Standard W+O**200**219
Tesla	TM-009F-M, TM-0010F-M
IVECO	Iveco Standard 18-1102
Fiat	Procurement Specification 9.57405
Jaguar Land Rover	Standard ST JLR.50.5044
BMV Group Standard	Standard GS 90010
Mercedes-Benz	Standardy DBL 8451.11

Ekologická alternativa k zinečnatému fosfátování

Jozef Klus, Vladimír Kohout

Přibližně před 20 lety se začal na trhu objevovat nový druh úpravy kovového povrchu před následným lakováním. Tato změna byla vyvolána jak z ekonomického pohledu, tak i díky přísnějším požadavkům na ekologii při zachování kvalitativních parametrů.

Nové technologie měly odstranit používání fosfátů, snížit množství vznikajících kalů v odpadních vodách, zvýšit efektivitu procesu a kvalitu lakovaných povrchů. Primárně byly zpočátku určené jako náhrada železnatých fosfátů. Na povrchu ošetřovaného materiálu se vylučuje amorfní vrstva (tzv. NANO vrstva), která je 10 x nižší v porovnání s vrstvou vytvářející železnatý fosfát, ale vykazuje 2 až 3 x vyšší korozní odolnost. Místo klasické kyseliny fosforečné je složení NANO přípravků založeno na kyselině hexafluorozirkoničité. Další velkou předností je možnost současně ošetřit ocelové, hliníkové i pozinkované materiály v jedné lázni bez nutnosti speciálně upravovat její parametry. Jde o tzv. multimetalické přípravky na ošetření kovového povrchu.

V současné době má každý výrobce chemických přípravků pro předúpravu povrchů před lakováním ve svém portfoliu tyto tzv. NANO přípravky. Produkty jednotlivých výrobců se však od sebe odlišují jen minimálně. Základní složkou je, jak bylo zmíněno výše, kyselina hexafluorozirkoničitá a mění se pouze přísady/aditiva. Také procesní parametry jsou velmi podobné.

Do této skupiny NANO technologií zahrnujeme i přípravky na bázi silanů. Jak je zřejmé z názvu, jejich hlavní složkou je křemík. Tento proces předúpravy se nazývá „silanizace", kde dochází k vytvoření mezivrstvy

***Tab. 1** – Porovnání konvenčních procesů s procesem ZircaSil a Silany*

	Krok 1	Krok 2	Krok 3	Krok 4	Krok 5	Krok 6	Krok 7	Krok 8	Krok 9
Železnatý fosfát	Fosfát+tenzid	Oplach	Oplach						
Železnatý fosfát	Fosfát+tenzid	Oplach	Oplach	Pasivave	Oplach				
Železnatý fosfát	Čištění	Oplach	Oplach	Fosfát	Oplach				
Zinečnatý fosfát	Čištění	Oplach	Oplach	Aktivace	Zn-ph	Oplach	Oplach	Pasivace	Oplach
Zinečnatý fosfát	Čištění	Oplach	Oplach	Aktivace	Zn-ph	Oplach	Oplach		
ZircaSil 18	Čištění	Oplach	Oplach	ZircaSil 18	Oplach	Silany	Ano/Ne		
Silany	Čištění	Oplach	Oplach	Silany	Ano/Ne				

Poznámka: Po silanech je potřebný DEMI oplach jen v případě opravovaných lakovaných výrobků a před mokrou barvou, popř. E-coatu

***Tab. 2** – Porovnání parametrů*

Charakteristika	Běžné NANO přípravky	ZircaSil 18	Silany	Zinečnatý fosfát
1. pH	4,5–5,2	4,5–5,2	6,4–7,4	2,8–3,2
2. Koncentrace [g/l]	20–40	20–40	10–20	50–70
3. Aplikační čas [sek]	20–60	20–60	20–40	300–540
4. Struktura	Amorfní	Amorfní	Amorfní	Krystalická
5. Potřeba čistícího kroku	A/N	Ano	Ano	Ano
6. Váha vrstvy [mg/m^2]	0,5–2	0,5–2	0,2–1	2000–4000
7. Teplota [°C]	15–40	15–40	15–60	45–60 (70)
8. Pomocná aditiva	1–3	1	0	3
9. Kal	Velmi malý až žádný	Velmi malý až žádný	Žádný	Ano
10. Následný krok	DEMI oplach	DEMI oplach	Ne	Ano
11. Pasivace	N	A/N	N	A/N
12. Korozní ochrana	> $FePO_4$	≥ $Zn_3(PO_4)_2$	≥ $Zn_3(PO_4)_2$	$Zn_3(PO_4)_2$

zlepšující přilnavost laků k povrchu materiálu. V porovnání s přípravky na bázi zirkonu mají tyto přípravky výhody:

- Vyšší pracovní pH
- Nevyžadují závěrečný oplach DEMI vodou
- Nekorodují při zastavování linky – celý proces je při téměř neutrálním pH
- Jednoduchá kontrola pracovních parametrů
- Vyžaduje se odmašťovací krok
- Dají se použít samostatně, ale i jako následná pasivace fosfátové vrstvy

Jako náhradu DI-kationového zinečnatého fosfátu doporučujeme z našeho portfolia nový inovativní přípravek ZircaSil 18, kde je však potřeba zařadit samostatný čistící krok.

Porovnání konvenčních procesů s procesem ZircaSil a Silany

Tabulka 1 porovnává konvenční procesy s procem ZircaSil a Silany.

Technologii předúpravy „Silanů" je možné použít pod všechny druhy lakovacích systémů, jako je prášek, mokrá barva nebo E-coat. Ve všech případech je výsledná korozní odolnost vyšší než při použití běžného NANO přípravku a téměř srovnatelná s korozní odolností při použití zinečnatého fosfátu, jak je zřejmé z obrázků 1 a 2. Před použitím samotného NANO přípravku je nutné dokonale očistit povrch ošetřovaného materiálu, zbavit jej veškerých nečistot, solí a mastnot.

Pokud je požadována vyšší korozní odolnost, je možné tento povrch ještě pasivovat použitím přípravků jen na bázi silanů, jako například E-CLPS, Dexseal, Quakerseal.

Tabulka 2 porovnává jednotlivé parametry přípravků.

Náhrada konvenčního procesu železnatého fosfátování

Na obrázcích 1 a 2 je porovnání výsledků testu v NSST při 1004 hod. na tryskaném povrchu a jen při použití E-coat laku. Na prvním obrázku je znázorněn systém ZircaSil 18 s následnou silanovou pasivací E-CLPS 1700 a na druhém obrázku zinečnatý fosfát Dexbond bez pasivace. Jak můžeme vidět, rozdíly nejsou velmi odlišné.

Výhody této „inovativní" technologie jsou nesporné. Nejenže přípravky patří do tzv. „Zelené" skupiny – neobsahují žádné nebezpečné látky ani těžké kovy, navíc pracují při teplotě okolí a netvoří kaly. Jejich použití velmi zefektivňuje celý proces. Aplikační čas se pohybuje do 1 minuty, což je 5 x méně ve srovnání se zinečnatým fosfátem. Další výhodou je nižší počet použitých přípravků i aditiv. Rovněž počet kontrolovaných parametrů je menší. A samozřejmostí je možnost použití automatického dávkování a zjednodušení kontroly procesu.

U procesu zinečnatého fosfátování je potřeba kontrolovat:

- koncentraci odmašťovače
- koncentraci a pH aktivace
- celkovou a volnou kyselinu fosfátu, urychlovač
- teploty pracovních lázní

Sleduje se tak minimálně 6 rozdílných provozních parametrů.

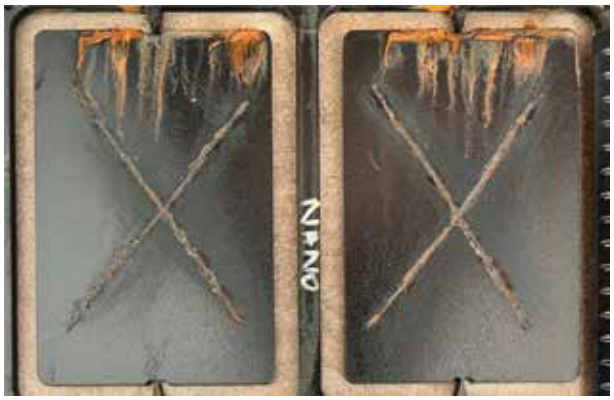
Při užití technologie ZircaSilu s následnou pasivací je třeba pouze kontrolovat:

- koncentraci lázně
- hodnotu pH
- vodivost pasivace

Zde pouze 3 parametry.

Pro zinečnaté fosfátování je potřeba minimálně 7 chemických přípravků (z nichž některé jsou klasifikované jako NEBEZPEČNÉ či patří mezi OSTATNÍ JEDY) u ZircaSilu jsou to pouze 3 produkty (bez označení nebezpečnosti). Tím se snižuje výrazně čas potřebný na kontrolu, údržbu a obsluhu lázní, což má za následek stabilnější, přesnější a efektivnější proces.

Též ekonomika procesu se projevuje nejen v úspoře energií, ale i celkových nákladů na likvidaci kalů a odpadních vod, v neposlední řadě i v úsporách nákladů na údržbu, provoz a čištění linek i aplikačního zařízení. ■



***Obr. 1** – ZircaSil 18 + E-CLPS*



***Obr. 2** – Zinečnatý fosfát*

Optimalizace procesu kontroly povrchových úprav v brněnském závodě Hitachi Energy

Václav Holeček

HITACHI ENERGY je přední technologický lídr, usilující o udržitelnou energetickou budoucnost pro dnešní i budoucí generace. Díky inovativním řešením a portfoliu pokrývá celý hodnotový řetězec v oblasti energetiky, průmyslu a infrastruktury. Společně se zákazníky a obchodními partnery tvoří průkopnickou misi v oblasti technologií se zaměřením na digitální transformaci, nezbytnou k urychlení přechodu energetiky na uhlíkově neutrální.

Výrobní jednotka v Brně je významným světovým producentem zapouzdřených vodičů GIB (gas insulated busduct) plynem izolovaných rozvoden GIS (gas insulated switchgear) a plynem izolovaných linek GIL (gas insulated line) velmi vysokého napětí (VVN) a zvlášť vysokého napětí (ZVN). Tyto zapouzdřené vodiče GIB jsou přizpůsobeny pro napojení na nadzemní vedení, kabely, nebo transformátory VVN a mají rovněž využití pro překlenutí velkých vzdáleností, např v tunelech (GIL). V rámci distribučních soustav je lze nalézt po celém světě od horských oblastí, pouští, velkoměst, elektráren či významných průmyslových oblastí až po přímořské oblasti či ropné plošiny.

Brněnský závod disponuje inženýrským centrem, moderní svařovnou s certifikací SVTI, technologií robotické plně automatické práškové lakovny, montážním pracovištěm a ZVN testovacím zařízením pro dielektrické testy finálních sestav. Ve spojení s rozměrovou velikostí výrobků se jedná o vysoce sofistikovaný výrobní proces, který s sebou nese mnoho úskalí.

Zapouzdřené vodiče GIS jsou zákazníkům po celém světě dodávány v celé škále barevných odstínů nejen dle přání zákazníka, ale také dle funkčních a bezpečnostních požadavků. Povrchové úpravy musí vzhledem k funkcionalitě splňovat vysoké standardy kvality. Tyto povlaky neplní pouze estetickou část, ale jsou nanášeny z funkčních potřeb GIS. Povlaky jsou aplikované nejen na vnější povrchy pouzder, odlitků, a dalších tvarově složitých komponent, ale také uvnitř.

Zvyšování kapacity, efektivity procesů, opakovatelnosti kvality, snižování enviromentální zátěže, bezpečnost a mnoho dalších důvodů nás vedly a stále vedou k potřebě automatizace napříč výrobními procesy. Toto obnáší nejen využití samotných robotů, ale hlavně jejich komplexní propojení s nejmodernější IT technologií napříč výrobními procesy a navazujícími systémy. Různé stroje a roboty napříč celým procesem, nejen v rámci povrchových úprav, se propojují internetovou sítí, spojují s cloudovými uložišti a dalšími inteligentními systémy. Díky tomuto spojení vznikají inteligentní řešení, která mají právě zmiňované přínosy.

V rámci projektu neustálého zlepšování procesu povrchových úprav je však tento technologický rozvoj pouze částí celého řešení. Další důležitou součástí tohoto systémového řešení je část zaměřená na optimalizaci procesu kontroly povrchových úprav.

Kontrola povrchových úprav obsahuje několik základních stupňů, kde každá část tvoří důležitou součást



Obr. 1 *– GIB součástí GIS*



Obr. 2 *– Robotické nanášení práškového nátěru uvnitř pouzdra*

celého konceptu a společně se od vstupní kontroly materiálu přes kontrolu procesu až po výstupní kontrolu jedná o mnoho integrovaných pracovišť, na kterých jsou vysoce kvalifikovanými pracovníky prováděny zkoušky zajišťující kvalitu výsledného produktu. Nejedná se jen o kontrolu dokumentace, rozměru, tvaru a integrity povrchu vstupních materiálů, ale také o mnoho dalších kontrolních testů, které jsou nutné pro zajištění výsledné kvality. Kontrolu v rámci procesu povrchových úprav můžeme rozdělit do třech základních kategorií:

- Kontrola povrchu materiálu před vstupem do samotného procesu:
  - Kontrola integrity povrchu
  - Kontrola čistoty povrchu
- Kontrola procesu:
  - Kontrola parametrů lázní chemické předúpravy
  - Kontrola procesu chemické předúpravy
  - Výsledná kontrola přípravy povrchu před aplikací nátěru
  - Kontrola práškových nátěrů
  - Kontrola klimatických podmínek procesu
  - Kontrola nevypálené tloušťky nátěru
  - Kontrola vypalovacích podmínek
- Výstupní kontrola aplikovaného povlaku:
  - Kontrola tloušťky aplikovaného povlaku
  - Kontrola funkčních vlastností povlaku (přilnavost, mechanická odolnost, tvrdost)
  - Kontrola vzhledových vlastností povlaku (vizuální vzhled, odstín RAL, lesk)

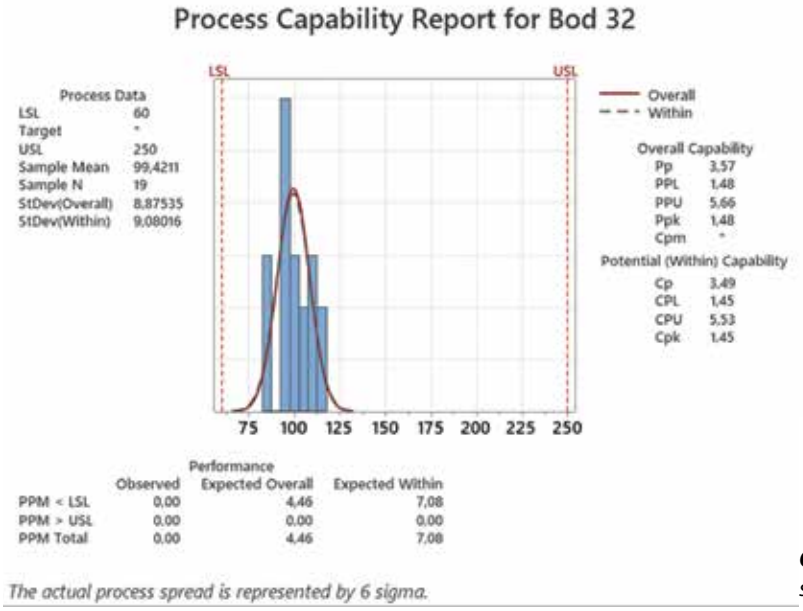


Obr. 3 *– Robotické nanášení práškového nátěru vně pouzdra*

Testy a zkoušky výsledných povlaků se provádí nejen v rámci povlaků aplikovaných ve výrobní lince brněnské jednotky, ale také povlaků aplikovaných u schválených a kvalifikovaných subdodavatelů po celém světě. K těmto kontrolním měřením a ověření kvality je použito nespočet zařízení a přístrojů, ze kterých se pravidelně získává mnoho důležitých dat a informací.

Sběr a vyhodnocení dat je v rámci procesu neustálého zlepšování pro řízení kvality povrchových úprav jeden ze základních faktorů, umožňující nejen ověření a vyhodnocení kvality vůči zákazníkovi, ale také neustálý posun v mnoha faktorech. Moderní společnosti, které se soustředí na digitalizaci a následné vyhodnocování výsledků svých procesů, získávají výhodu vůči konkurenci díky statistickému vyhodnocení dat a tím jsou schopné zvyšovat kapacitu a efektivitu jejich výrobních procesů. Tato další Investice do tohoto druhu robotizace významně určuje stabilitu procesu nánosu práškového nátěru, kterou není schopen dosáhnout lidský faktor.

Toto byl další z důvodů pro započetí experimentu v naši společnosti, který se soustředí na sběr a vyhodnocení kontrolních dat výsledků z testů a měření povlaků portfolia. Vybrané portfolio je tvořeno více než 55 % celkového vytížení automatické výrobní linky. V první fázi se experiment soustředil na konečnou kontrolu měření tloušťky laku pomocí digitálních tloušťkoměrů.



Obr. 4 *– Výsledek způsobilosti bodu 32*

Před zahájením experimentu bylo nutné zkontrolovat způsobilost měřidla c_g a c_{gk} pro toleranční pole vybraných materiálů. Zvolený materiál měl určen přesný počet bodů, který splňoval podmínku změření celkové plochy lakovaného materiálu. Na materiálech bylo naměřeno od šestnácti do osmdesáti bodů, dle náročnosti tvaru a délky.

Pro experiment byla měřena dávka dvaceti dílů od každého typu materiálu. Výsledkem bylo vyhodnocení způsobilosti procesu c_p a c_{pk} nejen pro všechny materiály, ale také pro jednotlivé body. Tento proces můžeme považovat za způsobilý, pokud je hodnota c_p a $c_{pk} \geq 1{,}33$. U procesů, kdy je hodnota způsobilosti mezi 1,00 až 1,32, je proces částečně způsobilý a je nutné zvýšit kontrolu materiálu. Procesy, které mají hodnotu způsobilosti pod 1,00, jsou nezpůsobilé a je nutné zastavit linku a upravit nastavení.

Dlouhodobě způsobilý výrobní proces snižuje nejen náklady na vícepráce spojené s opravou nátěru, ale zároveň a díky tomu zvyšuje výtěžnost a efektivitu celé automatické linky.

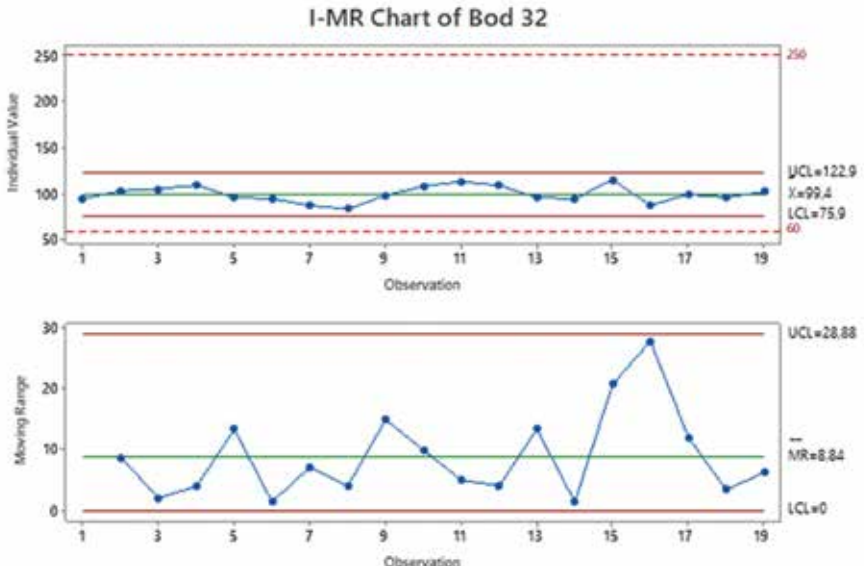
Způsobilost procesu je určena předem nastavenou dolní a horní tolerancí mezí. Pro rychlejší a přesnější vyhodnocení se používá statistická regulace měřením, kterého lze dosáhnout pomocí regulačních diagramů pro individuální hodnoty a klouzavá rozpětí. Pomocí vstupních naměřených hodnot se určují dolní a horní regulační meze pro každý bod. Na základě těchto regulačních mezí se nastaví dočasné regulační meze, které určují trend a stabilitu výrobního procesu lakování. Jakékoliv vychýlení procesu mimo takto nastavenou regulační mez u jakéhokoliv materiálu a jejich bodů je okamžitým impulzem k reakci spojené se změnou nastavených parametrů ve výrobním procesu. Toto jde ruku v ruce s dalšími procesy kontrolních mechanismů, kde je okamžitě započat proces hledání kořenové příčiny.

Tento experiment byl přínosem v získání velkého množství přesných dat, která jsou využita pro správné nastavení celkového výrobního procesu robotické práškové lakovny.

Zlepšení aplikace práškového nátěru u vybraných materiálů doplnilo celkové inteligentní řešení automatizace procesu povrchových úprav. Docílilo se snížení nákladů na opravu laku až o 50 %. Tento experiment spojený se sběrem dat a jeho vyhodnocením nám opět ukázal nejen to, jak důležitá je detailní znalost procesu, ale také ukázal cestu pro další zvyšování efektivity procesu, zvyšování kapacity linky a tím pokračování našeho globálního cíle, spojeného se snižováním enviromentální zátěže výrobního procesu.

Sběr a vyhodnocení dat byl zdlouhavý proces a bez potřebného přístrojového vybavení značně neefektivní. K dokončení celého experimentu tedy bylo nutné najít způsoby, jak tento sběr zefektivnit a digitalizovat. Řešení se podařilo najít díky nově instalovaným digitálním tloušťkoměrům, které se dle plánu postupně propojí s internetovou sítí, dále s cloudovými uložišti a inteligentním systémem.

Toto nové řešení zajistí on-line přenos naměřených hodnot přímo od pracovníka výrobní sekce do určené databáze a pomocí vyhodnocovacího softwaru bude možné sledovat způsobilost procesu a nastavené regulační digramy on-line. Dalším významným a nepřehlédnutelným bonusem celého experimentu je výstupní dokumentace k zákazníkovi, kdy budeme schopni provádět reporty na jednotlivé zákaznické objednávky během pár vteřin. Toto řešení zpřesnění a zefektivnění sběru dat s následným vyhodnocením bude významným doplňkem celého projektu automatizace dle standardu 4.0. ■



Obr. 5 *– Regulační diagram bodu 32*



Obr. 6 *– Tloušťkoměr*

Mikroskopické hodnocení vad galvanicky povlakovaných polymerních dílů

Petr Podzimek, Zuzana Andršová, Pavel Kejzlar

Galvanické povlakování polymerů je v současné době velice rozšířenou technologií povrchových úprav (PÚ), která nachází největší uplatnění především v automobilovém průmyslu a v sanitární technice. S tím, jak se postupně nahrazují kovové součástky plastovými díly, vzrůstá poptávka po PÚ, která bude splňovat nejen nároky na vzhled, ale bude vyhovovat i z hlediska dostatečné adheze, otěruvzdornosti, odolnosti proti korozi a určitých mechanických vlastností. Tyto nároky dokáže uspokojit právě galvanické pokovení.

Vady galvanických povlaků na polymerních dílech

Vady, vznikající na galvanicky povlakovaných dílech ze vstřikovaných polymerů, jimiž jsou nejčastěji ABS, PC/ABS či PA, mohou mít celou řadu příčin. V první řadě je to spojeno již se samotnou komplikovaností technologie pokovování. Ta zahrnuje množství výrobních operací, od přípravy povrchu (odmaštění, leptání), přes nanášení chemických vrstev a mnohé oplachy až po několikero různých vrstev galvanických, jejichž vlastnosti závisí jak na správném zavěšení dílů v lázni, tak na použitých provozních chemikáliích (jejich koncentraci, čistotě, teplotě), až po nastavení parametrů používaných elektrických veličin. Všechny tyto operace vyžadují přísné dodržení technologické kázně a každá, často velmi malá odchylka, může mít neblahé následky na kvalitu pokovení (příklad skladby povlaku na povrchu z ABS viz obr. 1).



***Obr. 1** – Příklad galvanicky naneseného kovového povlaku na povrchu dílu z ABS. Zprava – povrchová vrstva polymeru po naleptání kyselinou chromsírovou a aktivaci pomocí palladia, zde téměř neznatelná vrstva chemického niklu a imerzní mědi, dále vrstvy galvanické mědi, galvanického niklu (pololesklý, lesklý, mikroporézní) a finální vrstva chromu. Leptáno, zvetš. 500x, světlé pole*

Kromě samotné tvorby povlaku má na jeho kvalitu nemalý vliv i kvalita surového dílu. Je-li díl vyroben za nestandardních parametrů a vykazuje vady (ať se již jedná o vruby, přetoky, nedodržení stálosti tvaru a rozměrů, nebo např. vnesené napětí v důsledku nerovnoměrného ochlazování dílu ve formě či degradaci taveniny), mají tyto vady téměř vždy dopad na finální podobu dílu po pokovení. Ačkoli vrstva povlaku často původní vadu surového dílu překryje, tato vada se může projevit až posléze, např. sníženou životností povlaku při provozu dílu. Často je však vliv vady základního materiálu tak výrazný, že se projeví na kvalitě povlaku ihned nebo v krátké době po pokovení (obr. 1).

Potřebujeme-li tedy analyzovat příčinu vady, musíme její projevy uvažovat nejen v kontextu s procesem galvanického pokovení, ale i s procesem výroby surového dílu.

Mikroskopické techniky pro analýzu vad galvanické povrchové úpravy

Velice často je při analýze vady galvanické PÚ na polymerním dílu nutno využít postupně celé řady analytických prostředků, aby bylo možné bezpečně určit původ a mechanismus vzniku vady a stanovit tak následně správný postup nápravných opatření. Ve výrobě se pro rychlé ověření stavu povrchové úpravy využívá před měřením tlouštěk nakovených vrstev – buď nedestruktivně, pomocí RTG fluorescence nebo destruktivně, tzv. coulometricky. Z mikroskopických technik se pak pro hodnocení vad v praxi používá optická mikroskopie a mikroskopie elektronová.

Optickou mikroskopii lze v případě hodnocení vad galvanicky pokovených polymerů použít ve velmi širokém spektru aplikací – na měření tlouštěk vrstev, na zobrazení vad jak z povrchu (topografické snímky, pouze v případě makroskopických vad), kdy lze vzhledem k vysoké reflexivitě vzorku s výhodou využít zobrazení v tmavém poli. Anebo Nomarskiho kontrastu především v řezu, kdy je při správné přípravě vzorku a vhodném režimu osvětlení zpravidla zcela jasně identifikovatelná vrstva, z níž vada vychází (ať se již jedná o vrstvu galvanickou, chemickou, či samotný základní materiál), či na zobrazení a proměření tzv. zámrzných vrstev, které odrážejí nastavení teploty taveniny a pro-

cesu ochlazování, jenž má zásadní vliv na stav vstřikovaných dílů, především z hlediska vneseného napětí.

Elektronová mikroskopie je díky obrovskému rozlišení a rozsahu zvětšení vynikajícím pomocníkem při detailním zobrazení zkoumaných vad z povrchu, ale i v řezu metalografického výbrusu. Speciálně je zobrazení ve vysokém rozlišení a zvětšení, jímž disponuje elektronový mikroskop, vhodné k pozorování tenkých povrchových vrstev, jako je vrstva Cr či naleptaná vrstva. Z topografických snímků je možné sestavit i 3D model povrchu a proměřovat profil povrchu, vč. normalizovaných parametrů (Ra, Rz aj.). Kromě vad se detailní topografie velmi často využívá při zkoumání povrchu surového dílu po naleptání v kyselině chromsírové – stav kavern po odleptání butadienových jader napovídá především o přítomnosti napětí v povrchu, které bývá pozůstatkem špatně nastaveného procesu vstřikování. Využití zpětně odražených elektronů v režimu tzv. chemického kontrastu, resp. při EDS analýze, zase umožňuje bezpečnou identifikaci jednotlivých vrstev pokovení, jejich případné absence



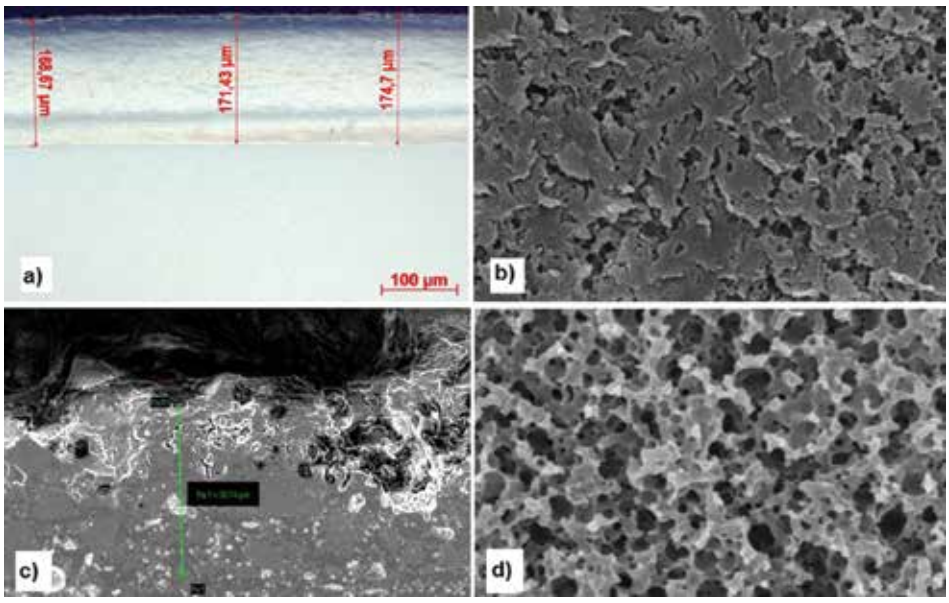
***Obr. 2** – Příklad zobrazení řezu vadou, vycházející z vměstku v základním materiálu (ABS). Optická mikroskopie, leptáno, zvětš. 200x, Nomarski*

či nežádoucího prolnutí a také výskyt chemických nehomogenit a kontaminace povrchu nechtěnými prvky, např. šestimocného chromu na povrchu polymeru po nedostatečném oplachu leptací lázně.

Vady vycházející z procesu výroby surového dílu

Příklad zobrazení řezu vadou, vycházející ze základního materiálu, je názorný na obr. 2. Příčinou vzniku vady je vměstek v základním materiálu. V posledním kroku pokovení došlo vlivem ohřátí dílu k uvolnění lokálního napětí kolem vměstku a nastřádaná tepelná energie se transformovala v energii deformační, jež se uvolnila a došlo až k roztržení již nakovených vrstev.

Dalším typickým příkladem vady, mající původ v surovém dílu, je ztráta adheze vrstev na základě vnesení napětí do povrchu při vstřikování. Po naleptání kavern oslabený materiál neeunese přítomné napětí a kaverny se zhroutí. Následně nakovené vrstvy tak postrádají prvotní mechanickou vazbu a k povrchu nepřilnou. Přítomnost napětí v povrchu bývá indikována i tzv. zámrznou vrstvou. Tloušťka zámrzné vrstvy se zpravidla pohybuje v rozsahu desítek mikrometrů, v závislosti na tloušťce stěny. Je-li zámrzná vrstva v řádu stovek mikrometrů, indikuje to buď podchlazení taveniny, která je následně do kavity vstříknuta pod obrovským, tedy nežádoucím tlakem, nebo příliš nízkou teplotu formy, která způsobí prudké zchlazení tlusté povrchové vrstvy. Zámrzné vrstvy je možné díky zákonům odrazu a lomu světla pozorovat teoreticky pouze u semikrystalických plastů, kde se světlo tříští a odráží na hranicích zrn. V případě amorfních materiálů je s určitým úsilím možné zámrznou vrstvu pozorovat na ABS, kde tuto funkci plní jádra butadienu. Jedná se však o velice malý kontrast, pozorovatelný zpravidla pouze v polarizo-

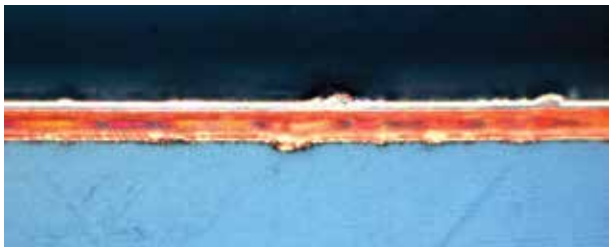


***Obr. 3** – Příklad zobrazení řezu vadou, vycházející z přítomnosti napětí v základním materiálu (ABS); a) zámrzná vrstva v metalografickém řezu, optická mikroskopie, zvětš. 500x, Nomarski; b) zhroucení kavern po odleptání – z povrchu, elektronová mikroskopie, zvětš. 5000x, SE; c) zhroucení kavern po odleptání – v metalografickém řezu, elektronová mikroskopie, zvětš. 500x, SE; d) příklad kavern v materiálu bez přítomnosti napětí – z povrchu, elektronová mikroskopie, zvětš. 5000x, SE*

vaném světle, a je zcela nezbytná skutečně precizní příprava vzorku. Na obr. 3 je znázorněn stav povrchu s vneseným napětím (a, b, c) i povrch bez napětí.

Příklady vad vycházejících z galvanického procesu

Na obr. 4 je uveden příklad zobrazení řezu vadou, vycházející z nerovnoměrného naleptání základního materiálu (konkáva v cca půlce snímku) a zavodíkováním mědi před vylučováním niklu.

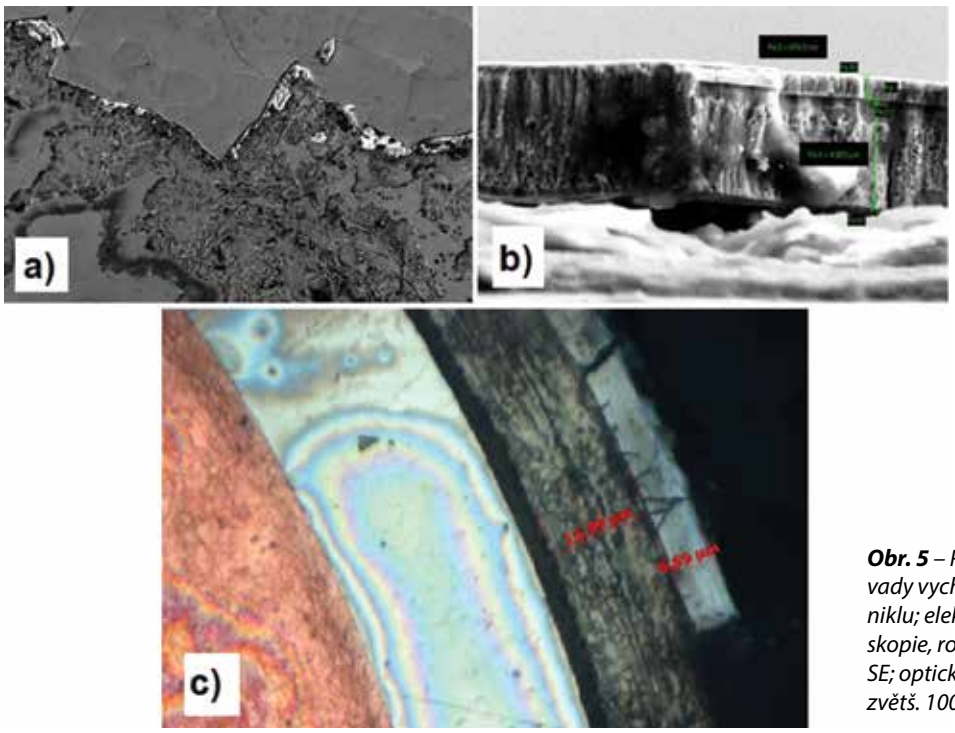


***Obr. 4** – Řez vadou, vycházející z nerovnoměrného naleptání základního materiálu (ABS); optická mikroskopie, zvětš. 500x, Nomarski*

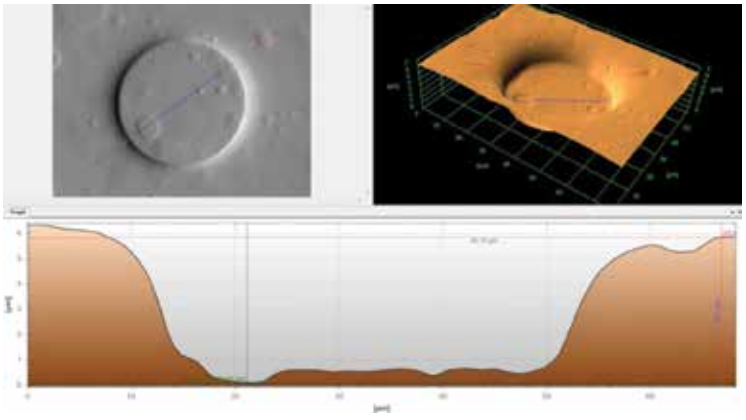
Na obr. 5 je uveden příklad zobrazení vady vycházející zdánlivě z vrstvy Cr, viz prvotní topografické snímky vady, zprostředkované elektronovou mikroskopií – a) a b). Až řez vadou - c) odhalil, že vada byla ve skutečnosti způsobena vysokou proudovou hustotou, která ovlivnila nakovení cca 6 µm mikrotrhlinkového niklu, jenž masivně rozpraskal a doslova se vysypal z podkladu lesklého Ni. Mikrotrhlinkový Ni má ohromné vnitřní napětí a při překročení vrstvy 2 µm dochází k jeho odlupování, které je vnímáno jako drolení (optická mikroskopie, leptáno, zvětš. 1000x, světlé pole).

Na obr. 6 je příklad využití možností elektronové mikroskopie k 3D rekonstrukci povrchu dílu v místě vady, vč. měření profilu. Vada byla způsobena vlisováním nerovnosti již v procesu vstřikování. Buď poškozením formy, nebo ulpěním cizorodého tělesa na formě.

Na obr. 7 je znázorněn příklad vady, vycházející z chemického ovlivnění povrchu dílu: a) v topografickém ná-



***Obr. 5** – Postupné rozkrytí vady vycházející z vrstvy niklu; elektronová mikroskopie, rozsah zvětšení, SE; optická mikroskopie, zvětš. 1000x, světlé pole*



***Obr. 6** – Příklad 3D rekonstrukce povrchu dílu v místě vady, elektronová mikroskopie, SE*

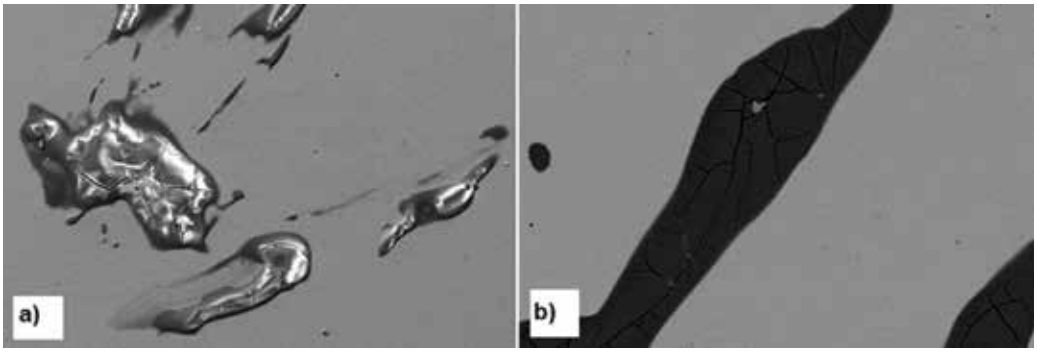
hledu; b) v chemickém kontrastu. Příčinou vady byla kontaminace dílu mikrokapénkami kyseliny.

Na obr. 8 je příklad vady vycházející z vrstvy Cu, kdy jsou jednotlivé vrstvy prolnuté mezi sebou a vystupující na povrch identifikovány prostřednictvím tzv. mappingu lokálního chemického složení, který umožňuje pokročilá EDS analýza.

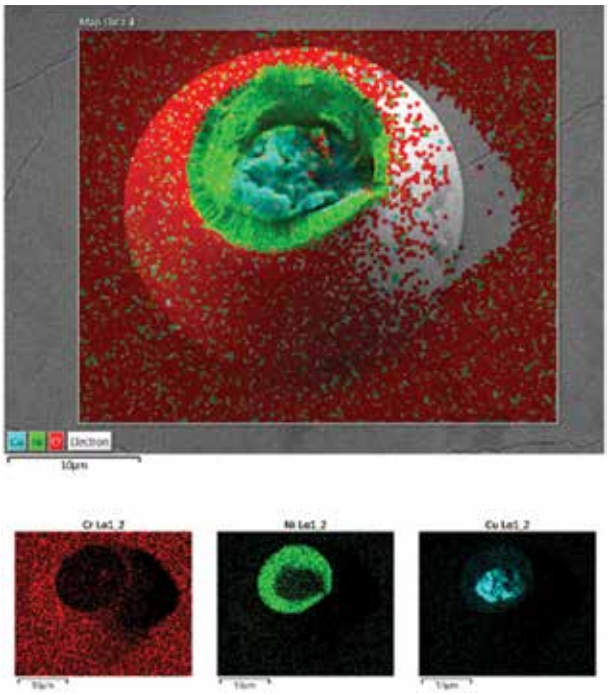
Příklad vady pokovení na méně obvyklém PA je pak znázorněn na obr. 9. Jde o zobrazení řezu vadou, vycházející z chemického Ni. Nedostatečná adheze chemického Ni na PA podkladu je způsobena nedostatečným naleptáním PA před nanesením palladia a chemického Ni. Ten se vylučuje na povrchu dílu, nemá však kavity, ve kterých by se zachytil mechanickou vazbou, a v následujícím procesu se odloupne. Na snímku je patrné odtržení Ni a prokovení postiženého místa mědí. Vada byla nejprve zkoumána v topografickém náhledu, kde byla vnímána na chromové vrstvě jako hrudky, malé konické kužely či výstupky – viz a), následně byl zhotoven metalografický výbrus, aby bylo možno odhalit, z které vrstvy pokovení vada vychází – viz b).

Závěr

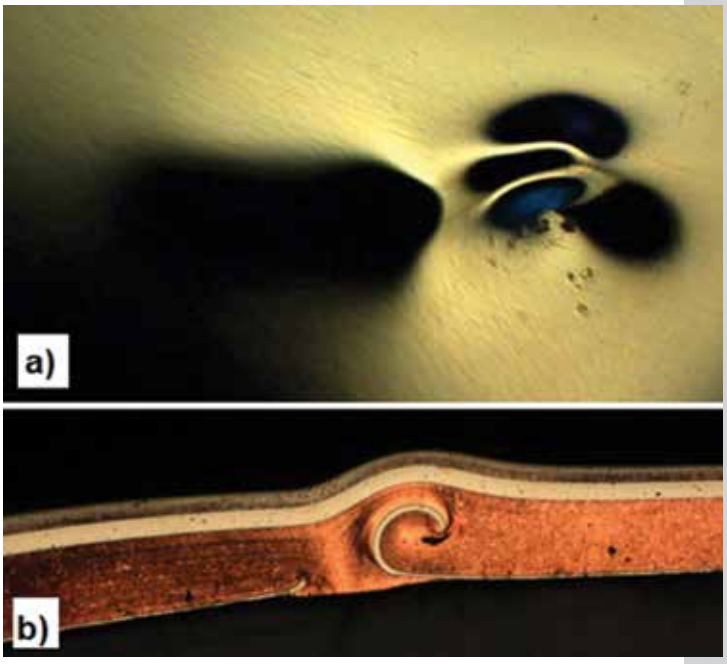
Využití mikroskopie pro hodnocení vad galvanicky povlakovaných polymerních dílů je jedním ze základních prvků analýzy příčin vad, na jejichž přesném odhalení závisí následná aplikace specifických nápravných opatření. Tato opatření mají praktický důsledek v podobě dramatického úbytku zmetkovitosti i následných reklamací, a tedy znamenají značnou úsporu nejen ve výrobních nákladech. V současné době je tedy využití špičkových analytických nástrojů, určených v minulosti především pro vědu, již naprostou samozřejmostí i pro denní potřeby průmyslové výroby. ■



Obr. 7 – *Příklad vady, vycházející z chemického ovlivnění povrchu dílu; elektronová mikroskopie a) topografický kontrast (SE), b) chemický kontrast (BSE)*



Obr. 8 *– Příklad vady, vycházející z vrstvy Cu. Elektronová mikroskopie, EDS mapping lokálního chemického složení*



Obr. 9 *– Příklad zobrazení řezu vadou, vycházející z chemického Ni; optická mikroskopie a) snímek z povrchu, zvětš. 100x, Nomarski; b) snímek v řezu, zvětš. 200x, leptáno, světlé pole*

EcoSupply P Core minimalizuje ztráty barvy a rozpouštědel

Gustav Hájek

EcoSupply P Core je modulární systém pro podávání barvy s možností její recyklace. Tato metoda podávání je úspěšně prověřena v automotive lakovnách. Firma Dürr však učinila krok, aby byl tento systém dostupný i pro další oblasti průmyslu. Systém dokáže recyklovat nepoužitou barvu v hadicích a minimalizovat tak spotřebu rozpouštědel, případně urychlit změnu odstínu barvy.

Poptávka po široké paletě barevných odstínů není doménou jen v automotive průmyslu. Zákazníci často využívají barvy pro jedinečnou identifikaci, například jako podporu své obchodní značky. Například výrobci kovových a plastových předmětů vyžadují možnost lakovat velké množství odstínů tak, aby mohli pokrýt individuální požadavky zákazníků.

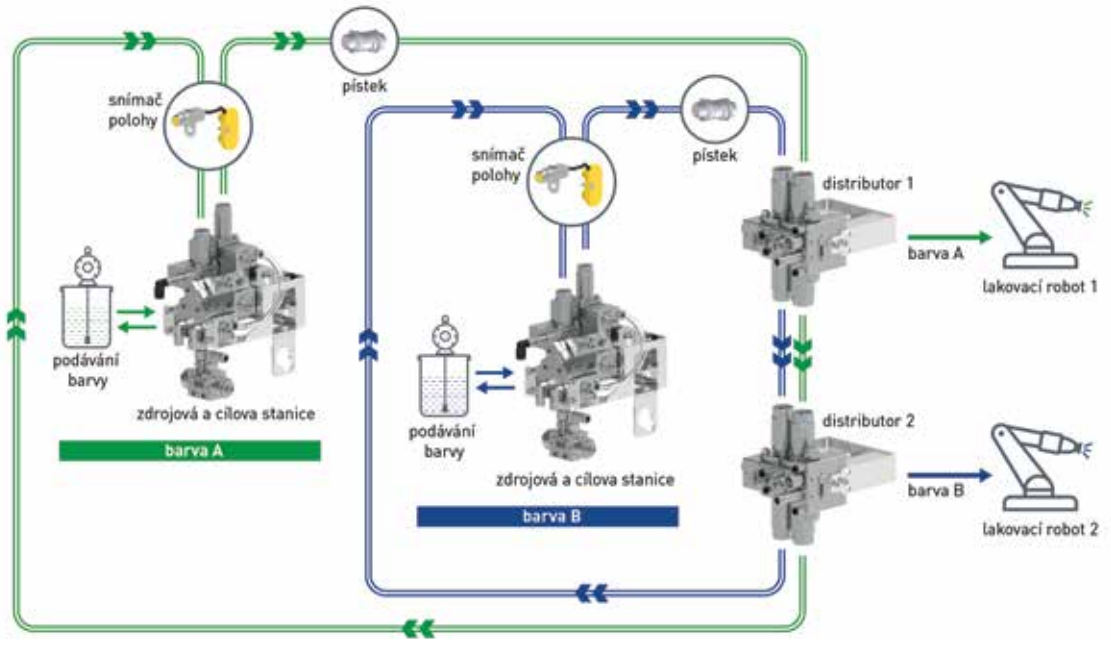
Nicméně změna odstínu v často rozsáhlém rozvodu lakovny znamená ztrátu barvy a proplachovacích rozpouštědel. To může znamenat neúměrně vysoké náklady, zvláště u malých výrobních dávek. Je to dáno tím, že každá výměna odstínu barvy znamená důkladné vyčištění rozvodu pomocí rozpouštědla a pulzního vzduchu a teprve následně lze natáhnout novou barvu. Tento proces bývá pracný, časově náročný a čím delší rozvod a silnější hadice, tím větší ztráty.

Technologie s vytlačovacím pístkem šetří spotřebu barvy

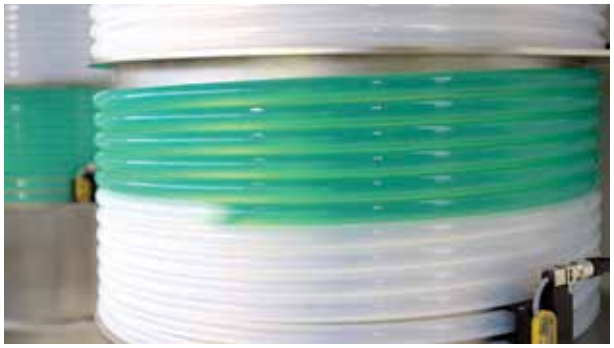
Pro technologii s vytlačovacím pístkem využívá Dürr na míru vyráběnou hadici s přesným vnitřním průměrem, kterou je unášen speciální pístek. Barva protékající hadicí vytlačuje tento pístek před sebou ze zdrojové do cílové stanice. Tento proces odstraní zbytky rozpouštědel v hadici po předchozím čištění. Distribuční stanice, s možností provozovat až čtyři nezávislé rozvody barvy, zajišťují propojení s aplikační technikou (např. lakovací robot). Po ukončení lakovacího procesu tlakový vzduch vytlačí pístek z cílové stanice zpět do zdrojové stanice. Tím je barva z rozvodu vytlačena zpět do nádoby, odkud byla čerpána. Proplachovací rozpouštědlo pak zajistí vyčištění hadice od zbytků barvy. Po vyčištění se proces opakuje.

Rychlejší změna odstínu a jednodušší údržba

EcoSupply P Core lze provozovat v jednosměrném módu nebo s cirkulací a je vhodný jak pro vodouředitelné tak rozpouštědlové nátěrové hmoty. V obou případech lze snížit úsilí na změnu odstínu, kdy je možné pomocí distributoru provádět rychlou výměnu bez nutnosti proplachovat celý rozvod. Modulární konstrukce



***Obr. 1** – Schéma propojení komponent v režimu dvou odstínů barvy s cirkulací a dvou aplikačních robotů. V tomto režimu může každý robot nezávisle aplikovat jiný odstín barvy, případně lze provádět výměnu odstínu v jednom z okruhů, zatímco probíhá lakování*



***Obr. 2** – Technologie výtlačného pístku v hadici snižuje spotřebu barvy a rozpouštědel díky možnosti recyklovat barvu z rozvodu, tj. mezi podáváním barvy a aplikací*



***Obr. 3** – Zdrojová stanice je startovním bodem. Materiál vytlačuje pístek ze zdrojové stanice přes distributory až do cílové stanice*

navíc zjednodušuje instalaci tohoto systému, který lze konfigurovat dle konkrétních požadavků. Systém lze snadno využít i s dalšími produkty firmy Dürr, jako je například EcoSupply2 Core.

Startovací sada se vším, co je potřeba

Startovací sada obsahuje všechny důležité komponenty, včetně zdrojové a cílové stanice, distribuční stanici pro připojení aplikace, hadice (délka až 100 m) a sadu pístků. Součástí je také snímač polohy pro monitorování polohy pístku, sada přípravků pro údržbu a instalaci, a v neposlední řadě technická dokumentace v digitální podobě, včetně příkladů možných schémat zapojení.

Dvacet pět let zkušeností s recyklací barvy

EcoSupply P Core nabízí výrobním provozům cenově efektivní a snadno použitelné řešení podávání barvy pro menší dávky a nízkotlaké aplikace. Současné produkty jsou výsledkem dvacetipětileté zkušenosti s technologií recyklace barvy v automotive průmyslu. ■



Práškové nátěrové hmoty – záruka dlouhodobé životnosti

Martin Hublar

Práškové nátěrové hmoty se dnes vyrábí v širokém spektru odstínů, lesků a povrchových efektů. Pokud bych chtěl spočítat všechny modifikace, jejich kombinace a přidám prozákaznicky upravené odstíny… budu hodně dlouho počítat! Jednou se nátěr ladí dle vzhledu již nalakovaných dílů, jindy podle barvy šatů apod. Jen pro inspiraci pár ukázek nátěrů s různými efekty (obr. 1–2).

Mezi fasádní nátěrové hmoty se řadí polyestera a polyuretany. Např. BPCOAT-TF Series (polyesterový) práškový nátěr bez obsahu TGIC. Řada BPCOAT-TF nabízí výbornou UV odolnost a mechanické vlastnosti. Pro fasádní komponenty, které jsou více namáhané třením, se využívají nátěry BPCOAT-SR Series (polyester) s tvrdším povrchem. Tento tvrdší povrch způsobuje mírné zhoršení mechanických vlastností, jako je elasticita, ale vykazuje větší odolnost vůči otěru. Pro stavební průmysl se dále běžně používají BPCOAT-PU (antigraffity – polyuretany), nebo BPCOTA-AS (protiskluzové nátěry)… ale tento článek není jen o nátěrech, a proto pojďme dál.

Hned na začátek vás ale nepotěším. Volba samotného nátěrového systému z více řad BPCoat je tou nejjednodušší disciplínou. Ale aby lakovaný prvek sloužil po dlouhá léta jako ochrana kovového podkladu a zároveň plnil i svou estetickou funkci, je potřeba zajistit více věcí, než jen zvolit správný odstín. Pojďme postupně… u ochranného organického povlaku (OP), v našem případě (oPNH) ochranná prášková nátěrová hmota, se jedná o ochranný organický povlak, který propůjčí kovu vzhled (viz výše…), ale hlavně ochranu! V případě organického povlaku se jedná o tzv. bariérovou



Obr. 1



Obr. 2

ochranu (někdy také nazývanou „adhezní ochrana“). Abychom zajistili tuto bariérovou ochranu, musíme dodržet pár zásad:

■ **Konstrukční řešení samotného prvku**
Správná konstrukce, od výkresu po montáž, má zásadní vliv na celkovou životnost. Co nás může zachránit v této oblasti, je správné použití norem od konstrukce po realizaci. Například ostré hrany, přeplátování… což jsou nejčastější prohřešky

■ **Správná předúprava povrchu**
Volba vhodné mechanické či chemické přípravy podkladu pro dokonalé ukotvení naší bariérové ochrany. Nedodržení parametrů předúpravy (občas stačí jen špinavá oplachová voda)

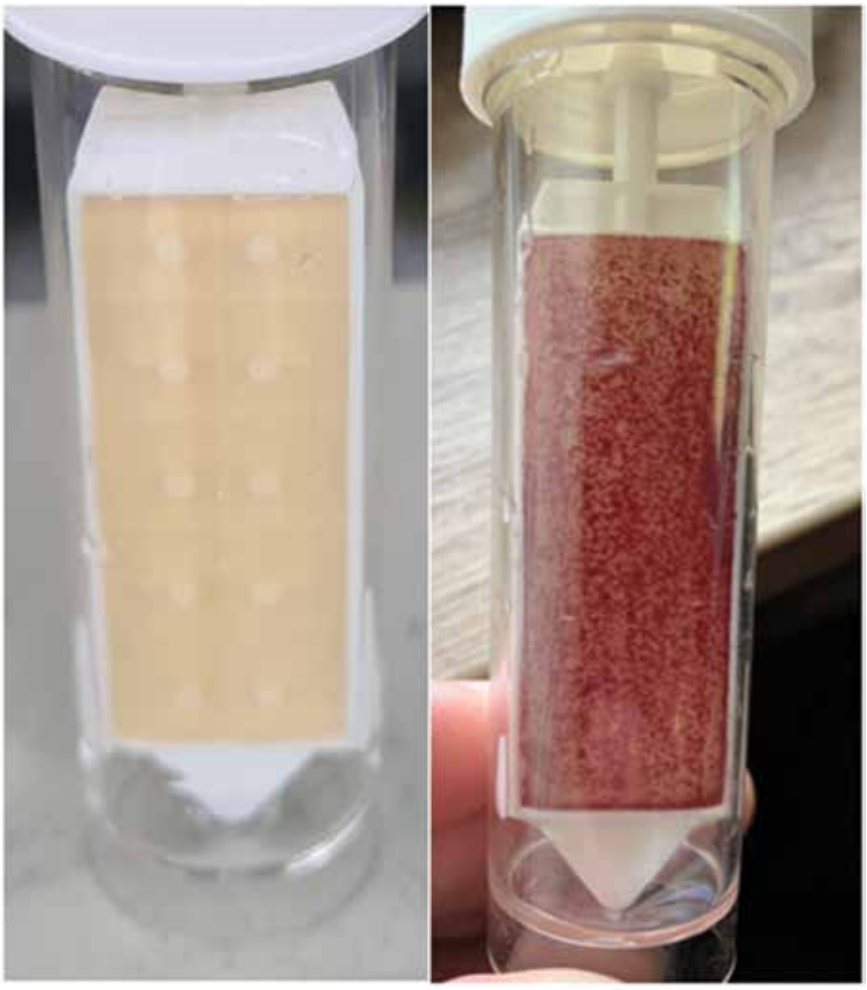
■ **Vhodná volba práškové nátěrové hmoty (PNH)**
O tomto tématu jsme se bavili na začátku a vybrat nátěr s požadovanou odolností je minimum… volba nátěrové hmoty s nízkou odolností UV záření (proč ten jeden sloupek po roce změnil barvu?)

■ **Dokonalé vytvrzení PNH**
Všechny předchozí body lze pokazit nedodržením technologické kázně! V našem případě, např. teploty vytvrzování PNH. Pokud není práškový nátěr správně vytvrzen (zasíťován), nedosáhne svých deklarovaných vlastností, a hlavně ani požadované UV odolnosti, která je pro fasádní nátěr základem.

■ **A na závěr údržba nátěru samotného**
Hodně podobné předchozímu. Životnost celého nátěrového systému si mohu zkrátit vlivy nečistot ponechaných na nátěrovém filmu po dlouhou dobu. Proto je dobré se držet doporučení výrobce a pravidelně se o náš ochranný povlak starat.

Pokud se vám podaří dodržet tato základní pravidla, můžete i očekávat dlouhou životnost svého fasádního nátěru. Pro všechny lakovny, výrobce i architekty je k dispozici náš team profesionálů, který vám ochotně poradí a pomůže s vašimi projekty. ■

STS Powder s.r.o., www.stspowder.cz



Obr. 3

FASTRIP T2 120-MIX – nové trendy v chemickém odlakování

Tomáš Pidima

ITS (IDEAL-Trade Service, spol. s r.o.) uvádí na český a slovenský trh novinku od našeho partnera v oblasti chemického odlakování, společnosti ALIT Technologies SpA. Jde o zatím nejkompaktnější odlakovací zařízení s ohřevem a cirkulací lázně FASTRIP T2 120-MIX. Je navrženo na základě jejích dlouholetých zkušeností v oblasti odlakování práškových, ale i mokrých nátěrů. Nabízí tak rychlé, spolehlivé, efektivní a prostorově úsporné řešení.

Výběr odlakovací metody

Každá firma, která má vlastní lakovnu, musí pravidelně řešit otázku odlakování závěsové techniky, ať už háků nebo i rámů, ale také nepovedených dílů, případně také silikonových krytek. V podstatě má jen tři možnosti: vyhazovat a kupovat nové, odlakovat externě anebo odlakovat in-house. Poslední varianta má samozřejmě výhodu v rychlosti celého procesu, ale také řízení kvality odlakování.

Ekologie a legislativa

Na našem trhu jsou velice oblíbené chemické přípravky pro odlakování při pokojové teplotě. S neustále se zpřísňující environmentální legislativou se však postupně omezuje použití chemických složek, které tyto odlakovače používají. Ekologičtější varianty pak mnohdy nemusí fungovat tak, jak byli zákazníci zvyklí – odlakování může trvat déle nebo u odolnějších barev nemusí proběhnout vůbec.

Technické inovace odlakování za tepla

Trendem je tedy odlakování při zvýšené teplotě, kdy lze používat méně nebezpečné přípravky, které však díky vyšší teplotě fungují spolehlivě a rychleji. A přesně to nabízí FASTRIP T2 120-MIX. Přípravky pro odlakování za tepla jsou obecně levnější než pro odlakování při pokojové teplotě, investice do zařízení se tak rychle vrátí.

Tento odlakovací stroj nepoužívá na rozdíl od svých předchůdců ultrazvuk, což vede nejen k tomu, že je zařízení tišší, ale umožňuje také použití elektroniky, která je méně náchylná na teplo. U zařízení s ultrazvukem jsme omezeni z hlediska znečištění odlakovací lázně, tedy obsahem kalu z rozpuštěné barvy. Díky tomu, že FASTRIP T2-120 MIX má cirkulaci lázně zajištěnu speciálním lopatkovým míchadlem, je možné lázeň provozovat i s vyšším zatížením a tím pádem prodloužit její životnost. Míchání také zajišťuje neustálý přísun čerstvého odlakovače k povrchu



Obr. 1 *– FASTRIP T2-120 MIX*



***Obr. 2** – Detail koše na díly a krytu míchadla*



***Obr. 3** – Detail odlakovací vany po vytažení koše a demontáži krytu míchadla*

odlakovaného dílu, odplavování již chemicky narušené barvy a také rovnoměrnou distribuci tepla po celém objemu vany.

Proces odlakování za tepla

Celý postup je pak velice jednoduchý. Do vany naplněné vhodným odlakovacím přípravkem se ponoří koš naplněný materiálem určeným k odlakování. Standardním přípravkem pro tento typ odlakování je Metalstrip 2011, který je určený na železné a ocelové díly, dají se v něm ale mimo jiné odlakovat i silikonové krytky. Výhodou oproti u nás velice rozšířeným odlakovačům, které fungují při pokojové teplotě, je fakt, že přípravku nevadí i nějaká ta voda v odlakovací lázni (u druhého typu odlakovačů dochází k částečné nebo kompletní ztrátě odlakovací schopnosti). Nevýhodou je ale zase to, že přípravek Metalstrip 2011 není vhodný pro hliníkové díly, zinkované díly a další, protože jeho působením dochází k oxidaci těchto materiálů a jejich degradaci. Pro tyto účely se hodí lépe přípravek Metalstrip 1365, který je k výše uvedeným povrchům šetrnější, ale současně dokáže při zvýšené teplotě odlakovat celou řadu druhů barev a zároveň má dobrou životnost. Oba přípravky lze analyzovat a alkalitu lázně je možné zvýšit příslušným aktivátorem.

Samotné odlakování a jeho délka závisí na několika faktorech: daném typu barvy (chemické složení), tloušťce vrstvy, teplotě lázně, alkalitě lázně a množství kalu v lázni. Obecně se ale dá říci, že doba se pohybuje mezi jednotkami minut až několika hodinami. Odlakovat je možné i odolné barvy, jako jsou KTL nebo epoxid. Konkrétní případy lze dopředu jednoduše ověřit testem ať už u vás v provozu nebo v naší laboratoři. Po odlakování barvy se košík s díly vyjme a zbytek lázně se nechá odkapat. Následuje oplach vodou, wap, postřiková myčka apod. I s tímto jsme vám případně schopni pomoci.

Technické specifikace:

- Kompletně vyrobeno z nerezové oceli AISI 304
- Objem vany cca 120 l
- Rozměry (délka × šířka × výška):
  - Vnější: 114,5 × 84 × 87 cm
  - Nádrž: 90 × 45 × 38 cm
  - Koš: 55 × 45 cm (výška nožek 4 cm)
  - Otvor pod víkem: 64 × 45 cm
- Hmotnost bez náplně: 210 kg
- Napájení: 400 V, čtyřpólová průmyslová vidlice
- Instalovaný elektrický výkon: 4500 W
- 1“ vypouštěcí ventil na dně vany, 2“ vývod pro externí odsávání
- Teplotní čidlo, hladinové čidlo
- Elektrické topné desky umístěné vně vany = nejvyšší bezpečnost, možnost ohřevu až na 80 °C
- Víko s písty a opatřením proti úniku výparů
- Elektronický zámek s automatickým zastavením míchadla v případě otevření víka
- Kompletně tepelně izolováno minerální vatou včetně víka
- Snadno odnímatelný boční panel z nerezové oceli pro jednoduchou údržbu
- Integrovaný ovládací panel pod dnem vany v pojízdném šuplíku pro snadnou údržbu, externí elektromechanické spínače pro úpravu parametrů na boku zařízení

K pronájmu i odkupu

Sečteno, podtrženo, jedná se o velice robustní, spolehlivé, bezpečné a skvěle fungující zařízení. Aktuálně máme u zákazníků několik zařízení v testu a zatím se setkáváme s velice pozitivními ohlasy. Nabízíme je jak formou pronájmu společně s dodávkou odlakovacích přípravků, tak k možnému přímému odkupu. Každý zájemce si tak může vybrat variantu, která jeho potřebám vyhovuje nejlépe a zároveň splňuje jeho možnosti. ■

Analýza a optimalizace čistících procesů

Doris Schulz

Procesy čištění často nabízí značný potenciál pro zlepšení, pokud jde o spolehlivější, ekonomičtější a udržitelnější čištění dílů. Prvním krokem je provedení systematické analýzy procesu, která se podrobně zaměří také na předcházející a následující výrobní kroky.

Pro zajištění kvality následných procesních kroků, zamezení zmetkovitosti a zaručení funkčnosti konečného výrobku je zásadním kritériem kvality důsledná čistota dílů. Je třeba splnit stále přísnější nebo dokonce modifikované specifikace čistoty. Kromě toho se neustále zvyšují požadavky na rychlost, nákladovou efektivitu a udržitelnost čisticího procesu. To, jak dobře, rychle a efektivně budou čisticí práce prováděny, však závisí nejen na zařízení, technologii procesu a použitém médiu, ale také na faktorech souvisejících se samotným procesem čištění.

Systematická analýza procesů - celkový pohled

Co tedy dělat, když díly náhle vychází ze systému flekaté, specifikace pro čistotu částic nebo povrchového napětí již nejsou splněny, vyčištěné obrobky přichází k zákazníkovi zkorodované nebo je čištění příliš pomalé a nákladné? V případě těchto a dalších problémů lze zdroj chyby vysledovat pomocí systematické analýzy procesu, jakou provádí například Akademie Ecoclean společnosti Ecoclean GmbH. Odborníci na čištění se nezaměřují pouze na vlastní proces čištění a zařízení, ale posuzují také celkové výrobní prostředí. Neboť i ty nejmenší změny v součásti, spektru a materiálu obrobku, typu znečištění a v úpravách předcházejících nebo navazujících procesů mohou mít zásadní vliv na výsledek čištění (obr. 1).



***Obr. 1** – Díky systematické analýze procesů, která zahrnuje také analýzu předcházejících a následujících výrobních kroků, lze rychle identifikovat zdroje chyb a optimalizační potenciál*

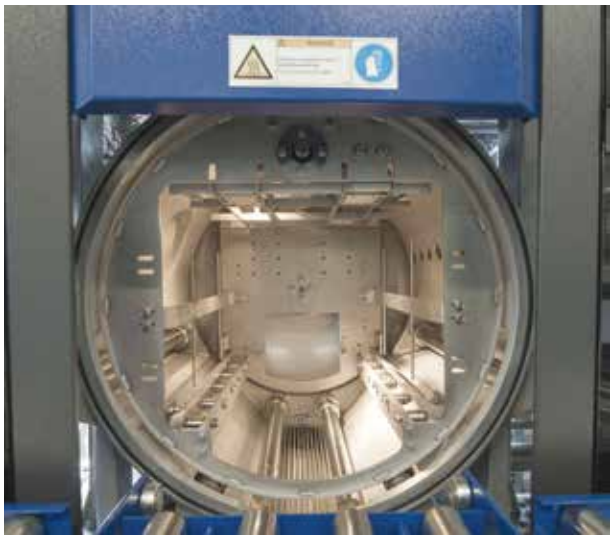
Skvrny a zbytky tenkého filmu na dílech

Podle odborníků na čištění je špatný výsledek čištění nebo výsledek, který nesplňuje nové vyšší požadavky na čištění, „klasickým" důvodem pro provedení analýzy procesu. Prvním krokem je přesná identifikace problému – nejsou splněny specifikace povrchového napětí nebo jsou na komponentech skvrny.

Pokud se skvrny vyskytují, je třeba si mimo jiné položit otázku, zda se změnilo množství a složení kontaminantů (procesních médií a dalších látek) a zda jsou složky a koncentrace čisticího média stále vhodné. Z tohoto důvodu se pečlivě zkoumají i další faktory, jako je kvalita oplachové vody, úprava lázně, technologie a posloupnost procesu a fáze sušení. Jsou to další proměnné faktory, které hrají roli, pokud jsou výsledky čistoty filmu neuspokojivé.

Neschopnost splnit požadavky na čistotu částic

Pokud analýza čistoty po skončení čisticího cyklu ukáže, že na dílech stále ulpívá příliš mnoho anebo příliš velkých částic, může to být způsobeno programem čištění a procesním postupem. Mezi možné příčiny patří zbytkové částice v pracovní komoře nebo na nosičích



***Obr. 2** – Pravidelná kontrola a údržba součástí stroje, jako jsou filtry, jsou zásadními faktory pro dosažení požadavků na čistotu částic stabilním a hospodárným způsobem*

dílů, nevhodný filtrační systém nebo zanesený filtr. Někdy je to nesprávná volba čisticích nádob, jako jsou například boxy z perforovaného pozinkovaného plechu, které brání účinnému a spolehlivému oddělení a odstranění částic. Tyto boxy stíní ultrazvuk, takže nemůže optimálně působit na díly. Stejně tak se tlak postřiku nedostane do vnitřku boxu z perforovaného plechu. Ve srovnání s koši z kulatého drátu je dalším problémem to, že mycí prostředek z těchto boxů neodkapává tak účinně. To může mít za následek nežádoucí přenos nečistot anebo čisticích chemikálií. V každém případě jsou nutné mnohem delší, tudíž energeticky náročnější procesy sušení.

Další příčinou neúspěšné kontroly čistoty jsou často neodstraněné otřepy, které se při manipulaci s díly během kontroly zbytkových nečistot odlomí a poté se objeví na filtru částic. Pod mikroskopem lze určit, zda se jedná o třísku nebo otřep. Ve druhém případě je třeba vyhodnotit předcházející procesy a zjistit, kde otřepy vznikají a jak lze jejich vzniku zabránit. Čistota částic může být také narušena magnetismem, který je „zakoupen" se surovinami nebo vzniká během výrobního procesu. Magnetismus váže třísky na díly a ztěžuje nebo znemožňuje jejich odstranění během procesu čištění (obr. 2).

Manipulace s díly po čištění

Proces čištění nekončí, když díly vyjedou ze stroje s požadovanou úrovní čistoty. Aby se zabránilo opětovné kontaminaci nebo korozi, ke které může dojít i u konzervovaných nebo pasivovaných dílů, je důležité se zaměřit na to, jak se s díly po čištění zachází. Je třeba zodpovědět následující otázky: kde, jak a jak dlouho jsou díly skladovány? Jakým způsobem se přepravují pro následné zpracování? Jaké obaly jsou k tomu potřeba? Kromě toho je kvůli vysokým požadavkům na čistotu často nutné, aby interní přeprava, montáž nebo balení probíhaly v čistých nebo sterilních místnostech.

Aktualizace procesů čištění

Kromě problémů s čištěním může být důvodem k analýze procesu také úprava čisticích programů. Cílem je zpravidla zkrátit dobu procesu nebo zlepšit výsledek čištění. Analýza vždy začíná dokumentací skutečného stavu, která zahrnuje kontrolu parametrů procesu, pořadí a časů procesu. Na základě výsledků analýzy lze identifikovat potenciál pro zlepšení a definovat vhodná opatření. Ta mohou zahrnovat modernizaci systému, například dovybavení nebo modernizaci ultrazvukového zařízení (obr. 3).

Kvalifikovaný personál

Současně je nezbytné, aby se pracovníci, provádějící čištění dílů, podíleli na analýze procesu a optimalizačních opatřeních. Klíčovým faktorem je zvyšování povědomí o problematice čistoty, stejně jako o možnostech technologií čištění a vlivu nastavení parametrů na výsledek čištění. Pokud dojde ke změně personálu, je rovněž důležité, aby byly předány znalosti o tom, jak systém čištění funguje a jak se provádí například opatření pro ošetření lázní nebo pravidelné údržbářské práce na systému čištění. V opačném případě se mohou znovu objevit problémy, které byly v minulosti již odstraněny. Investice do vzdělávání a školení zaměstnanců v oblasti čištění je z tohoto důvodu základním kamenem pro stabilní, hospodárné a trvalé dosažení standardů čistoty. Akademie Ecoclean proto také kombinuje procesní analýzy s klasickým školením (obr. 4). ■



***Obr. 3** – Dovybavení či modernizace čisticího systému procesní technologií, například ultrazvukem, umožňuje v mnoha případech stabilní dosažení požadovaných výsledků a zkrácení doby čištění*



***Obr. 4** – Klíčem ke spolehlivým, efektivním a udržitelným procesům čištění je dobře vyškolený personál, který rozumí tomu, jak systém čištění funguje a jak se například provádí opatření na ošetření lázní nebo pravidelná údržba systému čištění (obr. 1 až 4: Ecoclean)*

Předúpravy ocelí před finálními povrchovými úpravami

Peter Stuchlík

Finální povrchové úpravy výrobků řeší obvykle několik problémů najednou. Chrání povrch před účinky agresivního prostředí, chrání povrch proti mechanickému poškození, dávají povrchu obrobku estetický vjem a v některých případech dodávají výrobku nějaké specifické vlastnosti. V základě je lze rozdělit na:

- konzervace (nejčastěji se používají konzervační oleje, ale dnes existuje i řada dalších řešení)
- vytvoření konverzního povlaku (pasivace – opět existuje celá řada možností, ale dost se používá tzv. „černění" nebo fosfatizace, nitridace a jiné konverze)
- nanesení roztoku polymeru (všechny nátěry, barvy, laky)
- potažení taveninou polymeru (např. Komaxit aj.)
- pokovení (nejčastěji se jedná o zinkování nebo chromování, ale také se lze setkat s niklováním, kadmiováním atd.)
- potažení anorganickým materiálem (sklem, keramikou apod.)
- nanesení hydrofobizačního prostředku (např. vosk)
- nano povrchové úpravy (jedná se o nános nano částic, nebo nános nano filmu).

Problémy v obráběcích procesech s vlivem na finální úpravy

Téměř všechny kovoobráběcí procesy probíhají v přítomnosti nějakých provozních kapalin. Ve většině případů se používají vodné emulze nebo vodné roztoky. Tyto kapaliny vnáší do kovoobráběcích procesů ocelí celou řadu problémů.

Problém kompatibility

Z důvodu, že se v jednotlivých stupních obráběcího procesu používají různé kapaliny o rozdílném chemické složení, dost často dochází k tomu, že se složky obsažené v jedné kapalině nesnesou s chemikáliemi v následném prostředku, a pak dojde k nežádoucí chemické reakci. Na tento problém existuje jednoduché řešení. Je zapotřebí nechat odborníkem prozkoumat složení podle Bezpečnostních listů kapalin, zda k něčemu takovému nemůže dojít. Nicméně, v mnoha případech se na složení provozních kapalin, jak je uvedené v Bezpečnostních listech, nedá spolehnout. Takže v případě, že nelze kompatibilitu zaručit, je vhodné do procesu zařadit mezioperační praní.

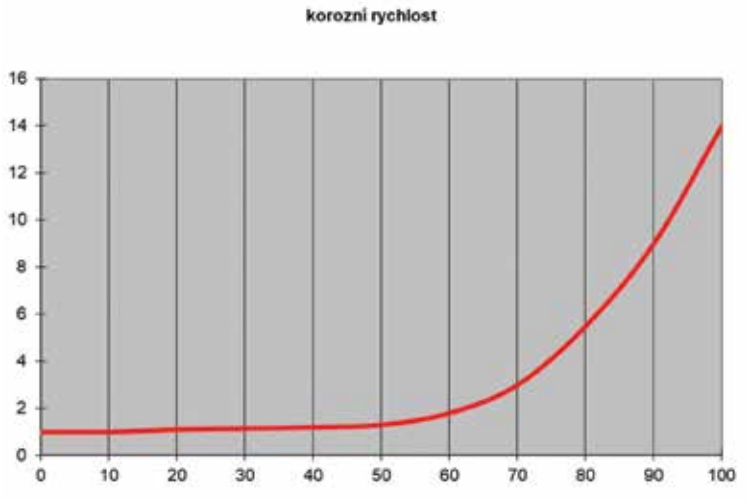
Korozní problémy

Je zapotřebí si pamatovat, že koroze je elektrochemický proces realizovaný elektrony. Dále je zapotřebí si uvědomit, že korozní rychlosti exponenciálně rostou se zvyšující se relativní vlhkostí (obr. 1).

V obecné rovině je řešení tohoto problému snadné. Je zapotřebí ve vodivém prostředí používat ochranné prostředky ve formě inhibitorů koroze. Řešit konkrétní případ je však otázka složitější, protože je nutné dbát na kompatibilitu a současně zohlednit daný konkrétní výrobní proces.

Vliv pH

Pokud se pracuje s ocelí v kyselém prostředí (s pH menším než 7,0), je ocel obvykle po daném procesu stříbřitě lesklá. A to z důvodu, že dochází k chemické reakci „odleptání" železa. Jenže tím je zaděláno na velký problém.



***Obr. 1** – Rychlost korozních reakcí v závislosti na relativní vlhkosti*

Rozeběhly se elektrochemické korozní procesy. Na druhou stranu, pokud se pracuje v silně alkalickém (zásaditém) prostředí, dochází k tvorbě hydroxidů železa (ty jsou šedé), které pak reagují se vzduchem za vzniku následné koroze. Proto je ideální na ocele používat vodní lázně, které jsou po dobu výrobního procesu v rozmezí pH 7,5-9,5.

Praní

Vzhledem k rozsahu problému jsou zde uvedeny opravdu jen ty nejzákladnější informace. Mytí a odmaštění se provádí celou řadou procesů. Ručně, ponorem, strojně v karuselových nebo tunelových pračkách, případně ultrazvukem. Volba technologie závisí na obrobku samém, na počtu kusů, na velikosti a druhu znečištění, na následném procesu atd. A stejně tak i volba vhodného mycího prostředku.

Důležité je si uvědomit, že neexistuje prostředek, který by byl vhodný pro všechny mycí operace. Je tedy zapotřebí vždy pro danou technologii, konkrétní výrobek a jeho následné operace najít odpovídající mycí a odmašťovací prostředek.

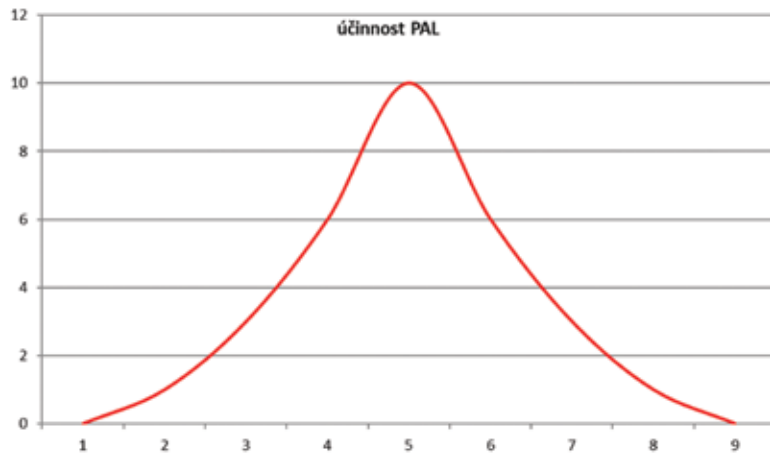
Tyto prostředky lze nejobecněji rozdělit na: organické (rozpouštědlové) a na vodní. Organika bývá obvykle při mytí a odmašťování rychlejší než vodní prostředky. Jenže ta vyžaduje speciální investičně náročná zařízení, a to kvůli potřebným bezpečnostním opatřením. U benzínu, alkanů i alkoholů je největším problémem hořlavost a možnost tvorby výbušných par se vzduchem. Chlorované uhlovodíky jsou sice nehořlavé, ale jsou toxické a způsobují korozi ocelí. Tzv. „ekologická" rozpouštědla jsou relativně drahá a jejich ekologičnost je jen iluzorní. Protože ať už jakýkoliv mycí prostředek použijeme, organický nebo vodní, který je v čistém stavu ekologický, tak mycím procesem se z něj stává nebezpečný odpad. Škála vodních mycích prostředků je mnohem širší. Jedná se o roztoky povrchově aktivních látek (tenzidů) s pomocnými chemikáliemi. Existují také bio mycí a odmašťovací prostředky. Na ty je zapotřebí si dát velký pozor. Mytí vodními prostředky probíhá obvykle za zvýšené teploty. A s každým rozdílem 10 °C se reakční rychlosti zdvojnásobují. Pokud se použije postřikové mycí zařízení, dochází k rychlé saturaci kapaliny vzdušným kyslíkem a CO_2. Takže pozor na korozi. Každý vodní prostředek má svoje optimum, kdy je nejúčinnější. S jeho koncentrací nejprve účinnost strmě roste, ale při překročení optimální koncentrace stejně strmě účinnost klesá (obr. 2).

Adheze

Častým problémem všech povrchových úprav je jejich adheze k povrchu ocelového výrobku. Ta je dána nejen hrubostí povrchu obrobku a vlastnostmi povrchové úpravy, ale také vlastnostmi znečištění na jeho povrchu. A stejně tak jsou povrchové vlastnosti oceli ovlivněny použitou předúpravou. Ta totiž může mít zásadní vliv, zda finální povrchová úprava k povrchu přilne. Další důležitou roli hrají použité chemikálie na předúpravu a jejich reakční produkty s ocelí. V některých případech totiž dochází k reakci mezi těmito chemikáliemi a chemikáliemi ve finální povrchové úpravě. Výsledkem pak může být nepříjemné překvapení.

Závěrem

Při volbě technologie je vhodné uplatnit uvedené základní principy předúprav před finálními úpravami ocelových výrobků. Mít vždy na paměti celý proces od začátku do konce. Včetně i následného skladování, dopravy a použití výrobku. Také je nutné dbát na kompatibilitu použitých chemických prostředků, jak pro obrábění, tak pro předúpravu i finální úpravu. Tam, kde si člověk není kompatibilitou jistý, je třeba zařadit mezioperační praní. Před finální úpravou se musí vždy použít nějaký vhodný mycí proces. Praní a mytí ocelí ve vodním prostředí by mělo probíhat při pH 7,5–9,5. Protože ocelím hrozí rychlá koroze, tak ve všech stupních obrábění a mytí je nutné používat vhodné účinné inhibitory koroze. Nikdy se nesmí kombinovat inhibitory do „olejových" systémů s kontaktně-výparnými nebo s výparnými inhibitory koroze (VCI, VpCI). Také je nezbytné kontrolovat nejen čistotu lázní, ale i jejich správnou koncentraci. Potřebné je vyvarovat se mytí ve stejné lázni rozdílných kovů, nebo jejich slitin. Prostředky od „renomovaných" značek bývají obvykle vyrobeny někým úplně jiným, takže je zapotřebí se orientovat ne podle jména značky, ale jak prostředek splňuje požadavky na daný výrobní proces. ■



***Obr. 2** – Účinnost povrchově aktivních látek v závislosti na koncentraci*

Budoucnost technologie tryskání suchým ledem

Vojtěch Buleca

Technologie tryskání suchým ledem už je několik desítek let na světě, ale v České republice je o ní stále velmi malé povědomí. Spousta firem a lidí o této technologii ještě ani neslyšela, a pokud ano, mají často o ní a suchém ledu mylné představy. Tímto článkem bychom rádi představili technologii tryskání suchého ledu a samotný suchý led.

Naše společnost Dry Ice Technology s.r.o. je jedna z prvních firem, která nabízí komplexní balík služeb k otryskání povrchů suchým ledem. Od výroby a distribuce suchého ledu po prodej, pronájem a servis tryskacích přístrojů i dalšího příslušenství. Naším cílem není jen rozvoj firmy, ale i šíření povědomí o této technologii a rozšíření technologie samotné. Tato technologie totiž skýtá mnoho výhod a možností uplatnění oproti jiným variantám čištění povrchů a je škoda, že není u nás tak rozšířená, to se snažíme napravit. Díky svým specifikacím této technologie a jejím širokým možnostem ji lze uplatňovat na povrchy, na které jiné technologie nelze využít.

Absence vedlejších odpadů

Největším přínosem technologie tryskání suchého ledu je absence vedlejších odpadů při tryskání, široké možnosti využití na různé povrchy a velká šetrnost k povrchům samotným. Dále se jedná o hygienickou a ekologickou technologii tryskání, kterou lze využít např. v potravinářství, kde jsou přísné hygienické normy. Dalším přínosem je i úspora času při čištění výrobních technologií a linek, kde dochází díky absenci či minimalizaci prostojů k výrazným časovým a finančním úsporám. Tyto a další výhody si detailněji rozebereme v tomto článku.

Co je to suchý led

Když přejdeme k samotnému popisu tryskání suchým ledem, musíme si nejdříve říct, co vlastně je suchý led? Spousta lidí má mylné představy, že suchý led je dusík nebo další forma klasického vodního ledu, ale není to tak. Suchý led je pevné skupenství oxidu uhličitého (CO_2), kdy dosahuje teploty až –79 °C (je bezbarvý, bez zápachu, také je těžší než vzduch a drží se při zemi).

Odkud a jak se získává tekutý oxid uhličitý? Většina CO_2 pro průmysl má původ jako vedlejší produkt a odpad při rafinaci ropných látek, chemické výrobě močoviny, čpavku a hnojiv nebo jiných procesů. Místo volného vypouštění do ovzduší bez využití se zachytává a tlakem až na 20 barů se zkapalňuje. Následně je v tekutém skupenství cisternami distribuován do firem a institucí, kde se přečerpává do skladovacích sil k tomu určených. Suchý led je samotné tryskací médium, a tudíž nejdůležitější částí celé technologie. Suchý led může mít několik forem, od malých mikropelet přes nugety až bloky suchého ledu. Záleží na využití suchého ledu, např. jako tryskací médium do tryskacích přístrojů nebo k chlazení materiálů či zboží.

Jak se vyrábí suchý led?

Tekuté CO_2 je skladováno v silech, odkud je přečerpáno pomocí potrubního systému do peletizeru. V peletizeru se tekuté CO_2 napustí do komory, kde je následně stlačen pístem a v jeden moment při stlačení přibližně 200 barů se přemění tekutý oxid



Obr. 1 *– Čištění dřeva*



Obr. 2 *– Tryskání*

uhličitý na sníh, na pevnou formu oxidu uhličitého. Následně je sníh CO_2 protlačen přes otvory matrice na požadovanou formu suchého ledu, pevné formy oxidu uhličitého. Matrice mají různé průměry a počty otvorů k požadované formě suchého ledu. Jedním ze specifik a výhod suchého ledu je jeho přechod z pevného skupenství přímo na plynné. Díky tomu při tryskání nevzniká vedlejší odpad, jako je například voda (kterou neobsahuje), chemické látky, písek a jiná abraziva.

Jak to celé v praxi funguje

Technologie tryskání suchým ledem se skládá z několika částí: kompresoru, tryskacího přístroje s tryskací pistolí a většinou i vyměnitelnými tryskami.

Z tohoto systému je nejdůležitější kompresor. Můžete mít sebelepší tryskací přístroj, ale bez adekvátně fungujícího kompresoru nebude plně využit potenciál a funkčnost tryskacího přístroje. Volba kompresoru závisí i na volbě tryskacího přístroje, kdy malý mobilní tryskací přístroj má jiné požadavky na vstup vzduchu než větší průmyslový tryskací přístroj, který má výkon a zároveň odběr vzduchu mnohem vyšší.

Nejběžnějším typem kompresoru, který se používá k tryskacím přístrojům, je šroubový kompresor, který je schopný po celou dobu tryskání dodávat požadované množství a tlak vzduchu. Další části, které musí kompresor obsahovat nebo musí být dodatečně pořízené, a to zdůrazňuji, jsou odlučovač vody a sušička vzduchu.

Tryskací přístroje potřebují vysokou kvalitu vzduchu bez vlhkosti, olejů a dalších nečistot, jelikož můžou následně a výrazně snížit výkon tryskání. Hlavním důvodem je, aby se zamezilo vstupu vlhkosti do tryskacího přístroje, kde by kvůli nízkým teplotám mohlo dojít k zamrzání částí tryskacího přístroje a vnitřku vzduchových hadic. Pokud by totiž došlo k zamrznutí vzduchových hadic, výkon tryskání by se rapidně zmenšil nebo dokonce ustal kvůli neprůchodnosti vzduchu.

Proto před pořízením tryskacího přístroje doporučujeme počítat i s možným pořízením nového kompresoru. Naše společnost Dry Ice Technology s.r.o., je prodejcem kompresorů, které jsou kompatibilní s tryskajícími přístroji.



Obr. 3 *– Otryskávání lakovací komory*

Samozřejmě druhou a nedílnou součástí celého kompletu technologií tryskání suchého ledu je samotný tryskací přístroj. Tryskací přístroj je připojen ke kompresoru vzduchovou hadicí. Průměr hadice je závislý na samotném tryskacím přístroji a hadice jsou většinou opatřeny rychlospojkou, také většinou bývají součástí tryskacího přístroje při jeho pořízení. Tryskací přístroje mají několik variant od malých mobilních tryskacích verzí, které jsou vhodné na lehčí nečistoty a nepotřebují takové množství vzduchu, až po průmyslové tryskací stroje, které jsou účinnější na silnější nečistoty, ale zároveň i náročnější na vstup vzduchu. Tryskací přístroj se skládá ze zásobníku na suchý led, který má různé kapacity na množství suchého ledu dle velikosti tryskacího přístroje (například od 5 kg do 40 kg). Některé tryskací přístroje (většinou průmyslové) mají také druhý zásobník na dodatečná abraziva, která se pak spolu se suchým ledem tryskají na povrch. Drtivá většina průmyslových tryskacích strojů a některé menší verze mají také regulátor tlaku vzduchu, kde se volí požadovaný výstup vzduchu z tryskacího přístroje do tryskací pistole v závislosti na čištěném povrchu a nečistot. Dalším prvkem tryskacího přístroje je volič množství dávkování suchého ledu, který je buď umístěn na ovládacím panelu, nebo na tryskací pistoli. Díky tomu můžete navolit velké množství suchého ledu v tryskaném vzduchu nebo naopak malé či žádné množství suchého ledu při otryskávání povrchů. Bezpečnostními prvky u tryskacího přístroje jsou: uzemňovací lanko, které se přichycuje na jiný povrch kvůli uzemnění, protože při tryskání vzniká slabá statická elektřina, která je nežádoucí při čištění citlivých povrchů, jako jsou senzory a elektrické obvody nebo tryskání v hořlavém prostředí. Dalším bezpečnostním prvkem je nouzové STOP tlačítko, které po zmáčknutí okamžitě vypne chod tryskacího přístroje. Posledním bezpečnostním prvkem je pojistka v rukojeti tryskací pistole, která bude popsána níže.

Poslední částí technologie je tryskací pistol a vyměnitelné trysky. Tryskací pistol bývá většinou pevně připojená vzduchovou hadicí a hadicí na suchý led k tryskacímu přístroji. Součástí tryskací pistole je spoušť s pojistkou, kdy při stisknutí spouště začne tryskat vzduch se suchým ledem a po uvolnění spouště a zároveň i pojistky se tryskání okamžitě zastaví. Pojistky můžou mít několik variant, jsou např. už zabudované v systému spoušti nebo jako sekundární spoušť, která musí být stlačená zároveň s primární spoušti. Tyto pojistky jsou z důvodu bezpečnosti velmi citlivé, stačí velmi krátké uvolnění dlaně a proud vzduchu se ihned zastaví.

Nedílnou součástí tryskacích pistolí jsou vyměnitelné trysky, které se volí dle využití na čištěný povrch. Trysky mají širokou škálu variant od standardních kónických, které tryskají bodově a jsou nejúčinnější, až

po široké, které nemají tak velký tlakový účinek na povrch, ale jsou k němu o to více šetrné a zaberou větší plochu tryskání. Tyto trysky se hlavně využívají při čištění dřeva, kde je požadován co nejmenší úbytek dřevěného materiálu na povrchu. Dále existují podlouhlé trysky, které se využívají na tryskání při větší vzdálenosti a mají díky své konstrukci vlastnost narychlování vzduchu a tím větší účinnost tryskání. Nadále existují i úzké a zahnuté trysky, které jsou vhodné na čištění špatně dostupných míst, jako jsou například motory u aut, rozvaděče aj. ale mají nevýhodu, že zahnutý tvar snižuje výkon tryskání. Všechny trysky jsou většinou vyrobené ze speciálních slitin, které jsou odolné vůči vysokému tlaku a velmi nízkým teplotám, díky tomu jsou velmi trvanlivé a odolné. U některých značek tryskacích přístrojů lze k tryskacím pistolím dokoupit i LED světla na osvětlování čištěného povrchu, při tryskání je to velmi užitečný pomocník.

Typy moderních tryskacích přístrojů

Menší a mobilní typy tryskacích přístrojů se mnohdy obejdou i bez napojení na elektřinu, stačí jim jen poháněnímu vzduchem z kompresoru. Tyto menší modely jsou vhodné na čištění citlivějších povrchů, jako jsou například elektrické obvody, senzory a čipy, látky, dřevo, plasty a další povrchy náchylné na poškození. U menších modelů tryskacích přístrojů je třeba dávat pozor, jestli je součástí tryskacího přístroje regulátor tlaku vzduchu. Ne všechny malé modely ho mají a osobně doporučuji pořizovat tryskací přístroj s regulátorem tlaku vzduchu. Je pohodlnější a efektivnější regulovat vzduch dle potřeby na tryskacím přístroji než na samotném kompresoru. Požadavky na vstup vzduchu u těchto menších verzí přístrojů se pohybují od 1 m^3/min do cca 3 m^3/ min vzduchu při tlaku cca 8 barů. Tyto tryskací přístroje najdou využití v údržbě technologií v automotive či autodetailingu, při čištění vstřikovacích forem na plasty, při renovacích a restaurování citlivých objektů a povrchů nebo k čištění látek a sítotisků. K těmto účelům využíváme náš malý mobilní tryskací přístroj Mini-S, jehož jsme jedinými prodejci v ČR a který je ve své kategorii malých mobilních tryskacích přístrojů nejvýkonnější a nejkvalitnější.

Dalším a nejrozšířenějším typem tryskacích přístrojů jsou průmyslové tryskací přístroje. Mají větší rozměry, potřebují napojení do el. sítě (230 V), ale jsou zároveň výkonnější a při čištění mnohem efektivnější. Tyto tryskací přístroje jsou určené na čištění silnějších nečistot nebo větších ploch, kde menší modely nemají požadovaný výkon na čištění. Průmyslové tryskací přístroje mají větší požadavky na vstup vzduchu, většinou minimálně 5 m^3/ min. při tlaku 10 až 12 barů. Výhodou těchto průmyslových tryskacích strojů je, že díky regulaci tlaku vzduchu mohou čistit i citlivé povrchy, stejně jako menší modely tryskacích přístrojů. Spotřeba suchého ledu u těchto tryskacích přístrojů je větší než u menších modelů, zároveň je to kompenzováno vyšší účinností a rychlostí tryskání suchého ledu na nečistoty. Využití průmyslových tryskacích přístrojů se najde při čištění silnějších nečistot, jako jsou např. velké vrstvy mastnot a nánosů, strusky z obráběcích center, čištění větších ploch dřevěných, kameninových, kovových a jiných povrchů. Efektivní využití se také najde při odstraňování graffiti. Možnosti využití jsou celkově velmi široké.

Tryskání suchým ledem na různé znečištěné povrchy

Zde si popíšeme proces tryskání suchého ledu na znečištěné povrchy.

Při namíření tryskací pistole a zmáčknutí spouště vystřelí pelety suchého ledu spolu se vzduchem rychlostí blízkou rychlosti zvuku na nečistoty a povrch. Zasažená nečistota peletami suchého ledu ve velmi krátký okamžik namrzne, zvětší svůj objem, zkřehne a díky silnému tlaku vzduchu se rozpadne a oddělí od čištěného povrchu. Při nárazu pelety do nečistoty suchý led ihned sublimuje do plynného stavu. Díky kombinaci teplotního šoku a vysokého tlaku vzduchu vznikají v místě dopadu pelety extrémní podmínky, díky nimž se nečistoty z povrchu často odstraní a jsou odtryskány do okolního prostoru. Tyto extrémní podmínky při tryskání mají ješ-



Obr. 4 *– Čištění tiskařského stroje*

tě jeden vedlejší efekt, s nečistotami jsou na povrchu zlikvidovány zároveň viry a bakterie, tím je povrch hygienicky vyčištěn. Výhodou tohoto tryskání je, že tvrdý povrch zůstane nepoškozen a je odstraněna jen samotná nečistota.

Díky regulaci vzduchu při tryskání a k tomu vázané účinnosti tryskání lze čistit i citlivé povrchy. Suchý led je vhodnou variantou na čištění dřeva, kde dochází oproti jiným metodám k velmi malému úbytku dřevěného materiálu. Dále je také toto tryskání vhodné na čištění el. obvodů, senzorů a dalších el.částí technologií, kde je zvlášť potřebné mít šetrné čištění povrchů. Lze tak čistit rozvaděče, senzory na výrobních linkách, kde dochází k častému znečišťování, hlavy obráběcích robotů od mastnot a špon atd.

Hygienické vlastnosti tryskání jsou vítané v potravinářském průmyslu, farmacii a vůbec v prostředí, kde platí přísné hygienické podmínky. Lze tak suchým ledem čistit např. velké udírny v masné výrobě, nemocniční prostory, potravinářské nebo farmaceutické výrobní linky. Díky těmto vlastnostem lze nahradit chemické přípravky tryskáním suchého ledu a přispět tak k šetrnější a ekologičtější metodě čištění.

Samozřejmě i tato metoda má své limity. Jsou to např. látky, které jsou napevno spojeny s materiálem, jako je např. prášková barva. Co se týče koroze, tak suchý led vyčistí jen její povrch, ale samotnou ji neodstraní. Dalším limitem tryskání suchého ledu jsou nečistoty, které mají „gumovou" konzistenci. Často se s nimi setkáváme při čištění vzduchových šachet, ve kterých jsou letité usazeniny. Gumová konzistence nečistot při tryskání suchého ledu, pohlcuje kinetickou energii tryskání, která je zásadní při tryskání. Díky tomu při tryskání nedochází k tříštění nečistoty, ale jen k podchlazování. V těchto případech se kombinuje suchý led s mechanickým odstraňováním nečistot.

Je nutné brát v potaz i vyšší hlučnost tryskání suchým ledem, kde se hlučnost průmyslových strojů na tryskání suchého ledu pohybuje na úrovni více než 90 dB. S tímto může být problém při čištění ve výrobních závodech, kde zároveň probíhá výroba a můžou tím být překračovány hlukové limity. V tomto konkrétním případě probíhají čistící práce mimo provozní dobu. Také při pořízení technologií k tryskání suchého ledu, je nutné brát v potaz vyšší pořizovací náklady, konkrétně se to týká průmyslových strojů na tryskání suchého ledu a kompatibilních kompresorů.

Závěrem bych chtěl říct, že technologie tryskání suchého ledu má velmi široké možnosti využití. Lze tuto technologii brát i jako doplněk k dalším metodám tryskání nebo čištění povrchů. Je vhodná do podniků, které mají nejen přísné hygienické normy, ale také ekologické normy. V Čechách tato technologie stále ještě není hojně rozšířená, ale dnes se ukazuje, že se toto mění, zvyšuje se zájem a povědomí o této technologii. Naše společnost Dry Ice Technology je nedílnou součástí rozšiřování této technologie v ČR. ■

PEŠEK technology

Nabízíme komplexní služby v technologii aplikace nátěrových hmot

PORADENSTVÍ
ekologie a ekonomika nanášení nátěrových hmot, návrh a výběr nejvhodnějších aplikačních systémů a technologií aplikace nátěrových hmot, spolupráce s významnými firmami v oboru nanášení nátěrových hmot

PRODEJ
stříkací zařízení, komponenty, náhradní díly a příslušenství společnosti skupiny Wagner group, Graco, Dürr, SATA, vybavení a příslušenství pro lakovny (měřící technika, vybavení tlakové vzduchotechniky)

SERVIS
opravy, údržba, školení, nastavení stříkacích zařízení a jejich celků

ZPROSTŘEDKOVÁNÍ PRODEJE
průmyslových barev, nátěrových hmot pro truhlářskou výrobu

PEŠEK technology spol. s r.o.
velkoobchod, poradentství, servis
Smrková 30, 312 00 Plzeň
mob.: +420 602 316 192
e-mail: libor.pesek@volny.cz
info-pt@seznam.cz
www.pesektechnology.cz

Neutralizační stanice pro likvidaci odpadních vod z výroby výbušnin

Libor Vodehnal

Roku 2022 firma AITEC s.r.o. realizovala zakázku dodávky neutralizační stanice pro odpadní vody z technologie výroby výbušnin.

Realizace tohoto projektu probíhala ve více etapách. Po samotné výrobě zařízení následovala montáž ve firmě AITEC. Zde bylo zařízení kompletně sestaveno a odzkoušena funkčnost kompletního zařízení na vodu. Následovala demontáž, zabalení a doprava zařízení k zákazníkovi. Pro jednoduchost montáže a demontáže zařízení byla konstrukce zařízení modulární v maximálně možné míře.

Vlastní montáž u zákazníka včetně uvedení do provozu trvala cca 4 týdny.

Technické řešení

Vzhledem k složení odpadních vod, kdy při samotné technologii likvidace existuje riziko vzniku výbušných plynů, bylo nutné technické řešení přizpůsobit požadavkům pro výbušné prostředí.

Vlastní řešení spočívalo v odděleném umístění veškerých elektrických zařízení včetně elektrorozvaděčů od reakčních nádrží mimo výbušnou zónu.

Veškeré potrubní připojení reakční nádrží bylo vyrobeno z korozivzdorné oceli, resp. elektricky vodivého plastu. Rozvody tlakového vzduchu jsou provedeny pomocí elektricky vodivých hadiček.

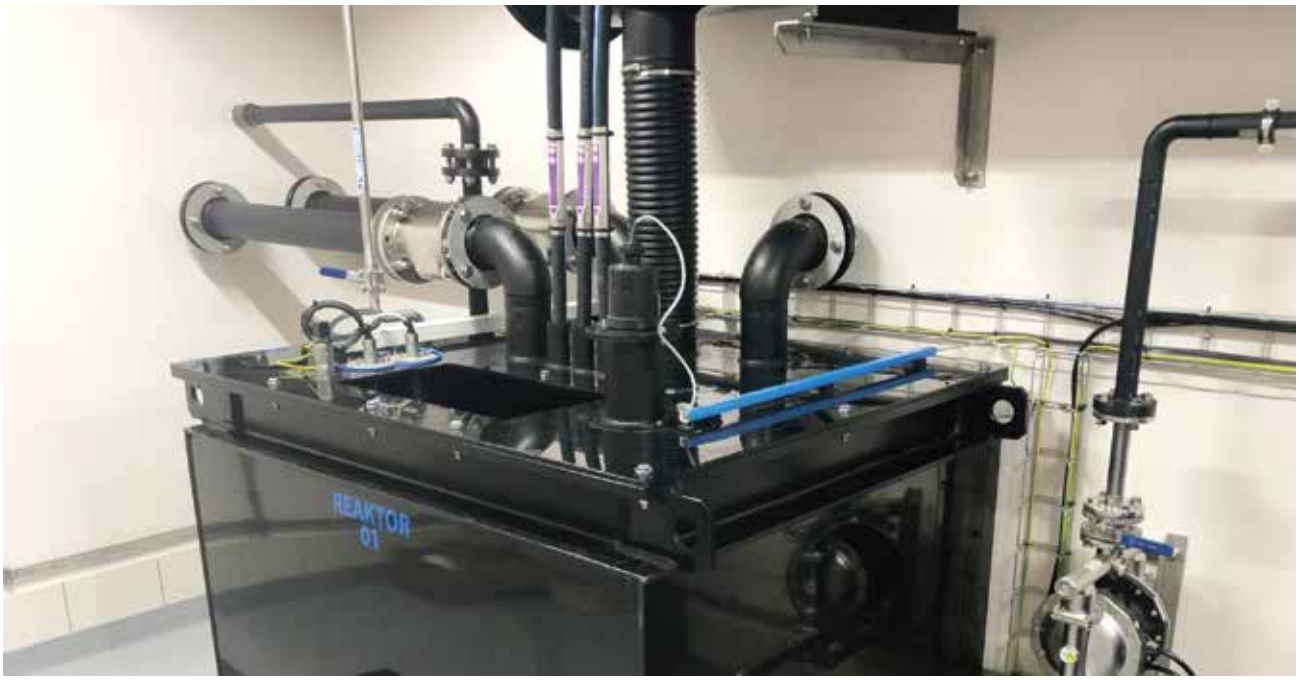
Pro vlastní proces čištění odpadních vod byly dodány 3 odstavné reaktory. Jedná se o hranolové nádrže vyrobené z materiálu PE-EL. Reaktory jsou opatřeny intenzivním mícháním pomocí čeřících registrů v materiálovém provedení ocel 1.4571. Reaktory jsou vybaveny systémem kontinuálního měření hladiny pomocí ultrazvuku. Pro případ poruchy měření hladiny jsou dále doplněny dalším systémem měření hladiny pomocí vibračních vidliček.

Pro kontrolu a řízení samotného technologického procesu jsou reaktory vybaveny systémem měření pH a redoxu, přičemž pro maximální spolehlivost je tento systém zdvojen.

Veškeré prvky MaR umístěné v reakčních nádrží jsou v provedení pro výbušné prostředí.

Reaktory jsou napojeny na systém odsávací vzduchotechniky, přičemž odsávací ventilátor je umístěn v prostoru mimo výbušnou zónu.

Přívody reakčních činidel jsou samospádem, čerpání vyčištěné odpadní vody je pak prostřednictvím vzduchomembránových čerpadel v materiálovém provedení korozivzdorná ocel 1.4571. Výpustě reakč-



Obr. 1

ních nádrží jsou opatřeny kulovými ventily s pneumatickými pohony. Odpadní vody natékají samospádem z výroby. Potrubí nátoku odpadních vod bylo vyrobeno z elektricky vodivého PE-EL a opatřeno vzduchem řízenými hadicovými ventily materiálovém provedení ocel 1.4571.

Ovládání jednotlivých pneumatických prvků je pak pomocí pneumatického terminálu umístěném vedle elektrorozvaděče. Komunikace mezi pneumatickým terminálem a PLC automatem je prostřednictvím protokolu Profinet.

Technologie čištění těchto odpadních vod je odstavná. Spočívá v oxidaci v kyselém prostředí, kdy dojde k rozkladu stopových množství látek z výroby výbušnin na neškodné produkty.

Dávkování činidel je řízeno v závislosti na hodnotách pH a redoxního potenciálu pomocí algoritmu, kdy kromě konkrétní hodnoty redoxu a pH je sledována i hodnota změny redoxního potenciálu a současně i absolutní množství nadávkovaných chemikálií. To je výhodné zejména u reakcí, kdy výrazně kolísá vstupní složení odpadní vody, a tedy i konečná hodnota redoxu není konstantní a nelze ji tedy použít pro spolehlivou signalizaci ukončení reakce.

Protože zásobníky reakčních činidel jsou vybaveny kontinuálním měření hladiny pomocí ultrazvukových hladinoměrů, lze jednotlivá činidla dávkovat v konkrétním množství (v litrech) a současně i zpětně sledovat skutečnou spotřebu chemikálií

Celý technologický proces je plně automatický a je řízen pomocí systému ASŘ.

Pro ovládaní technologie je možné mimo plně automatický režim, také v manuálním režimu, pro účely servisu je k disposici také servisní režim.

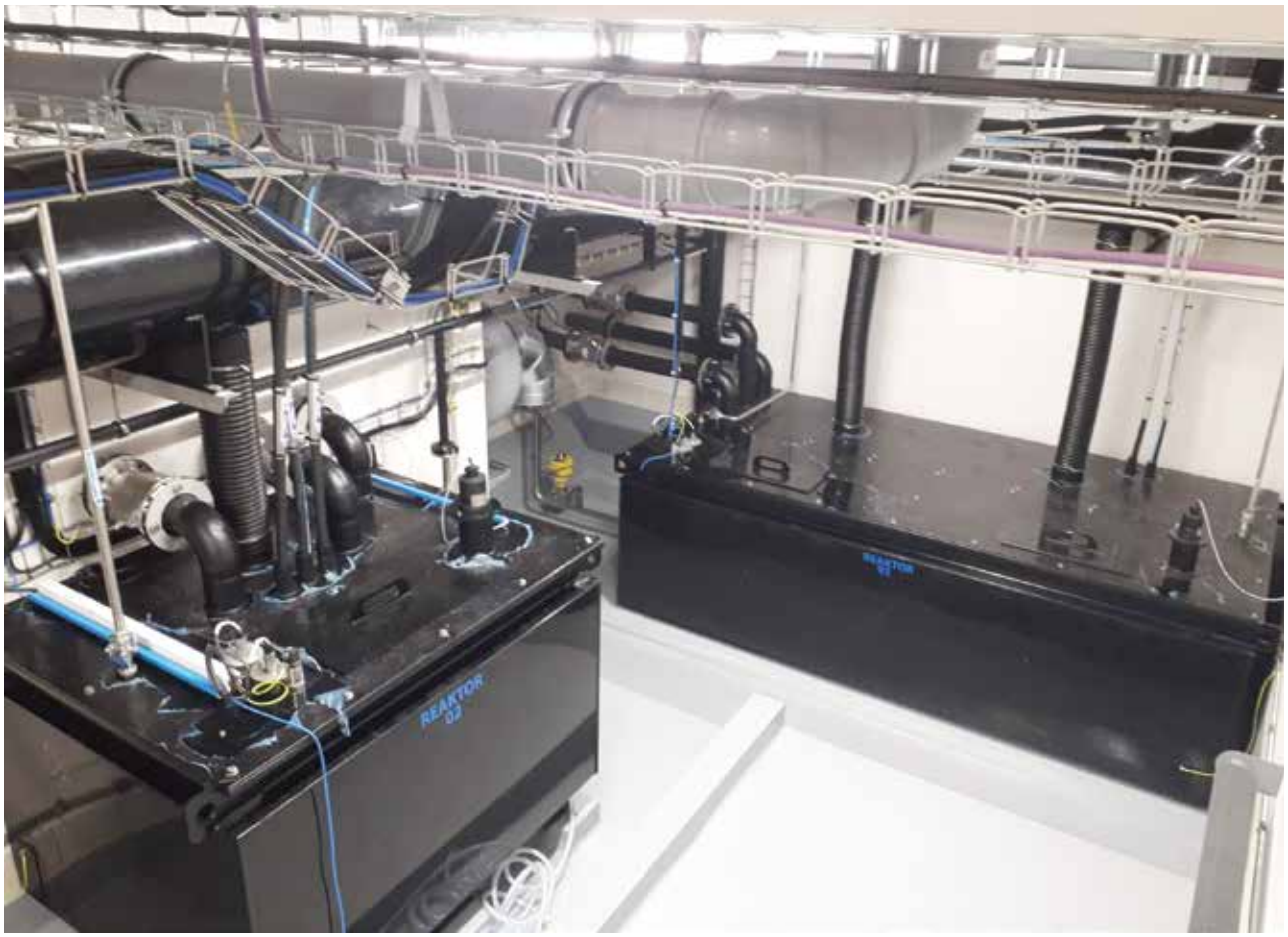
Použitý řídící systém ASŘ umožňuje definovat více uživatelů, přičemž k disposici jsou 3 úrovně uživatelských práv – admin, technolog a operátor.

Tento systém zahrnuje PLC automat Siemens a dotykový ovládací LCD panel. Zařízení lze alternativně ovládat ze vzdáleného počítače umístěného mimo danou technologii.

Zařízení je plně funkční, v současné době probíhá zkušební provoz.

Kromě dodávek technologických zařízení pro povrchové úpravy firma AITEC nabízí i další služby:

- dodávky neutralizační stanice a komponentů
- výroba plastových van a nádrží, řezání plastů na míru
- dodávka kompletních řídících systému ASŘ včetně software
- vizualizace technologických procesů ■



Obr. 2

Alternativní zdroje oplachových vod a jejich optimální využití

Tomáš Fuka

Nakládání s vodami v provozech náročných na spotřebu vody, jimiž jsou i povrchové úpravy, je dáno především dostupnými zdroji a kvalitou vody v nich a dále pak i možností vypouštění odpadních vod do vhodného recipientu. Kvalitu vstupní vody je nutno v případě potřeby upravit dle požadavků jednotlivých procesů, což však souvisí mnohdy s dalšími emisemi znečišťujících látek v odpadních vodách. Převážně jsou používány procesy změkčování, odželeznění, odmanganování a dále pak procesy pro výrobu demivody různými postupy.

Proces čištění odpadních vod je pak určen druhem a mírou znečištění a především pak povolenými zbytkovými koncentracemi škodlivin. Situaci pak mnohdy komplikuje poměrně přísné limitování obsahu rozpuštěných anorganických solí, které mnohdy vede k používání větších objemů oplachové vody, než je technologicky nezbytné. To má sice za důsledek dodržení limitů stanovených pro rozpuštěné anorganické soli, avšak vlivem násobného nárůstu objemu odpadní vody je pak konečný recipient rovněž násobně zatěžován zbytkovými koncentracemi kovů a konečně i rozpuštěnými anorganickými solemi, než je tomu u původně menšího objemu produkovaných vod. Je proto třeba využít dostupné techniky a technologie, které sníží produkci škodlivin z provozů nejen povrchových úprav, ale i z mnohdy opomíjených provozů vodního hospodářství. V této situaci mohou výrazně pomoci i dosud opomíjené zdroje vod.

Výroba demivody se provádí z pitné vody s výtěžkem cca. 50 %, tj. z odebrané vodovodní vody se pouze 1/2 využije jako demivoda a 1/2 objemu se sbírá v jímce u čistírny odpadních vod z galvanické linky a používají se v méně náročných oplaších. Z hlediska snížení koncentrací RAS není tento postup příliš efektivní u splaškových vod, neboť používaná vodovodní voda obsahuje cca.150 - 445 mgl^{-1} RAS_{550}. Navíc voda před vstupem na RO moduly prochází změkčením na katexu v sodíkovém cyklu. Tím se tato hodnota ještě zvýší o cca. 20 mgl^{-1}, tj. celkem až 465 mgl^{-1}, a po zahuštění o jednu třetinu má odpouštěný koncentrát obsah RAS_{550} cca. 697 mgl^{-1}, což v porovnání s limitem pro vypouštění do recipientu až 2 500 mgl^{-1} je dostatečná volná kapacita, ale pokud by se vypouštěly do kanalizace, kde je limit 800 mgl^{-1}, je efekt nižší. V této oblasti je možno získat pozitivní efekty použitím sekvestračního činidla na místo změkčování, které je zdrojem RAS_{550}, nebo lépe použitím zdroje bez hořčíku, vápníku a s nižším podílem RAS_{550}. Z tohoto hlediska se jeví optimální využití srážkových vod, u nichž se průměrná mineralizace pohybuje v rozmezí 20–45 mg/l, což dává lepší předpoklady pro výrobu demivody s obráceným výtěžkem, kdy by se získaly 2/3 demivody (minimalizovaný odhad stávajícího zařízení) a 1/3 by odpadala jako koncentrát, ovšem s koncentrací RAS_{550} cca. 60–135 mgl^{-1}, což dává v porovnání s vodovodní vodou výborné předpoklady k dalšímu využití. Jelikož jako předprava a hygienické zabezpečení se využívá nejčastěji ultrafiltrace, nebo sorpční filtrace s dávkováním dezinfekčního činidla, jsou vody bakteriologicky nezávadné a využitelné jako užitkové. Zároveň demivoda produkovaná moduly RO bude mít nižší vodivost (moduly pracují se stálou účinností) a sníží se i další nároky na dočištění na iontoměniči (mixbed) u vody pro laboratorní potřebu.

Ve variantě s požitím sekvestrantu se nezvýší podstatně využití vodovodní vody, ale bude eliminován zdroj RAS ze změkčovací stanice, který je značný – více 2,5 násobek zachycených iontů vápníku a hořčíku, což činí dle analýzy vodovodní vody 250 mgl^{-1} (250 gm^{-3}) upravené vody. Sekvestrační činidlo na bázi polyfosfonových kyselin se dávkuje v podstechiometrickém množství. Pricipielně je možno použít i dávkování HCl, aby se zabránilo znehodnocení membrány vypadáváním nerozpustných sloučenin Ca a Mg na membráně, čímž se membrána znehodnotí. Tento postup je však méně vhodný.

Další možností, jak se vyrovnat s nedostatkem vody je její optimalizované využití, v případě povrchových úprav se jedná především o optimalizaci oplachové techniky.

Oplachová technika

Nedílnou součástí povrchových úprav kovů je oplachová technika. Oplachovou techniku lze v galvanickém provozu rozdělit do dvou fází. Jednak jako předúpravný proces před jednotlivými operacemi ve funkční vaně a jednak jako finální proces, po kterém následuje pouze sušení. Je-li předmět např. před vlastním pokovováním nedostatečně opláchnut, dochází ke zhoršování kvality vyloučeného povlaku, povlak je hrubý, matný, vytvářejí se puchýřky, povlak se odlepuje. Dalším negativním důsledkem nesprávného oplachování je snižování životnosti funkční lázně, neboť se do ní vnášejí látky z předchozích úprav (moření, odmašťování, atd.). Při nedostatečném finálním oplachu nebo při špatné kvalitě oplachové vody vznikají na

předmětech skvrny a může docházet nejen k vzhledovým, ale i hygienickým závadám. Zavedením řádné oplachové techniky je tedy nezbytností každého galvanického provozu. Oplach je tím lepší, čím se použije větší množství vody a čím je tato voda kvalitnější (demineralizovaná voda). Pouhé zvyšování množství oplachové vody však nezajistí náležité oplachování, pokud není správně navržena oplachová technika. Při současném nedostatku vody je nutno s oplachovou vodou hospodařit. Cena vody a eventuálně i její úprava kvality tak, aby mohla být použita jako voda oplachová, zde hrají důležitou roli. Je tedy důležité stanovit, za jakých podmínek lze dosáhnout nejúčinnějšího opláchnutí zboží s co nejmenším množstvím oplachové vody.

Způsoby oplachování
Opracované výrobky se mohou po funkční lázni oplachovat různými způsoby. Některé z nich jsou velmi účinné, ale technicky a ekonomicky provozně neúnosné. Jako příklad možno uvést oplachování pomocí kondenzace páry na povrchu výrobků. V provozu se výrobky zpravidla oplachují ponorem nebo postřikem.

Oplach ponorem
Při tomto způsobu se předměty ponoří do oplachového media a nechají se určitou dobu ponořeny. Tato doba není zanedbatelná a určuje se zpravidla výpočtem podle druhu a hlavně členitosti zboží. Při tom je bezpodmínečně nutno uvést předmět a oplachovací medium do vzájemného pohybu.

Ponorový způsob oplachu je universální. Je možno jej použít pro oplachování výrobků na závěsech, v koších i bubnech, pro pásy i dráty. Vyžaduje vlastní pracoviště na automatu, poměrně dosti místa a je investičně náročný. Pro kontinuální výrobu, např. pro oplachování pásů nebo drátů, je méně vhodný. Voda totiž klade poměrně velký odpor procházejícímu výrobku, hlavně při vyšších rychlostech. Drát nebo pás se musí vést přes ponořenou klapku, která často trpí agresivním prostředím oplachu.

Oplach postřikem
Při oplachu postřikem se vede voda přes trysky, které rozdělí vodu pravidelně po celém povrchu oplachovaného zboží. Kinetická energie vody přispívá k rychlosti a kvalitě oplachu. Oplachovací dobu je možno úpravou zařízení podstatně snížit. Postřikový oplach není universální. Naprosto se nehodí pro silně profilované předměty, předměty s dutinami, dráty, silně členité výrobky apod. Naopak je výhodný pro pásy, plošné závěsové zboží atd. V případě pásů odpadá většinou změna směru pásu, v každém případě se podstatně sníží odpor tahů a např. kladky pracují nazatopené. Nenahraditelný je oplach pro objemné předměty, které se nevyrábějí ve velkých sériích a pro které se nevyplatí instalovat velké oplachové vany. Jak se později ukáže, hlavní námitka proti postřikovému oplachu, která byla v nedávné době proti tomuto oplachu vznášena, totiž vysoká spotřeba vody, není pravdivá.

Druhy oplachování
Podle způsobu hospodaření s vodou a vynesenými látkami rozeznáváme několik druhů oplachů. Způsob oplachu může být ponorem nebo postřikem, záleží pouze na způsobu vedení vody. Podle tohoto hlediska rozeznáváme několikeré druhy oplachu.

Ekonomický oplach - úsporný
Je to neprůtočný oplach, který se zařazuje ihned za funkční lázeň. Vodou z tohoto oplachu se trvale doplňuje odpar vody z funkční lázně. Plní proto své poslání pouze tam, kde dochází k odpařování vody z lázně, tedy u lázní pracujících za tepla. Za krajní nejnižší teplotu se udává 45 °C. Počítá se, že při správné aplikaci se při teplotě funkční lázně 65 °C zachrání 75–85 % vynesených solí. Ovšem přínos nelze počítat z této hodnoty. Současně s vynesenými solemi se vede zpět i stejný podíl nečistot a tím se snižuje životnost lázně.

Ze studené lázně se nic neodpařuje. Ekonomický oplach nemůže proto za studenou lázní plnit své poslání a je proto zbytečný, pokud se lázeň z něho dále neregeneruje.

Retenční oplach
Retenční oplach je neprůtočný oplach za funkční vanou, který se po znečištění vynesenými látkami nárazově vypouští. Postupuje se tak, že na počátku směny se napustí vana čistou vodou. Potom se v této vaně oplachuje zboží tak dlouho, až se na zpracovávaném předmětu dosáhne mezné koncentrace nečistot. Je přirozené, že se kvalita oplachu postupně zhoršuje úměrně s přibývající koncentrací nečistot v oplachové vaně.

Aby se nezdržoval chod dílny, musí se kubatura oplachové vany vypočítat tak, aby kapacita vystačila na celou směnu nebo na určitý pracovní úsek. Tím vychází vana veliká a investičně náročná. Také spotřeba místa je značná. Nevýhodou je i nárazové vypouštění znečištěné vody. Výhodou je naopak možnost přesně dodržovat spotřebu oplachové vody.

Retenční oplach je zpravidla dvou, zřídka třístupňový. Při plnění van se má správně postupovat tak, že se obsah první (po funkční lázni) vany vypustí a do ní se přečerpá voda ze druhé vany, případně do druhé obsah třetí vany. Teprve poslední vana se napustí čistou vodou. Tento postup je ale pracný, a proto se většinou neprovádí. Ovšem i v případě, že se obě vany plní čerstvou vodou, je spotřeba vody asi o 75 % nižší než při použití jednostupňového oplachu.

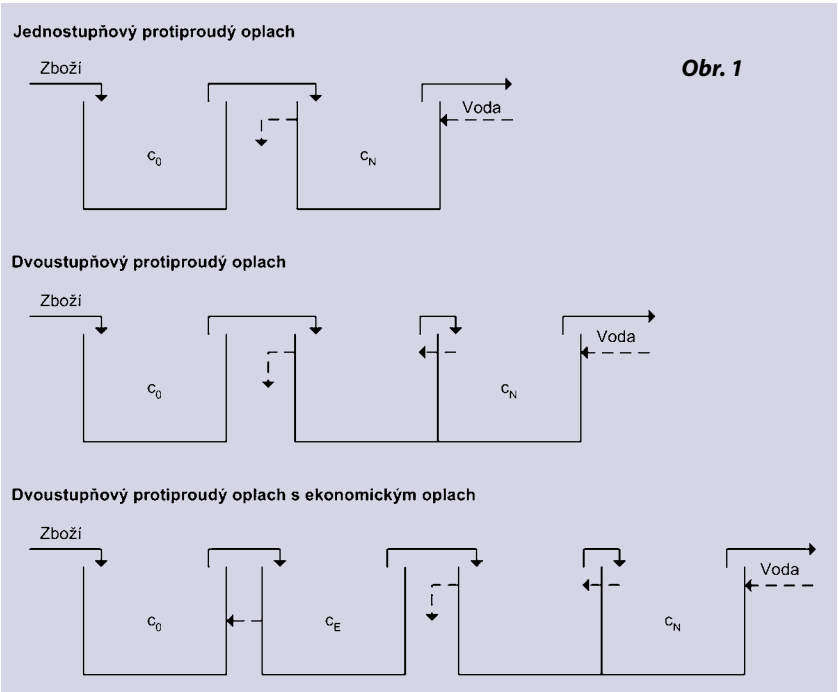
V nových provozech se zpravidla tento způsob oplachu nezavádí. Opodstatnění má v tom případě, že se jedná o velmi malou provozovnu, která není vybavena zneškodňovací stanicí. Oplach se potom na konci směny upraví přímo v oplachové vaně a vypouští se na sedimentační jímku. Provoz musí být v tomto případě vybaven havarijním zajištěním.

Průtočný oplach

Je to vanový, jedno nebo vícestupňový systém oplachu, při kterém přitéká do van předem určené - vypočtené - množství vody. Tento výpočet se provádí podle požadavků na čistotu povrchu, množství a charakteru zboží, citlivosti následující lázně atd. Při jednostupňovém průtočném oplachu je teoretická spotřeba vody stejná jako při retenčním oplachu, ovšem oplach a hlavně jeho kvalita je pravidelná a co je důležité, oplachová vana může být podstatně menší. Při vícestupňovém oplachu, což je z hlediska hospodaření s vodou provozní nutností, přitéká čerstvá voda buď do každé vany zvlášť nebo pouze do poslední vany a z ní přepadá směrem proti technologickému toku zboží.

Na základě praktických zkušeností lze považovat dvoustupňový protiproudý oplach za nejrozšířenější. Je to pochopitelné, když uvážíme, že s každým stupněm oplachu se posouvá „oplachovací efekt" cca o jeden řád. To znamená, je-li v prvním stupni oplachovací efekt 10 %, bude ve druhém stupni 1 %, ve třetím 0,1 %, ve čtvrtém 0,01 % původní koncentrace ve funkční lázni atd. Z toho plyne, že více než čtyřstupňový protiproudý oplach nemá význam, protože neúměrně narůstají náklady (investice, zastavěná plocha atd.), oproti dosaženému efektu oplachu a úspoře vody. Jsou-li nároky na oplach zboží vyšší, volí se zpravidla jiný způsob oplachování.

Oplachování je ve své podstatě difúzní proces. Dokonalost opláchnutí bude tedy úzce souviset s dobou oplachování, mícháním a teplotou. Doba oplachování je většinou dána taktem linky a nelze ji libovolně měnit. V každé soustavě oplachů lze účinek oplachování zvýšit mícháním. Toho lze dosáhnout mícháním obsahu lázně nebo pohybem oplachovaných předmětů v oplachovací lázni. K míchání oplachovacích lázní se používá tlakový vzduch, který musí být čistý, bez prachu a oleje.



Obr. 1

A protože se jedná o difuzní proces, bude na oplachovaném předmětu vždy zbývat neopláchnutelná vrstvička elektrolytu, jejíž tloušťka se bude postupným oplachováním zmenšovat. Toto tvrzení se dá snadno dokázat na oplachovací lince, kde jako poslední je neprůtočný teplý oplach. Koncentrace elektrolytu v teplém oplachu může být i více než stonásobná oproti předchozímu studenému oplachu.

Další způsoby oplachování

V současné době se stále více uplatňují také oplachy postřikem. Zde se oplachovací účinek zvyšuje mechanickým narážením tryskající vody na oplachovaný předmět. Oplach postřikem má své opodstatnění zejména u pasů a plošných nečleněných výrobků. Tento druh oplachu se nehodí pro duté, členité předměty s různými špatně oplachovatelnými místy. Členitost oplachovaného zboží má negativní vliv na velikost "prostřiků". Proto je nejnovějším trendem navrhovat kombinované oplachové systémy, např. kombinace ponor postřik, kde je zboží na závěr opláchnuto postřikem s přívodem čisté vody.

Instalací vícestupňových protiproudých oplachů se podstatně sníží objem produkované odpadní vody. Toto je možno posoudit z následujícího srovnání:

Při použití metodiky výpočtu oplachů dle Kuschnerova vzorce $L = m \cdot (R)^{1/n}$ při běžném oplachovém kriteriu $R = C_0/C_n = 900$, kdy C_0 =koncentrace složky v lázni, C_n = koncentrace složky v posledním stupni oplachu.

V jednostupňovém oplachu (n = 1) při výnosu lázně 0,1 lm^{-2} činí spotřeba vody $L = m \cdot (R)^{1/n} = 0{,}1 \cdot 900 = 90\ lm^{-2}$. (Poznámka: Při výpočtu je nutno dbát na zachování stejného rozměru všech objemových vstupů a vyjádření ploch).

Ve dvoustupňovém protiproudém oplachu pak $L = 0{,}1 \cdot (900)^{1/2} = 3\ lm^{-2}$. V obou případech je zboží stejně kvalitně opláchnuto, ale v jednostupňovém oplachu je obsaženo 0,1 litru lázně v 90 litrech oplachové vody a v druhém případě pak jen ve 3 litrech oplachové vody.

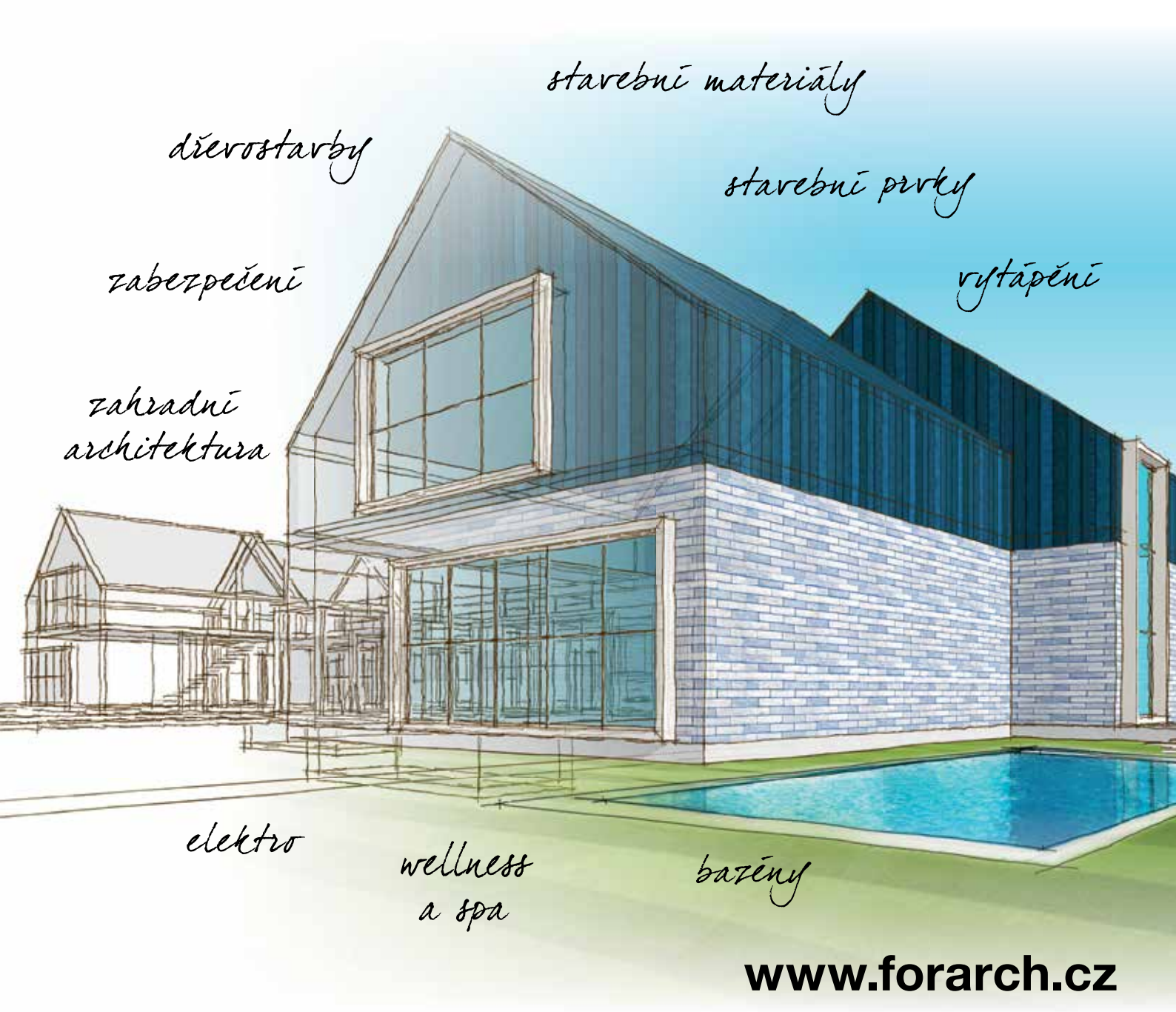
V systému dvoustupňového oplachu s zařazeným ekonomickým oplachem se při výpočtu vychází z koncentrace ekonomického oplachu, která je cca 10% oproti funkční lázni, a oplachové kriterium pak má následující tvar:

$R = C_e/C_n = 90$, $L = 0{,}1 \cdot (90)^{1/2} = 0{,}95\ lm^{-2}$.

V tomto objemu odpadních vod je však pouze 10 ml funkční lázně v cca 1 litru oplachové vody, což dává lepší předpoklady pro čištění, případně pro násobné využití oplachové vody. Schéma uvedeného uspořádání je uvedeno na obrázku 1. ■

FOR® ARCH

35. MEZINÁRODNÍ STAVEBNÍ VELETRH



www.forarch.cz

17.–21. 9. 2024

MÍSTO KONÁNÍ PVA EXPO PRAHA

PARTNER PVA EXPO PRAHA shopex.cz

Čištění vodou v průmyslu pomáhá nahrazovat drahou pyrolýzu

Zdeněk Jonák, Viktor Kreibich

Sílu vody využívá člověk již od starověku. Pomocí vodní energie se poháněly mlýny a zvedala břemena. Voda toho umí mnohem víc, což lze chytře využít v různých segmentech průmyslu. Vodou lze řezat, opracovávat, odstraňovat otřepy, strhávat opláštění, odebírat materiál nebo čistit. Vodní síla je také důležitý obnovitelný zdroj energie. Stále více ji tak využívají firmy v automobilovém průmyslu či ve stavebnictví. Voda pomáhá také k pravidelné údržbě, a stroje i zařízení tak vydrží déle.

Vysoké ceny energií nutí v současné době firmy napříč průmyslovými segmenty postupně snižovat rozpočty, zastavovat investice a v některých případech také dochází k propouštění zaměstnanců. Úspory však lze najít i jinde, například v pravidelné údržbě průmyslových zařízení či změnou některých zažitých postupů ve výrobě.

Například v automobilovém průmyslu se běžně rošty, závěsy, nosiče či různé držáky v lakovnách čistí od nánosů barev tak, že se odvážejí do pyrolytických pecí. Proces pyrolýzy je však zdlouhavý, trvá zhruba 8 hodin, a je velmi náročný na spotřebu energií, protože pec se musí vyhřát na velmi vysokou teplotu.

Daleko úspornější, přitom k materiálu šetrnou variantou, je metoda čištění za pomoci vysokotlakého čistého vodního paprsku, který při tlaku 2500 barů (250 MPa) a spotřebě 15—20 l/min dokáže 1 m^2 plochy očistit zhruba za 10 minut bez poškození pozinkování konstrukce či mechanického zdeformování (obr. 1). Pyrolýza se doteď používala, protože energie byly dostupné a levné. Ale teď už tato metoda nebude pro mnoho firem udržitelná, stává se totiž velmi nákladnou. Spotřeba vody, která by se mohla na první pohled zdát poměrně vysoká, se dá velmi snadno redukovat.

K čisticímu zařízení lze totiž připojit sběrnou vanu, v níž se separuje odlakovaná hmota. Voda se následně filtruje, přečistí a vrací zpět do oběhu. Lze ji tedy úspěšně recyklovat a reálnou spotřebu tak snížit na minimum. Vysokotlaké čištění se hodí prakticky pro jakýkoliv provoz.

Výhodné může být používání vysokotlakého vodního paprsku i v případě čištění různých forem, ať už v oblasti automotive, nebo třeba ve sklářském průmyslu.

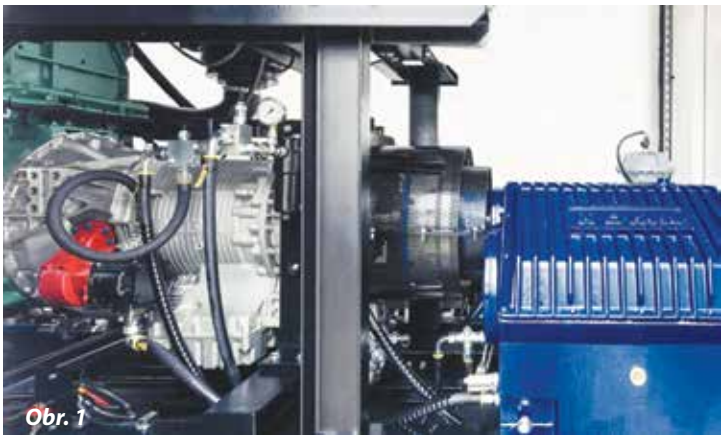
Úspory při čištění vodním tlakem jsou zejména v tom, že se z formy neubírá materiál, takže nedochází k jejímu postupnému poškozování. A současně je proces rychlý, není k němu ani potřeba práce tolika zaměstnanců. Ti se tak mohou věnovat pro výrobu důležitější práci.

Dalším příkladem využití jsou sanační práce ve stavebnictví, kdy lze vysokotlakým vodním paprskem nahradit sbíjecí a bourací kladiva. Stejně tak je možné odstraňovat nánosy rzi z plechů, které se poté dále používají k pálení a ohraňování. Opět tak nedochází k poškozování nástrojů, ty tak vydrží déle.

Při hledání úspor je také dobré se zaměřit na stav různých potrubí či výměníků tepla. Výrobní společnosti stavu této kovové infrastruktury nevěnují příliš pozornosti, protože na to nemají ani lidské ani finanční zdroje. Většinou se tedy musí stát nějaká nehoda, aby došlo alespoň k částečné údržbě. Přitom potrubí i výměníky se dají poměrně snadno čistit právě vysokotlakým vodním paprskem. Stačí podle průměru výměníku zvolit trysku a pak s ní zajet dovnitř.

Firmám stoupají náklady na energie i proto, že krusty korozních produktů či vysrážených nečistot uvnitř výměníků a potrubí jsou špatným vodičem tepla. Aby měla tekutina uvnitř požadovanou teplotu, je třeba zvýšit teplotu na vstupu. V tom jsou právě ony peníze, které zbytečně firmě utíkají. Výměníky a potrubí se zanášejí kontinuálně, ale v jakém časovém horizontu už bude situace kritická, závisí na tom, z jakého materiálu zařízení jsou. V západní Evropě je běžné, že se údržba provádí 2× ročně při plánovaných odstávkách. V Česku se ale s takovou periodicitou příliš nesetkáváme. Přitom právě správná údržba je alfou a omegou úspor.

S multiplatformním řízením řady Woma EcoMaster ZWG lze vysokotlaké čištění plně automatizovat, čímž se zvyšuje hospodárnost provozu díky optimálně sladěným provozním parametrům. Inovativní řízení automaticky reguluje množství vody, potřebné pro aplikaci, a snižuje otáčky vysokotlakého čerpadla ve výkonovém rozsahu 50 až 500 kW prostřednictvím integrované plně automatické převodovky. ■



Obr. 1

SANAKRYL TOP Thermo: Termoizolační nátěr pro ploché střechy

Petra Schejbalová

V dnešní době klimatických změn se klade stále větší důraz na zateplení staveb proti úniku tepla a snížení tepelných ztrát. Se zvyšujícím se počtem tropických dní a nocí, které zasahují již i střední Evropu, je nutné se zaměřit také na snížení spotřeby energií vydaných na ochlazování vnitřních prostorů staveb. Na stěnách poslouží již uplatněný ETICS zateplovací systém, střešní konstrukce nových budov se řeší různými sendvičovými systémy s tepelnou izolací. Problémy ale mohou nastat u starších budov, bytových domů, skladů a jiných staveb, kde se v době jejich vzniku problém tepelných ztrát a nákladů na vytápění či chlazení tolik neřešil.

Zde nezbývá, než přistoupit k rozsáhlé a velmi nákladné rekonstrukci střešního pláště, umístění dodatečné izolace a výměně střešní krytiny. Společnost AUSTIS, a.s., nabízí alternativní řešení formou nátěru starších střešních krytin (obr. 1 až 3) výrobkem SANAKRYL TOP Thermo.

SANAKRYL TOP Thermo je jednosložková a vodou ředitelná hydroizolační hmota s termoizolačními vlastnostmi. Tato hydroizolační hmota je naplněna speciálním tepelně izolačním plnivem, tvořeným mikroskopickými dutými skleněnými kuličkami, obsahujícími velmi zředěný vzduch. Jejich povrch výborně odráží tepelné záření, zatímco zředěný vzduch je téměř dokonalým izolantem. Po nanesení termoizolační barvy na střešní krytinu se kuličky vlivem sesychání k sobě přiblíží a vytvoří tak potřebnou izolační vrstvu. Čím je tato vrstva silnější, tím obsahuje více izolačních mikrokuliček, a tím vyšší je potom izolační efekt.

SANAKRYL TOP Thermo (obr. 4) se nanáší na podklad v jedné vrstvě jako ochranný a obnovovací nátěr se spotřebou 0,4–0,9 kg/m^2. Ochranný nátěr lze s výhodou použít i pro nátěry nové a starší PUR střešní izolace, kde je doporučena spotřeba 0,9 kg/m^2. V případě aplikace jako hydroizolační nátěr činí spotřeba 2,2 až 2,7 kg. V tomto případě se nanášejí tři vrstvy hmoty, mezi první a druhou vrstvu se vloží polypropylenová výztužná tkanina. Třetí pojistná vrstva se nanáší po zaschnutí souvrství asi po 24 hodinách.

SANALRYL TOP Thermo se na podklad nanáší štětkou nebo válečkem, lze použít i vysokotlaké bezvzduchové stříkací zařízení s odpovídajícím tlakem a parametry trysky. ■



Obr. 1



Obr. 4 *– Podrobnosti o materiálu, jeho použití a typu vhodného stříkacího zařízení najdete na www.barvy-eternal.cz*



Obr. 2



Obr. 3

Konference Projektování a provoz povrchových úprav

Zdeňka Trávníčková

Koncem března 2024 se v pražském hotelu Olšanka konala jubilejní 50. konference s mezinárodní účastí Projektování a provoz povrchových úprav. Pro více než 210 účastníků bylo na programu 32 přednášek, dále 27 firem k předvedení svých produktů a služeb zvolilo výstavní stůl, 4 firmy roll-up a konečně 15 společností pro svoji nabídku zvolilo inzerci ve sborníku. Přednesena a diskutována byla témata od předúprav, přes vlastní povrchové úpravy se zaměřením především na lakování, galvaniku a zinkování. Dalšími tématy bylo například hledání úspor při výrobě, zařízení pro testování, zkušebnictví, automatizace a robotizace především v lakovnách nebo při tryskání a v neposlední řadě ochrana životního prostředí a zdraví lidí.

Moderní předúpravní procesy

Vzhledem k významnému jubileu konferenci zahájila za organizátory dr. Zdeňka Trávníčková příspěvkem k historii a vývoji této konference. Na ni navazoval nejprve vzpomínkou na pana Jelínka (zakladatele a dlouholetého organizátora konference) a poté přednáškou na téma „Povrchová úprava muničních komponent" P. Szelag (Pragochema). Výroba malorážní munice se v Česku zvýšila, a na to musela zareagovat i výroba, aby současně se zlepšením funkčnosti se zvýšila i korozní odolnost povrchových úprav a zachoval se i dobrý vzhled munice. K tomu mimo jiné slouží i chemické přípravky, které byly v prezentaci představeny. Následovala přednáška s tajemným názvem „Méně je někdy více", ve které se J. Sasen (Sand Team) zaměřil na srovnání různých typů abraziv, konkrétně nízkouhlíkatých broků (LC) s vysokouhlíkatým (HC) abrazivem, a to včetně ekonomického zhodnocení na základě reálných provozních dat. Tryskání se věnovala i následující přednáška S. Zahradníka (Wiona Czech Republic) s názvem „Nové TECH centrum společnosti WINOA v ČR", ve které současně pozval účastníky do nového technického centra. Mimo jiné i proto, že firma díky pokročilým technologiím a odbornosti nabízí optimalizaci výběru abrazivního média a parametrů otryskávání tryskacím materiálem. Přednáška K. Kolkové (Kluthe CR) s názvem „Moderní předúpravní procesy KLUTHE pro udržitelný průmysl" se naopak zaměřila na chemické předúpravy. Konkrétně na klasické předúpravní procesy, u nichž se stále zlepšují parametry provozu, ale i alternativní moderní technologie, které jsou vyžadovány zejména u nových moderních lakoven s vyššími environmetálními požadavky.

O tom, že v provozech je důležitá i recyklace (ekonomika, ekologie), hovořil L. Rybár (Technikum) v přednášce s názvem „Recyklácia znečistených rozpúšťadiel". Tato slovenská společnost má za více než 40 let bohaté zkušenosti s recyklací různých typů organických rozpouštědel.



***Obr. 1** – Jubilejní 50. konference se konala v hotelu Olšanka*

Přínos robotizace v povrchové úpravě

V přednášce „Řešení pro měření tlouštěk galvanických vrstev, pasivace Ti/Zr, kontaminace lázní" představil P. Ševčík nabídku společnosti BAS Rudice. Konkrétně se zaměřil na ruční spektrometry, které dokáží měřit jak prvky nebo tloušťky vrstev, ale díky stativům lze snadno měřit i kapaliny. Mladý český start-up představil D. Polák (RoboTwin) v přednášce „Snadné učení robotů". Společnost vyvíjí chytrá zařízení, která umožňují pracovníkům učit roboty bez programování, rychle a flexibilně, což si zájemci mohli u výstavního stolku firmy následně i vyzkoušet. Přednáška G. Hájka (Dürr Systems) „Technologie lakování bez rozprachu" představila špičkové technologie nástřiku s téměř 100 % přenosovou účinností. Speciální lakovací hlavice umožňuje velmi přesnou aplikaci barvy bez nutnosti maskování. Firma dále nabízí produkty řady „ready2integrate", které výrazně usnadní proces instalace a zprovoznění aplikačního řešení u zákazníka. Následující přednášející J. Gerlich (Media CZ) se v příspěvku s názvem „Revoluční technologie elektricky poháněných membránových čerpadel Graco Quantm v procesním řízení barev

a jiných kapalin" zaměřil na novou generaci elektrických čerpadel uvedené značky, využívající revoluční technologii konstrukce elektromotoru, poskytující vysokou účinnost, točivý moment a výkon v kompaktním balení, navíc bez převodovky či spojky.

Revoluční protikorozní nátěry

Příspěvek J. Šindeláře „EvoKure – šetřit energii a čas" představil revoluční nátěr, který popírá všechny doposud platné vztahy a závislosti mezi jednotlivými parametry a vlastnostmi všech doposud známých a běžně užívaných nátěrových hmot. Poskytuje robustní korozní ochranu kovových povrchů, a díky rychlému zasychání bez nutnosti přisoušení také úsporu energií a procesních časů, tím výrazně zefektivňuje procesy spojené s povrchovou úpravou. Nicméně technický stav zařízení je jedním z klíčových faktorů, který zásadně ovlivňuje výslednou kvalitu povrchu v práškovém lakování. Tímto tématem se zabýval V. Med (WAtech) v přednášce s názvem „Vliv preventivní údržby na spolehlivost a ekonomiku provozu". Konstatoval, že jde o klíčový prvek pro dosažení požadované kvality povrchu, a to jak v krátkodobém, tak i dlouhodobém horizontu. V dopoledním bloku ještě A. Knaislová (AKI) účastníkům přiblížila činnost Asociace korozních inženýrů (AKI) a také přiblížila kurzy, které asociace pořádá.

Současnost galvanických provozů

Odpolední blok zahájil P. Goliáš (Schlötter Galvanotechnik) v příspěvku „Slitinová lázeň zinek-nikl", kdy obrátil pozornost posluchačů naopak ke galvanotechnice a představil výhody i omezení této lázně, která je již provozována ve velkých závěsových ZnNi automatech. Tématu galvanických provozů se věnoval následně A. Sedlmayer Szelcsányi (Backer ELTOP) v přednášce „Výhody použití elektrických ohřívačů lázní zn. Backer ELTOP". Představil ohřívače svislé ponorné, boční a podlahové, deskové nebo speciální výměníky. Naopak D. Dvorský (CorroTech Trade) v přednášce „Korozní inženýring a renovace technických zařízení" informoval o možnostech při renovacích technických zařízení, prodlužování jejich celkové životnosti a zejména zvyšování účinnosti rotačních zařízení při využití kompozitních nátěrových hmot a nátěrových systémů Corrocoat a Rezorect, určených pro renovace. Jedná se o modifikované pryskyřice plněné speciálními skleněnými mikrovločkami a dalšími účelovými plnivy. Následující přednáška M. Krejčíře (HERDING, Technika životního prostředí) s názvem „HERDING – průmyslové odsávání emisí vznikajících při povrchových úpravách" se, jak název napovídá, věnovala odsávání a filtračním technologiím, které jsou založeny na čistě povrchové filtraci. Dodávané filtrační prvky vykazují extrémní odolnost a v závislosti na odsávaném procesu i extrémní životnost (více než 15 let). Následovala přednáška k měření a kontrole kvality povrchových úprav od P. Nádvorníka (TSI System), ve které odborník představil přístroje amerického výrobce DeFelsko konkrétně v přednášce „PosiTector – jeden pro všechny, všechny (nejen) pro jednoho". Základem tohoto systému jsou dvě základní jednotky, ke kterým se připojují sondy specializované pro jednotlivé měřicí metody (např. pro měření tloušťky povlaků na kovových i nekovových materiálech, pro měření klimatických podmínek, profilu povrchu, tvrdosti). Naopak P. Čermák (Ziehl-Abegg) v příspěvku „Ventilátory pro technologická zařízení" nabídl širokou škálu axiálních a radiálních ventilátorů s AC motory i motory ECblue. Jsou používány ve vytápěcích, klimatizačních a chladírenských zařízeních, pro větrání nejen průmyslových objektů. V neposlední řadě mají svoje místo u výrobců zařízení pro povrchové úpravy, pecí, ochlazovacích linek a dalších technologií.

Ekologičnost a odolnost povrchových úprav

J. Blažek (Surfin Technology) se ve svém příspěvku „Typy robotizace v praktických příkladech" vrátil k tématu robotizace lakovacího procesu v práškových lakovnách. Zdůraznil, že každý typ robotizace má své přednosti a omezení, uvedl základní podmínky pro úspěšné zvládnutí robotizace a zároveň předvedl ukázky reálných projektů. Stálicí mezi přednášejícími je K. Kreislová (SVÚOM), která v přednášce „Plechy s žárovými slitinovými povlaky Zn-Al-Mg", konstatovala, že tyto povlaky se v současné době rozšiřují pro celou řadu aplikací (fasádní plechy, střešní krytiny, svodidla, nosné konstrukce FVE). Jejich výrobci uvádějí, že tyto povlaky jsou výrazně korozně odolnější než standardní povlaky žárového zinku.

Tvrzení je založeno na výsledcích urychlených korozních zkoušek NSS, které jen v omezené míře simulují reálná korozní prostředí. Přesto i již provedené korozní zkoušky v různých prostředích, i když dosud relativně krátkodobé, potvrzují tyto výsledky. Nicméně doporučila vždy provést kontrolu kvality dodávaných materiálů (dochází k výrazným rozdílům v tloušťkách povlaků, výskytům trhlin v místech ohybů apod.). Slitinové povlaky zinku s legováním Al a Mg nemají vyšší korozní odolnost v silně alkalických prostředích, a při nižších



***Obr. 2** – Účastníci debatovali i o přestávce*

tloušťkách dochází ke korozním napadení podkladové oceli v kratší době expozice. Následující příspěvek spoluautorů D. Šrom, K. Sternadelová (VŠB – TU Ostrava) a R. Siostrzonek (ViaKont) byl prezentován jen ve sborníku – „Vliv úpravy hran podkladového materiálu na vlastnosti ochranných povlaků". L. Mindoš (SVÚOM) se v přednášce s názvem „Urychlené korozní zkoušky s akcelerovanou migrací VOC z vrstvy organických povlaků" zaměřil na ověření vlivu migrace vysokovroucích VOC z epoxidových nátěrových vrstev na jejich ochranné vlastnosti, a to i u starých nátěrů. Zato poslední přednášející prvního dne R. Bureš (VŠCHT Praha) popsal průběh analýzy a hledání příčiny korozního poškození na chladícím okruhu k vzduchotechnickým jednotkám, které se objevilo po neúměrně krátkém čase.

První den byl zakončen již tradičně společenských večerem, který sloužil k výměně zkušeností i navázání nových kontaktů.

Robotické lakování automobilových koreb

Druhý den jednání zahájily dvě přednášky autorek ze slovenských Košic. Příspěvek J. Brezinové (TU v Košicích) zněl „Výskum tribologických vlastností novej generácie viacvrstvových nanostrukturovaných PVD povlakov". Autoři se v něm zaměřili především na 3 typy duplexních povlaků, které analyzovali. Na základě experimentálních výsledků byla pak stanovena doporučení pro praxi. A. Guzanová a kol. (TU v Košicích) se v přednášce s názvem „Aplikácia organosilanov pri príprave povrchov na lepenie materiálov" zaměřila na výzkum vlivu přípravy povrchu pozinkovaných a nepozinkovaných ocelových plechů před lepením i na to, jak se únosnost spojů a jejich odolnost proti degradaci v korozním prostředí zlepšila při použití organosilanové pasivace. Následující příspěvek J. Drápely (Galatek) „Robotické lakování koreb ve firmě Schwarzmüller" představil posluchačům lakovací linku s robotickým nanášením kapalných hmot na sklápěcí korby návěsů nákladních automobilů v uvedené společnosti. Vlastní lakování probíhá tak, že díl v kabině při lakování stojí, zatímco roboti se pohybují horizontálně (po sedmé ose). Přednáška J. Opletala (MR Media) na téma „Zvlhčování vzduchu a chlazení / Nejlepší klima pro lidi, materiál a životní prostředí" vysvětlovala význam právě zvlhčování a chlazení vzduchu, kdy mezi nesporné výhody patří kromě snížení teploty, také snížení prašnosti a elektrostatického náboje, často i snížení zápachu, dále snížení nemocnosti zaměstnanců včetně menší únavy, zlepšení soustředění apod. P. Strzyž (AČSZ) měl letos příspěvek s názvem „Svařování rozměrných pozinkovaných konstrukcí a jejich navrhování". Obsahem přednášky byl také zasvěcený popis protikorozní ochrany ocelové konstrukce povlakem žárového zinku se zaměřením, jak navrhnout a vyrobit součást pro žárové zinkování, která se nedá pozinkovat v jednom kuse a jak následně jednotlivé díly spojit, svařit, zkompletovat a ošetřit místa, která nejsou díky např. svařování pozinkovaná.



***Obr. 3** – Výstavka odborných publikací*

Robotizace tryskování a ochrana zdraví

Tématu robotizace, tentokrát při tryskání, se věnoval P. Kunert (PKIT Praha) v příspěvku „Vynikající výkon při tryskání s maximální bezpečností". Tryskání velkých dílů je náročný proces a není zcela bez rizika. Díky speciálně navrženým tryskacím robotům lze tyto práce provádět bezpečněji a také rychleji, hospodárněji a kvalitněji. Ochraně zdraví lidí při práci se věnovala M. Hornychová (SZÚ) v přehledové přednášce s názvem „Ochrana zdraví lidí – přehled právních předpisů". Současně byl tento přehled zařazen i do sborníku k pozdějšímu využití a prostudování. Poslední přednášku konference autorky H. Geiplové (SVÚOM) „Normy, předpisy a jejich použití v praxi" přednesla její kolegyně K. Kreislová. V příspěvku je diskutováno několik příkladů nově zhotovených povlaků protikorozní ochrany, opravy a důvody selhání protikorozní ochrany různých typů ocelových konstrukcí. Vady mohou vznikat také u konstrukcí s práškovým povlakem. Nutnost oprav již aplikovaných nátěrových systémů a systémů protikorozní ochrany pro prodloužení životnosti ocelových konstrukcí je v poslední době častá, bohužel v technických zprávách projektantů k těmto otázkám jsou uváděny velmi špatné informace, jak má tento důležitý postup vypadat. Normy, předpisy a jejich znalost jsou důležitým nástrojem, jak se vypořádat s novými návrhy protikorozních úprav.

Posledním bodem programu byla pro zájemce exkurze do firmy Schwarzmüller s.r.o. Žebrák na pracoviště robotického lakování. Zájem o exkurzi byl značný, nicméně nakonec se díky velké vstřícnosti pana ředitele Fritsche dostalo téměř na všechny.

Konference Projektování a provoz povrchových úprav znovu připomněla význam tohoto oboru pro zahraniční i domácí průmysl. Do budoucna zdůraznila potřebu pokračovat v péči o ekologickou kvalitu, ekonomičnost a odolnost realizací pestrého způsobu těchto úprav. ■

ÚČINNÝ VYSOKOTLAKÝ SYSTÉM ZVLHČOVÁNÍ URČENÝ DO POTRUBNÍCH SYSTÉMŮ VZDUCHOTECHNIKY – NÁHRADA PARNÍHO ZVLHČOVÁNÍ

Patentovaná novinka Orbit Wing® využívá velmi krátké dráhy pro odpaření vodního aerosolu do stavu vzdušné vlhkosti a tedy je i významným milníkem na cestě k vyšší efektivnosti vysokotlakého systému zvlhčování v potrubních systémech vzduchotechniky. Je jednoznačně vhodný do každého vzduchotechnického systému nebo klimatizačního zařízení.

Princip fungování

Vodní aerosol potřebuje asi jednu vteřinu času na odpaření do vzdušné vlhkosti. Při rychlosti proudění vzduchu 3 m/s ve vzduchotechnickém systému je zapotřebí pro odpaření velmi jemné vodní mlhoviny rovný úsek v délce cca 3 metry. Vzdálenost 3 metry je tedy nutným požadavkem pro bezproblémové odpaření aerosolu. Ne vždy je v praxi takový rovný úsek, vzdálenost, potřebná ve vzduchotechnickém systému k dispozici.

Tento problém byl až doposud řešen jen s využitím dodatečné tepelné energie a intenzivní dezinfekcí vzduchotechnického systému.

DREKOMA ZVLHČOVACÍ SYSTÉMY

Týmu Merlin Technology se podařil revoluční krok – vyvinuly nový vysokotlaký systém Orbit Wing® speciálně určený do vzduchotechnických systémů. Systém integrovaných křídel zajišťuje definované víření proudu vzduchu za tryskami. *„Jemný aerosol letí v kruhu a vrací se nazpět. Tím je vytvořena delší dráha letu za současného zkrácení nutné „odstupové“ vzdálenosti. Dochází tím k extrémnímu zkrácení cesty pro odpaření a problém s nedostatkem místa je také vyřešen“*, vysvětluje Ing.Vladimir Harazím,CSc jednatel společnosti DREKOMA s.r.o.

Univerzálnost a jednoduchá instalace

Orbit Wing® systém je vhodný pro všechny stávající i nově budované vzduchotechnické větrací nebo klimatizační jednotky. Spojuje všechny výhody efektivního zvlhčování vzduchu. Přitom lze jej jednoduše instalovat.

K výrobě jednoho kilogramu vlhkosti stačí pouze vynaložit 2,5 až 3 Watt energie. Efektivnost systému se pohybuje cca 98%. Novinkou a směr udávající vývoji je také kombinace inteligentního stupňovitého řízení a regulace tlaků rozprašování vodní mlhoviny. Orbit Wing® zlepšuje klima v prostorech, redukuje nemocnost zaměstnanců a zvyšuje rychlost i efektivitu výroby a odstraňuje škody způsobované suchým vzduchem.

www.drekoma.cz



Odlakujte rychleji

ITS

ALIT® TECHNOLOGIES
PRODUCTS AND MACHINES FOR PAINT STRIPPING

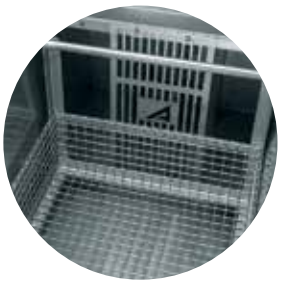
Odlakovací zařízení za tepla
FASTRIP T2-120MIX

Nově také **k pronájmu**




Motor míchadla


Míchadlo


Košík na díly


Kryt míchadla

- rychlejší než odlakování za studena
- bez ultrazvuku
- kompaktní, robustní odlakovací zařízení
- nižší cena na chemické přípravky
- uzavřený a bezpečný systém
- snadná obsluha

Přečtěte si více o odlakování › **www.itsbrno.cz**