

Povrcháři

3. číslo Červen 2022

POŽADAVKY NA VODU V PROVOZECH
POVRCHOVÝCH ÚPRAV KOVŮ

VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ SPOLEČNĚ

KONTROLA ČISTOTY POVRCHU
- NÁSTROJ PRO ÚSPORU NÁKLADŮ
A ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI VÝROBNÍCH PROCESŮ

TECHNOLOGIE LEPENÍ A PŘÍPRAVA POVRCHŮ

ZAJIŠTĚNÍ KVALITY PROSTŘEDNICTVÍM
OPTIMÁLNÍCH ČISTICÍCH PROCESŮ

INTELIGENTNÍ ŘEŠENÍ PRO EFEKTIVNÍ,
AUTOMATIZOVANÉ ODHROTOVÁNÍ

KAMENNÝ POČÍTAČ

4.9E+3

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Na počátku každého nového čísla je vždy stejná otázka: O čem, aby to nebylo o ničem?! Aby, i v této o trochu složitější době, Vám přinesl Povrchář nejen nové prospěšné informace, ale i dobrý pocit sounáležitosti a především víry, že i to co přichází, musíme překonat, a to jen a jen vlastní silou.

Tomáš Baťa říkal: Ne, to není krize, to je jen morální bída. Není potřeba dál cokoliv vysvětlovat. Na to jsou tu jiní. Lidé práce mlčí a vědí. Musí především o to víc pracovat, k udržení alespoň základních kvalit svého života.

Slíbili jsme si, že se letos již konečně sejdem normálně. Na jaře v Čejkovicích a na podzim na Myslivně v Brně. Především díky Vám, kteří jste v hojném počtu dorazili koncem dubna na Čejkovice 22, můžeme říci, že jsme si to společně nejen splnili, ale hlavně si to užili. Ti tradiční povrchářští harcovníci i ti fungl noví, kteří pevně zakotvili do celého náročného programu.

Program zaměřený tradičně na Čištění a předúpravu povrchů, byl letos aktuálně orientován, dle Vašich přání a potřeb, na Úspory energií a vody v našich oborech. Pro ty z vás, kterým nebylo umožněno být na přednáškách spolu s námi, zařadili jsme do tohoto čísla některé z příspěvků přednášejících ze zúčastněných firem. A tak třeba "někdy příště". Třeba na dalším pokračování s tímto zaměřením, například: Plynem nebo elektřinou? Kde a jak nakoupit levně Zinek a další kovy? Jak vyčistit vodu z technologií p.ú.? Jak zkrátit dobu vytvrzení v pecích?.....to, mimo jiné, již nyní připravujeme pro podzimní setkání v Brně. To se letos vzhledem k trvalejší obsazenosti našeho tradičního místa setkávání v hotelu Myslivna uskuteční v hotelu Voroněž (naproti vstupu na Výstaviště). Doufejme, že i tam se nám bude dobře společně myslet a přemýšlet! Přestože Voroněž má o pár hvězdiček navíc – ceny za ubytování zůstanou srovnatelné s loňskou Myslivnou. Tak to jen na uklidnění vašich účetních, a že to nebudeme muset řešit způsobem " vítr z hor ".

Toto je i příklad k zamýšlení nad inflací. Vyřešení ztráty a náhrady ubytovací kapacity spočívá bezesporu podle známého a pravdivého: "Hledejme způsoby a ne důvody". Z pohledu managementu pěti hvězdičkového hotelu v současné situaci: Vy chcete ubytování pro Váš seminář, ale i My chceme uskutečnit Váš seminář...?!

V poslední době slyšíme příliš často skloňovat ve všech pádech některá slova z ekonomického slovníku a omlouvat či svalovat dění ve světě právě na termín inflace. Z knihy Adolfa Lambly "První inflace v dějinách lidstva ", vydané v roce 1936 v Praze, si dovolujeme několik citátů: "Jsou-li státní inflace v nepořádku, vyskytnou se vždy různí nepovolaní reformátoři, kteří si vymyšlejí různé regulace a zásahy, které prohlašují s velkým elánem za samospasitelné. Nejhorší z nich je inflace ".

V historických datech autor zdůrazňuje příklad Francie, která tak často vedla světovou politiku a byla vzorem v politice evropské." Byla to právě Paříž, která svými finančními dobrodružstvími mnohdy strhla celou Francii do katastrofy tak, že vůdcové Velké revoluce přiznali (1793) zoufalou finanční situaci země, jak svědčí jeden z Carnotových dopisů revoluční generalitě, ve kterém se píše: "...Nelze zatajovat, že jsme ztraceni, nepřekročíte-li velmi rychle hranice a nevrhnete-li do nepřátelských zemí, abychom měli výživu a svršky všeho druhu, jelikož Francie nemůže dlouho vydržet nucený stav, ve kterém se v této chvíli nalézá. - Je nutné žít na náklad nepřítele nebo zhytnout!".

Při pohledu do nezbytně nutné úspěšné budoucnosti našich zemí a jejich původních obyvatel je nezbytné vycházet z jejich odborných znalostí, dovedností, tradiční pracovitosti a samostatnosti.

Výšku našich hor a hladinu našich řek zvýšíme jen stěží. Neméně těžký úkol nás všechny čeká v podobě udržitelnosti rozvoje naší společnosti a důstojného života všech jejích obyvatel i v podmínkách, které přicházejí.

Karle, Viléme, Jarmilo, i Vás se to letošní jaro týká! Tak nezapomeňte pro samou práci, zajít na Petřín. Kluci s holkama, holky s holkama,

Všechno dobré všem a každému zvlášť přeji



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Požadavky na vodu v provozech povrchových úprav kovů

Ing. Pavel Franče, CSc.

1. Oplachové vody

I když objem odpadních vod z povrchových úprav kovů nepředstavuje ve srovnání s jinými výrobními odvětvími významný podíl, cca 0,02 %, vzhledem k obsahu zvláště nebezpečných látek se jedná o nejproblémovější průmyslové odpadní vody. Omezování vypouštěného znečištění je proto v provozech povrchových úprav kovů prioritou každého technického řešení vodního hospodářství. Hlavním zdrojem znečištění v provozech povrchových úprav kovů jsou vedle vyčerpaných funkčních lázní oplachové vody z jednotlivých procesů.

Pro oplachování v provozech povrchových úprav kovů je limitujícím požadavkem jednak objem a kvalita oplachové vody a jednak obsah znečištění ve vypouštěných oplachových vodách. Nedostatečné množství oplachové vody nebo její špatná kvalita se projeví špatnou kvalitou povrchu upravovaných předmětů. Zvýšením množství oplachové vody se sice zlepší kvalita upravovaného zboží, ale významně se zvýší nejen náklady za odběr vody, ale i náklady na stavbu a provoz zařízení pro čištění odpadních vod. Je tedy důležité stanovit, za jakých podmínek lze dosáhnout nejúčinnějšího opláchnutí zboží nejmenším množstvím oplachové vody. Kvalitu vstupní vody je nutno v případě potřeby upravit dle požadavků jednotlivých procesů, což souvisí s dalšími emisemi znečišťujících látek v odpadních vodách a také s nárůstem ceny.

2. Potřeba oplachové vody a její kvalita

Oplachování je důležitou částí provozů povrchových úprav kovů. Na něm do značné míry závisí kvalita povrchu upravovaného zboží. Oplachování lze rozlišovat jako předúpravový proces před jednotlivými operacemi nebo finální proces, po kterém následuje pouze sušení a expedice povrchově upraveného zboží.

Při nedostatečném množství oplachové vody nebo také její špatné kvalitě mohou vznikat na povrchu upravovaných předmětů vady. Je-li výrobek např. před vlastním pokovením nedostatečně opláchnut, dochází ke zhoršení kvality vyloučeného povlaku, vyloučený kov má nerovnoměrnou tloušťku je hrubý, matný, vytvářejí se puchýřky, povlak má špatnou přilnavost a odlupuje se. Také předměty, které se lakují a mají porézní povrch, vyžadují velmi kvalitní oplach, např. oplach po fosfátování. Dalším negativním důsledkem nedostatečného mezioperačního oplachu je snížení životnosti následné funkční lázně, protože se do ní vnáší látky z předchozích úprav (odmašťování, moření atd.).

Při špatném finálním oplachu vznikají na pokovených předmětech nejen estetické vady, ale při přímém dotyku se může na kůži zaměstnanců objevit vyrážka, případně ekzémy nebo jiné hygienické problémy. Zvláště citlivé na konečný oplach jsou předměty po chromování nebo po anodické oxidaci hliníku.

Zavedení řádné oplachové techniky je proto velice důležitým procesem každého provozu povrchových úprav. Kvalita oplachu je přímo úměrná množství oplachové vody a její kvalitě. Oboje představuje navýšení nákladů. A proto je důležité stanovit, za jakých podmínek lze dosáhnout nejúčinnějšího opláchnutí zboží s co nejmenším množstvím oplachové vody.

3. Druhy oplachu

Nejběžnější způsoby oplachu jsou oplachy ponorem nebo postřikem, případně jejich kombinací. Oplachování lze dále dělit na:

- neprůtočný – úsporný
- neprůtočný – kaskádový
- průtočný protiproudý
- oplach postřikem

3.1 Neprůtočný oplach – úsporný (ekonomický)

Příkladem použití neprůtočného oplachu je oplach úsporný – ekonomický, který se zařazuje za funkční lázeň. Vodou z tohoto oplachu se trvale doplňuje odpar z funkční lázně. Proto má význam pouze tam, kde dochází k odpařování vody z lázně, tedy u lázní pracujících za tepla, jejichž teplota je vyšší než 45 °C (např. chromovací lázně). Současně s vynesenými solemi se do lázně vrací i stejný podíl nečistot a tím se také snižuje jejich životnost. Na základě provozních měření se ustaví rovnováha koncentrací v tomto systému tak, že ekonomický oplach dosahuje cca 10% funkční lázně. V případě studených lázní nemá úsporný oplach význam, pokud není tento oplach jinak využíván, či nejsou regenerovány jeho složky. Další možností je využití koncentračních technik, kdy je ekonomický oplach zahuštěn na úroveň koncentrace lázně nebo vyšší a je vrácen do funkční vany.

3.2 Neprůtočný oplach – kaskádový

Typem neprůtočného oplachu je oplach retenční. Je to oplach umístěný za funkční lázeň, který se po znečištění oplachové vody nárazově vypustí a nahradí se čerstvou vodou. Většinou se postupuje tak, že se na počátku směny napustí vana čistou vodou, potom se předměty oplachují tak dlouho, až se dosáhne mezní koncentrace znečištění. Kvalita oplachu se postupně snižuje, a to úměrně s přibývajícím výnosem solí a nečistot z funkční lázně. Vzhledem k řadě nevýhod se tento typ oplachu běžně nepoužívá. Opodstatnění má v tom případě, že se jedná o velmi malou provozovnu s kusovou výrobou, která není vybavena zneškodňovací stanicí. Znečištěné oplachové vody se potom upraví přímo v oplachové vaně.

Kaskádový oplach je soustava několika retenčních oplachů řazených za sebou, v nichž se předměty postupně oplachují. Zpravidla se používá soustava dvou maximálně tří oplachů. Koncentrace vyneseného elektrolytu z funkční lázně při kaskádovém oplachování postupně klesá, a proto je i oplachování postupně stále lepší. Při plnění oplachových van se postupuje tak, že se po zahuštění prvního oplachu obsah první vany vypustí a do ní se přečerpá voda z druhé vany, ev. do druhé obsah třetí vany. Teprve poslední vana se napustí čistou vodou. Nevýhodou kaskádových oplachů je velká potřeba místa v galvanovně a také nárazové vypouštění znečištěné oplachové vody. Výhodou je naopak možnost přesně dodržovat spotřebu oplachové vody. Tento způsob oplachování se proto většinou nepoužívá. Využití nacházejí v provozech,

ve kterých se opětovně z odpadních vod získávají cenné látky, tedy především při práci s drahými kovy, zlatem, stříbrem a rhodiem. První oplach slouží jako úsporný oplach pro doplňování pokovovacích lázní nebo se odváží do speciálních závodů k afinaci.

Podmínkou řádné funkce kaskádového oplachu je dodržování koncentračního spádu. Koncentrace látek z funkčních lázní v prvním oplachu nemá překročit 40 % a v posledním oplachu 5 %.

3.3 Průtočný protiproudý oplach

Průtočnou oplachovou lázní protéká voda za provozu galvanovny neustále. Průtočná lázeň zaručuje rovnoměrný oplach, neboť v ní nemůže dojít k vzrůstu koncentrace látek, k jakému dochází v neprůtočné lázni. Proto je při oplachování v průtočných oplachovacích lázních zaručeno dokonalé oplachování po dobu celé pracovní směny. Průtočné oplachy jsou dnes v galvanovnách všeobecně zavedeny.

Aby se plně uplatnily výhody průtočného oplachu, tj. udržení stejnoměrné koncentrace látek v celém objemu lázně, musí být přítok i odtok řešen tak, aby voda proudila celým objemem lázně. Nemají vznikat mrtvé kouty. Je-li přívod oplachových vod u hladiny, má být navržen jejich odtok u dna vany. Odtok ze dna je výhodnější, protože při oplachování se zvětšuje hustota oplachové vody, takže znečištěná lázeň klesá ke dnu. Je třeba také zajistit, aby přitékající voda byla rozdělena po celé šíři nádrže a aby se i odpadní voda odváděla z celého příčného průřezu nádrže u dna.

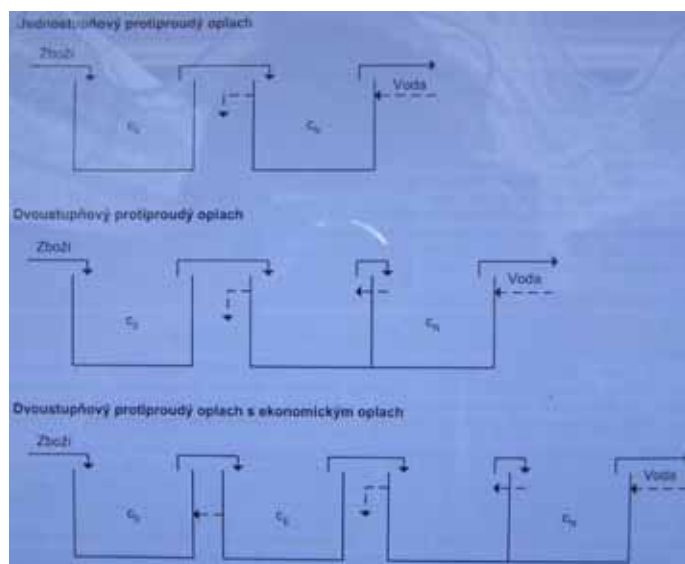
Při vícestupňovém oplachu, což je z hlediska hospodaření s vodou provozní nutností, přitéká čistá oplachová voda buď do každé vany zvlášť nebo pouze do poslední vany a z ní přepadá do předchozí vany směrem proti technologickému toku zboží. Dnes se v galvanovnách navrhuje téměř výhradně dvoustupňové protiproudé oplachy s přítokem vody do druhé vany. V praxi se zjistilo, že dvoustupňovým oplachem se podstatně nezvětší plocha galvanovny ani pracnost ve srovnání se dvěma oplachy s přímým přívodem vody. Navíc se dosáhne skutečné úspory vody a také dokonalejšího oplachování. Zařazení tohoto dvoustupňového oplachu má i rozhodující vliv na dimenzování čistírny a tím i investiční náklady. Pokud by to bylo vhodné a byl by v tomto systému zařazen ekonomický oplach, snížil by se obsah lázně v oplachových vodách o 80 % až 90 %.

3.4 Oplach postřikem

Při oplachu postřikem se voda vede přes trysky, které ji rozdělí pravidelně po celém povrchu oplachovaného předmětu. Oproti ponorovému způsobu přispívá k rychlosti a kvalitě oplachu kinetická energie tryskající vody. Dobu oplachování je proto možné úpravou postřikového zařízení podstatně snížit. Postřikový oplach odpovídá svým principem vícestupňovému protiproudému oplachu, kde každý nový přídavek vody představuje zvláštní stupeň.

Postřikový oplach není však univerzální. Naprosto se nehodí pro silně profilované předměty, předměty s dutinami, dráty, silně členité výrobky apod. Naopak je výhodný pro pásy, plošné závěsové zboží, objemné předměty, pro které by bylo třeba instalovat velké nestandardní oplachové vany.

Členitost oplachovaných předmětů má negativní vliv na velikost „postřiků“. Efektivním řešením je proto použití kombinovaných oplachových systémů ponor – postřik, kde jsou předměty na závěr, při vyjždění z oplachové vany, opláchnuty postřikem s přívodem čisté vody. Takto lze získat efekty s účinností oplachu blízké až 60 % jednoho oplachového stupně. Zde záleží na objemu přiváděné vody a uspořádání postřikových trysek, které musí mít dostatečný průtok pro účinný sestřik.



4. Výpočet spotřeby vody

Výpočet potřebného množství oplachové vody je nejdůležitějším faktorem nejen pro dosažení dokonalého oplachu upravovaného zboží, ale i pro navrhování velikosti čistící stanice. V provozech povrchových úprav kovů jsou nejvíce používány ponorové průtočné protiproudé oplachy. Nejčastěji bývá zaváděn dvou nebo třístupňový protiproudý oplach. Volba počtu oplachových stupňů je závislá na technologických požadavcích a velikosti podlahové plochy v dílně.

Kvalitu oplachu charakterizuje kritérium R, které udává celkové zředění lázně. V případě ponorového oplachu se jedná o podíl koncentrace určité charakteristické složky ve funkční lázni (c_0) a koncentrace téže složky v posledním oplachovém stupni (c_n). Při výpočtu potřeby vody, pro uvedený způsob oplachování, se vychází z hmotnostní bilance této složky funkční lázně v oplachovém systému. Pro nejjednodušší jednostupňový oplachový systém potom platí rovnice:

$$m c_0 = L c_1 + m c_1$$

- L potřeba čisté vody k oplachu, zpravidla v lm^{-2}
 m výnos na zboží v lm^{-2}
 n počet oplachových stupňů
 R oplachové kritérium $R = c_0/c_n$

Řešením této rovnice po zjednodušení platí pro jednostupňový oplach:

$$L = m R$$

nebo obecně pro vícestupňový protiproudý oplach platí:

$$L = m R^{1/n}$$

$$q = L/m$$

Podíl L/m se označuje písmenem „q“ a představuje kritérium relativní spotřeby vody, které umožňuje porovnávat oplachovou techniku a technologickou kázeň v jakémkoliv závodě i s rozdílným typem upravovaného zboží, protože při výpočtech eliminuje vliv závěsové techniky a povahy zboží. Kritériu q je pouze orientační, závazná je hodnota koncentrace příslušné složky v posledním oplachovém stupni c_n . Postupy výpočtů, hodnoty konečné koncentrace složek lázní (c_n) doporučená kritéria spotřeby vody (q) a doporučený systém oplachu jsou uvedeny v literatuře (6).

Uvedené vztahy pro výpočet potřeby vody mají pouze teoretickou platnost. Platí za předpokladu, že vrstva ulpělého elektrolytu se oplachem zcela odstraní a že je v celém objemu oplachové lázně stejná koncentrace. Tyto předpoklady nejsou v praxi ani zdaleka splněny, a proto skutečná spotřeba vody bude vždy vyšší. Při projektování galvanoven se proto počítá s více než dvojnásobkem potřeby vody, než udává teoretický výpočet a musí se v provozu většinou experimentálně ověřit.

5. Opatření snižující spotřebu oplachové vody

Rozhodující pro snižování objemu odpadních vod a tím i zatížení provozu čistírny je snižování výnosů oplachových vod. Při současném nedostatku vody a její ceně, včetně nákladů na její úpravu, je nutné těmto opatřením věnovat stále větší pozornost. Základním předpokladem úsporných opatření je volba vhodného oplachovacího systému a technologická kázeň.

Závěsová technika a způsob zavěšování výrobků úzce souvisí s výnosem z galvanických lázní a je významným faktorem ovlivňujícím množství oplachové vody i stupeň jejího znečištění. Výrobky musí být zavěšeny tak, aby byl umožněn co nejrychlejší odtok a odkap roztoků. Kromě konstrukčního řešení výrobků a závěsů lze snížení výnosu dosáhnout prodloužením doby odkapu. Na odkapání lázně má významný vliv délka a členitost zboží. Průměrně se počítá s časem 10 s. U teplých lázní se musí počítat s kratší dobou, protože vzniká nebezpečí vysušení elektrolytu na předmětech a tvorby skvrn. Na dobu odkapu má nemalý vliv konstrukce závěsu a jeho povrchová úprava. Závěsy by měly být proto kromě dotykových míst elektricky izolované. V místě porušení povrchové úpravy závěsu může docházet k masivnímu výnosu lázní. Jejich pravidelná údržba je proto velice důležitá.

Oplachování je ve své podstatě difuzní proces. Kvalita opláchnutí bude proto 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 účinnost oplachování zvýšit mícháním. Toho lze dosáhnout mícháním lázně nebo pohybem oplachovaných předmětů v oplachovací lázni. K míchání oplachovacích lázní se používá tlakový vzduch, který musí být čistý, bez prachu a oleje. Velký vliv na dokonalost oplachu má teplota. To lze potvrdit na oplachovací lince, kde jako poslední bude zařazen neprůtočný teplý oplach. Koncentrace elektrolytu v teplém oplachu může být i více než stonásobná oproti předchozímu studenému oplachu.

Dalším opatřením ke snížení výnosů funkčních lázní je zavádění úsporných (ekonomických) oplachů. Jak již bylo řečeno, ty mají význam pouze u teplých lázní. Zařazením jednoho úsporného oplach se může zachytit 50 % až 60 % vynášeného elektrolytu u dvou dokonce 70 % až 80 %. Koncentrace elektrolytu v úsporném oplachu nemá přestoupit hranici 40 % koncentrace funkční lázně.

Snížení výnosu lze dosáhnout použitím nízkokoncentrovaných lázní a snížením viskozity, případně povrchového napětí lázně. Tím se sníží hmotnostní výnos složek lázní do oplachových vod, což vede i ke snižování obsahu anorganických rozpuštěných solí ve vyčištěné vodě.

Následné využití oplachové vody je možné u některých procesů, které produkují buď málo znečištěné oplachové vody neobsahující složky, které by negativně mohly ovlivnit mezioperační oplach ve kterém se využijí, např. závěrečné oplachy demivodou nebo oplachy v analogických systémech, např. oplach po elektrolytickém odmaštění lze využít k oplachu po chemickém odmaštění nebo oplach po dekapování v kyselině lze využít k oplachu po moření.

Násobné využití oplachové vody je možné opět u závěrečných oplachů v demivodě, kde se udržuje nízký obsah rozpuštěných anorganických solí (RAS), s vodivostí např. 20-30 $\mu\text{s}/\text{cm}$, kdy je výhodnější tuto vodu použít jako vstupní pro přípravu demivody, než použít vodu pitnou, která může obsahovat i řádově vyšší obsah rozpuštěných solí. Jedním z efektivních řešení úspory vody je např. zavádění cirkulace oplachové vody. Tu lze navrhnout především při čištění odpadních vod za použití měničů iontů nebo při přímé úpravě odpadních vod (tzv. Lancyho způsob čištění).

6. Požadavky na vodu pro povrchové úpravy

Prvními technickými předpisy stanovujícími kvalitu oplachové vody a výpočet spotřeby vody byly v roce 1961 pokyny ministerstva všeobecného strojírenství a technická zpráva ministerstva těžkého strojírenství z roku 1963 „Technika oplachování v povrchových úpravách“. V roce 1974 vstoupila v platnost také oborová norma ONA 83 0772, která byla vypracována pro skupinu závodů vyrábějící motorová vozidla. Všechny tyto předpisy byly vydány na základě podkladů technického předpisu Státního výzkumného ústavu ochrany materiálu. Tento předpis se stal pomůckou při projektování provozů povrchových úprav kovů, čistících stanic odpadních vod a energetických přívodů. V důsledku postupného nárůstu cen za vodu a energie a také zaváděním citlivějších galvanických lázní, bylo nutné předpis přepracovat.

V roce 1987 proto vydal Státní výzkumný ústav ochrany materiálu předpis „Požadavky na vodu pro povrchové úpravy“. I když od jeho vydání uplynulo mnoho let, stále ho lze považovat za vhodnou pomůcku sloužící technologům a projektantům provozů povrchových úprav kovů jako metodický postup pro doporučení kvality oplachové vody, výpočet spotřeby vody k oplachu pro běžné povrchové úpravy se zřetelem na potřebu jednotlivých operací a také doporučení vhodného oplachového systému. Předpis může nadále sloužit i pro kontrolu funkce stávajícího zařízení, posuzování kvality oplachové techniky, kontrolu provozní kázně a přípravu technologicko-projekčních podkladů pro projekci vodního hospodářství, zejména volby typu a velikosti čisticí stanice.

Použitá literatura:

- [1] Borchert Otto: Abwasser aus der chemischen Oberflächenbehandlung, VEB Verlag für Bauwesen Berlin 1966
- [2] Franče P. a kol.: Vodní hospodářství v dílnách galvanických povrchových úprav, Dom techniky ČSVTS Bratislava
- [3] Ptáček M. a kol.: Čištění odpadních vod z galvanotechniky a chemické povrchové úpravy kovů, SNTL Praha 1981
- [4] Franče P.: Oplachová technika v provozech povrchových úprav kovů, ČVUT Praha 2018
- [5] Fuka T.: Voda – limitující faktor provozů povrchových úprav, 52. Celostátní aktiv galvanizérů Jihlava 2019
- [6] Franče P. a kol.: Požadavky na vodu pro povrchové úpravy, SVÚOM Praha 1987

Vytápění a chlazení společně

Michal Fryš – IVT Tepelná čerpadla s.r.o.

Je dáno historickým vývojem, že **systémy pro vytápění a pro chlazení budov se obvykle navrhují a realizují odděleně**. Již více jak deset let umíme tyto systémy sloučit do jednoho – což vede k úsporám investičním i provozním, ale chybí odborníci, kteří by uměli tato řešení komplexně připravit.

Na úvod jednoduchá úvaha, kterou lze aplikovat na mnoha projektech. Pokud se investor rozhodne objekt vytápět z plynové kotelny a chladit vzduchem chlazenými chillery, pak potřebuje kotelnu (která mj. zabírá prostor v objektu), kotle (investice, komín, problém s emisemi), místo na střeše pro chiller (prostor a statika), samotný chiller (investice, problém s hlukem) a adekvátní přípojky plynu a elektřiny (paušály, trafostanice atd.).

Pokud se toto nahradí jedním zdrojem, např. reverzibilním tepelným čerpadlem vzduch/voda, při nižší investici se zároveň uspoří: kotle (komín, emise) a plynová přípojka. Pokud se zdroj nahradí tepelným čerpadlem země/voda, při přibližně stejné investici se ušetří: kotle (komín, emise), plynová přípojka, prostor na střeše (včetně problémů s hlukem).

Aby platilo výše uvedené, je potřeba dodržet následující pravidla:

1. Správně stanovit požadovaný výkon pro vytápění, přípravu teplé vody a chlazení bez předimenzování.
2. Teplotu topné vody navrhnout co nejnižší, ideálně využít sálavé systémy.
3. Ostatní prvky systému navrhnout tak, aby si “nekonkurovaly” a spolupracovaly.
4. Zvolit zdroj, který nejlépe vyhovuje danému objektu – s ohledem na poměr požadavku na vytápění, přípravu teplé vody a chlazení, jak z pohledu výkonové špičky, tak roční bilance energií.



Obr. 1: Příklad technologie s použitím tepelného čerpadla země/voda (konkrétně IVT GEO G pro vytápění i chlazení objektu se sálavým plošným systémem LoWaTec), Zdroj: GT Energy

Příklad využití tepelného čerpadla jako tichého zdroje tepla a chladu

V rámci zlepšování životního prostředí je snaha omezovat nejen emise ze spalovacích procesů, ale i emise hluku. Především pro zdroje chladu se někdy obtížně splňují hlukové limity. Z toho plynou nutná a nákladná protihluková opatření, která výrazně komplikují projektovou přípravu, realizaci a vlastní provoz.

I zde platí, že dobré řešení v projektu je výrazně levnější než dodatečné úpravy na stavbě.

Velmi důležité je správně stanovit požadavky – hladinu akustického tlaku 2 m před chráněným vnitřním prostorem a tu přepočítat na maximální hladiny akustického výkonu zdroje hluku – v našem případě chilleru nebo tepelného čerpadla. Podobně jako byly zavedeny do energetických tříd domácích spotřebičů označení A++, tak se k označením extrémně hlučná nad 75 dB(A) / normálně hlučná pod 75 dB(A) / tichá pod 60 dB(A) přidává spojení extrémně tichá pod 55 dB(A) hladiny akustického výkonu.

Technicky i ekonomicky bývá nevhodnější výběr zařízení s akustickým výkonem odpovídajícím umístění vůči objektu, a to hned v počátku projektu. Tím se předejde následným komplikacím a nákladným protihlukovým opatřením či plýtvání komerčně využitelného prostoru.



Obr. 2: Hodnoty akustického výkonu tepelného čerpadla v závislosti na vzdálenosti od budovy, Zdroj: GT Energy

Například pro vytápění budovy školy, kde je použito tepelné čerpadlo vzduch/voda (v příkladu zvoleno zařízení HELIOTHERM v provedení split), i přes vysoký topný/chladicí výkon jednotky 55/56 kW je hladina akustického tlaku v 1 m pouze 48 dB(A). Tepelné čerpadlo je proto možné umístit na školní dvůr cca 5 m od oken učeben.

Příklad řešení chlazení plynem

V projektech novostaveb i rekonstrukcí se někdy objevují požadavky na zajištění konkrétních energonositelů – elektřina, zemní plyn nebo CZT pro jednotlivá technická zařízení. **Díky profesním specializacím bez správné včasné koordinace dochází k tomu, že teplo zajišťují plynové kotle a chlad elektrické chillery. Plyn je pak využíván především v zimě a elektřina v létě.** Přípojky elektřiny a plynu se přitom musí dimenzovat na špičkovou spotřebu, za kterou se pochopitelně platí i paušální poplatky za jistič.

Požadavky na elektrické připojení lze výrazně redukovat při **použití plynového tepelného čerpadla vzduch/voda, které umí vyrábět z plynu i chlad.** Díky venkovní instalaci není nutný komín, ani vnitřní prostor „kotelny“. Zařízení je reverzibilní a vyrobí tedy chlad i teplo.

Pokud se v objektu uvažuje s výrobou tepla z plynu plynovou kotelnou a zároveň s výrobou chladu, je vhodné zvážit variantu plynového tepelného čerpadla pro vytápění a chlazení s bivalentním dotopem plynovými kotli. Většinou se jedná o investičně i provozně levnější variantu s úsporou na elektrickém připojení – především v případech, kdy nelze dostatečné elektrické připojení zajistit.

Příprava většího množství teplé vody

Dominantní spotřebou tepelné energie se díky zateplování a úsporným systémům VZT stává energie na přípravu teplé vody (dříve označované TUV). Spotřeba teplé vody odpovídá uživatelskému komfortu daného objektu a nelze uživatele „nutit“ do úspory teplé vody za každou cenu podobně, jako není vhodné šetřit množství větracího vzduchu.

Výrazně vhodnější cestou je úspora energie pro přípravu TV a té lze dosáhnout například **využitím vysokoteplotních tepelných čerpadel**, která jsou na přípravu velkého množství TV konstruována.

Vysokoteplotní tepelná čerpadla jsou schopná ohřívat vodu na teplotu 85 °C i při venkovní teplotě -25 °C a to bez použití elektrických patron. Díky tomu lze optimalizovat akumulační objem, přehřátí zlikviduje legionellu a využití TČ výrazně sníží provozní náklady.

Kontrola čistoty povrchu – nástroj pro úsporu nákladů a energetické náročnosti výrobních procesů

Ing. Michal Zoubek – TechTest, s.r.o.

www.techtest.cz

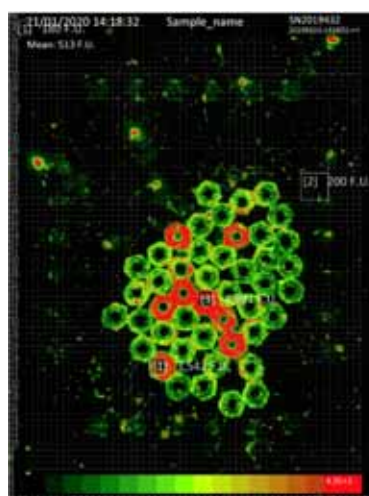
Anotace

Ještě donedávna se mohlo zdát, že ambiciózní cíle související s udržitelným rozvojem se týkají především velkých korporátů či jsou uměle vynucovány legislativními požadavky na základě činností environmentálních hnutí a společenských trendů. Avšak otázky energetické soběstačnosti, snahy o minimalizaci vzniku odpadů, šetrné využívání zdrojů surovin či přechod na nízkouhlíkové technologie je dnes ještě více aktuální i pro malé a střední podniky. Narušení dodavatelských řetězců vlivem pandemie, růst cen energií, komodit a dění během posledních týdnů na Ukrajině vede mnohé k tomu zabývat se otázkou udržitelnosti (či samotné existence) o to intenzivněji. V procesech souvisejících s čistotou povrchu lze díky efektivním nástrojům hodnocení skutečného stavu povrchu docílit nejen úspory energií, ale také významně snížit výrobní časy a snížit ekologické dopady výroby.

Kontrola čistoty povrchu fluorescenční metodou

Společnost TechTest, s.r.o. se problematice efektivní kontroly stavu povrchu z hlediska výskytu nečistot a mastnoty věnuje více než 10 let. Za tuto dobu působení jsme nasbírali mnoho zkušeností se snižováním energetické náročnosti a ekologické zátěže výroby převážně v procesech povrchových úprav, spojování materiálu a tváření. Ve všech případech se jednalo o optimalizaci technologických procesů na základě znalostí skutečného stavu povrchu. Pro tyto účely jsme vyvinuli již 3. generaci ručních analyzátorů fluorescence Recognoil, ale i průmyslové senzory a měřicí boxy, které shodně umožňují rychlé, objektivní stanovení skutečného znečištění povrchu. Naše produkty koncovému uživateli umožňují nejen hodnotit kvalitu dílů, a zabezpečit tak stabilitu produkce, ale především slouží jako velice účinný nástroj pro správné nastavení základních parametrů procesů pro zvýšení jejich hospodárnosti a snížení nákladů.

Je relativně běžné, že provozovatel výrobního závodu nedisponuje žádným nástrojem pro hodnocení účinnosti předúpravy povrchu, či hodnocení záměrné aplikace maziva. Potom mu však nezbývá při řešení optimalizace procesu nic jiného, než jen dbát pokynů dodavatelů odmašťovacích prostředků (technologí) či se spoléhat na léty ověřený, nijak neinovovaný technologický postup a reagovat změnami pouze při narůstajícím počtu zmetků a reklamaci. Pokud však bude vyvinut tlak na zrychlení či zlevnění procesu odmaštění, jakou metodou bude technolog v takovémto provozu ověřovat, že kvalita dílů, které odcházejí na povlakování, je stále na vysoké úrovni? A jak posoudí, že dodavatelem doporučený produkt, který má snížit nutnost teploty lázně na vysoké teploty, je skutečně stejně tak účinný jako jeho stávající? Jak zjistí, zda pro účely lubrikace před lisováním nanáší skutečně předepsané množství oleje rovnoměrně?



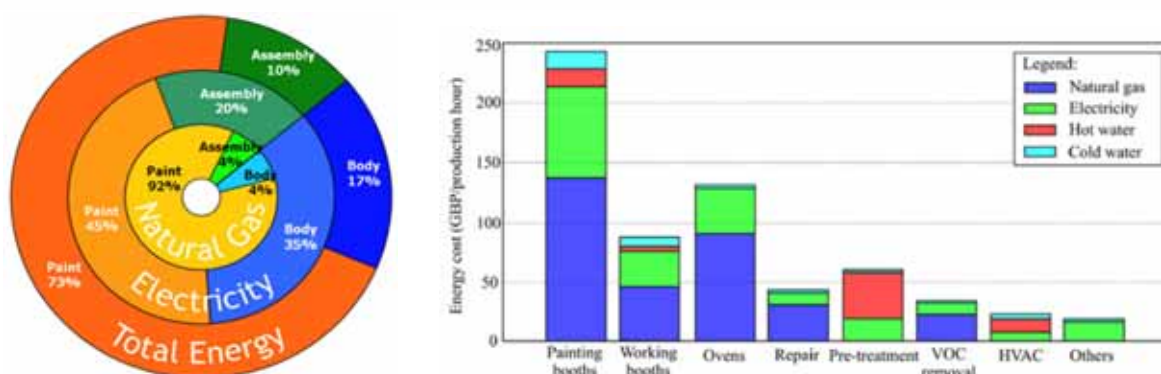
Obr. 1: Posouzení čistoty povrchu dílů v práškové lakovně (vlevo), rychlé odhalení nadlimiálně znečištěných komponent (vpravo)

Detektory fluorescence Recognoil vyvinuté společností TechTest, s.r.o. umožňují plošné snímání povrchu součásti a vizualizují intenzitu fluorescence formou obrazového snímku (fluorescenční mapy) a hodnot intenzity fluorescence jednotlivých bodů. Díky tomu lze okamžitě odhalit, zda je povrch skutečně čistý a lokalizovat i drobné nečistoty. Čím nižší je pak naměřená hodnota intenzity fluorescence, tím je povrch čistší. Díky tomu má uživatel nejen možnost skutečně posoudit vhodnost povrchu pro další technologické operace, ale i nastavit správně parametry procesu a zadokumentovat průběh výrobního cyklu součásti. Samotné hodnocení stavu povrchu přístroji Recognoil lze pak provádět buď pomocí mobilních ručních přístrojů, laboratorních boxů či senzory instalovanými do výrobních linek. Kontrola stavu povrchu tak může být po celou dobu výroby komplexní a spolehlivá a nemusí se týkat pouze čistících procesů.

Energetická náročnost povrchových úprav

Energetická a ekologická náročnost povrchových úprav je obecně dobře známá. Automobilka TPCA uváděla v roce 2008, že největší podíl na spotřebě energií má provoz lakovny (74 %), přičemž na další výrobní procesy připadají již významně nižší podíly spotřeby (svařovna 7 %, montáž 7 %, lisovna 4 % a nevýrobní celky 8 %) [1]. Podobné procentuální zastoupení spotřeby energií při procesu lakování v porovnání s ostatními procesy při výrobě automobilu uvádí i autoři článku [2]. Graf publikovaný rovněž v článku [2] pak ilustruje objem spotřeby přímým spalováním zemního plynu a dále spotřebu elektrické energie. Celková spotřeba energie v lakovně pak představuje 73 % celkové energie spotřebované ve všech procesech výroby automobilu. Graf z článku [3] navíc předkládá náklady na energie pro jednotlivé technologické části lakovny.

V grafu je pak pro jednotlivé části celé lakovny barevně odlišen podíl spotřeby zemního plynu, elektrické energie a dále spotřeba energie na ohřev a chlazení vody.



Obr. 2: Graf podílu spotřeby energií v procesu výroby automobilu (vlevo) [2], graf nákladů na energie a podíl jejich spotřeby v jednotlivých technologických částech lakovny automobilky [3]

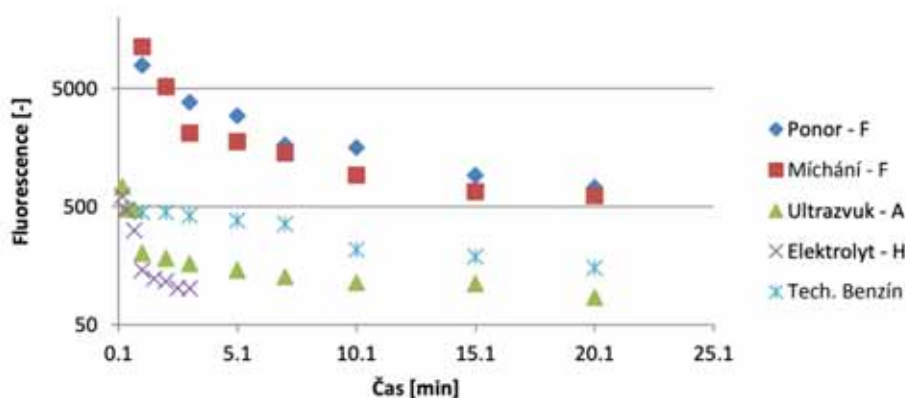
Úpravy parametrů odmašťovacího procesu

Chemické předúpravy povrchu patří k energeticky náročným operacím a liší se významně v závislosti na typu povrchové úpravy a typu a velikosti povlakovaného materiálu. Pro modelový příklad zvolíme čištění drobných skleněných dílů určených pro přesnou optiku. Technologický postup odmaštění těchto dílů navržený výrobcem odmašťovacího prostředku [4] je uveden v tabulce 1.

Tab. 1: Technologický postup pro čištění skleněných dílů

Krok	Odmaštění	Oplach	Odmaštění	Oplach	Oplach	Oplach	Sušení
Produkt	A	Voda z řádu	B	Voda z řádu	Demineralizovaná voda	Demineralizovaná voda	Ohřátý vzduch
Koncentrace	2 %	---	2 %	---	---	---	---
Teplota	55 °C	---	55 °C	---	---	---	85 °C
Čas	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	10 min
Frekvence ultrazvuku	40 kHz	---	40 kHz	---	---	---	---
Výkon ultrazvukového generátoru	15 W.l ⁻¹	---	15 W.l ⁻¹	---	---	---	---
Další	Vertikální pohyb koše	Vertikální pohyb koše, oplach proudem vody	Vertikální pohyb koše	Vertikální pohyb koše, oplach proudem vody	Vertikální pohyb koše, oplach proudem vody	Vertikální pohyb koše, oplach proudem vody	---

Uvedený technologický proces odmaštění dílů a jeho výsledek je závislý na 4 základních parametrech chemického odmaštění – prostředí (typ, koncentrace), teplotě, čase a zvolené metodě odmaštění (vliv mechanických účinků) [5]. Pro odmaštění dílů doporučuje výrobce odmašťovacího prostředku použít odmaštění ponorem za působení ultrazvuku. Ve výše uvedeném postupu je mechanický účinek kavitace vlivem ultrazvuku podpořen ještě vertikálním pohybem koše s díly. Oproti běžnému odmaštění ponorem lze použitím odmaštění za působení ultrazvuku docílit významného zkrácení času potřebného pro dosažení požadované čistoty dílů (viz graf na obrázku 2).

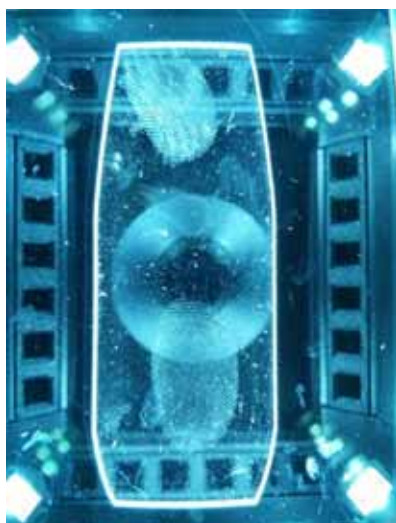


Obr. 3: Porovnání účinnosti jednotlivých metod odmaštění pomocí fluorescenční metody Recognoil [6]

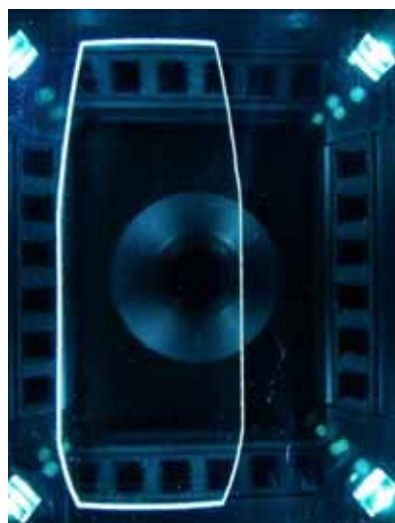
Z grafu na obrázku 3, kde jsou porovnávány účinnosti jednotlivých metod odmaštění fluorescenční metodou Recognoil, je patrné, že z výchozí hodnoty zamaštění povrchu lze vysokého stupně čistoty docílit relativně rychle pomocí elektrolytického odmaštění, přičemž docílení stejného stupně čistoty pomocí ultrazvukového odmaštění vyžaduje delší dobu odmaštění. Pokud bychom měli proces ultrazvukového odmaštění zefektivnit (zkrátit např. čas potřebný k dosažení vysokého stupně čistoty) bude nezbytné modifikovat zbyvajících základní parametry procesu (změnit prostředek či zvýšit jeho koncentraci, zvýšit pracovní teplotu, zvýšit mechanickou energii v procesu).

Pokud se opět vrátíme k modelovému technologickému postupu, tak pokud bude uživatel odmašťovací linky sledovat průběžně stav povrchu dílů přístroji Recognoil (viz obrázek 4), tak při založení lázně a provedení celého procesu dle předpisu dodavatele odmašťovacího prostředku dosáhne určitého stupně čistoty vyjádřeného v jednotkách F.U. Pokud bude například z důvodu úspor chtít snížit koncentraci produktu či teplotu lázně, bude mít k dispozici etalon, ke kterému se bude snažit přiblížit. Navíc hodnocením dílů před odmaštěním může významným způsobem regulovat nežádoucí kontaminaci lázně a provést předmytí dílů či díly vyřadit z výrobního procesu. Porovnáním stavu povrchu dílů před a po odmaštění pak získá informaci o účinnosti a kondici lázně. Protože samotné díly mohou být znečištěny nestejně, může pro objektivní posouzení lázně používat etalony čistoty (tj. plechy s definovanou rovnoměrnou vrstvou kontaminantu či plechy v surovém stavu).

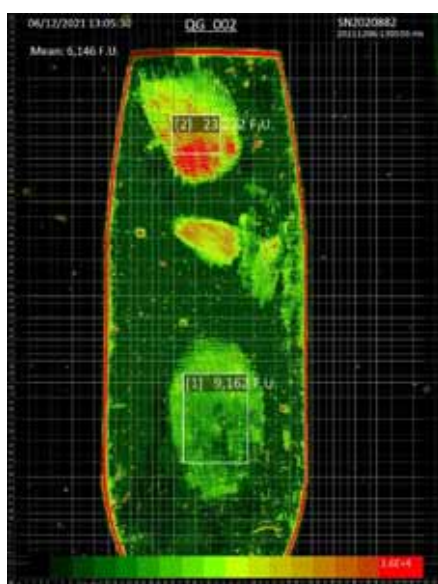
Skleněný díl před odmaštěním



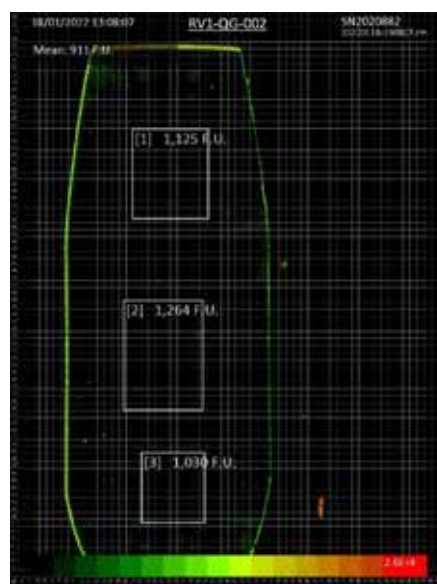
Skleněný díl po odmaštění



Fluorescenční mapa dílu před odmaštěním



Fluorescenční mapa dílu po odmaštění



Obr. 4: Porovnání stavu povrchu skleněného dílu před a po procesu odmaštění pomocí zařízení Recognoil QB

Pokud bychom měli nastínit možné úspory vyplývající ze změny parametrů technologického postupu uvedeného v tabulce 1, tak lze postupovat následovně:

Ohřev 12 l lázně A na teplotu 55 °C obnáší spotřebu cca 0,854 kWh. Ultrazvukové čištění po dobu 5 minut pak spotřebuje cca 0,026 kWh, 10 minut cca 0,052 kWh. Snížení výkonu ultrazvuku na 30 % sníží spotřebu energie při 10 minutovém cyklu a stejné teplotě na 0,022 kWh. Pokud výrobce odmašťovacího prostředku uvádí rozsah koncentrací pro produkt A od 1 do 5 procent a rozsah teplot od 25 °C do 65 °C, naskytá se možnost snížit teplotu lázně, a tím i významný zdroj spotřeby energie. Díky objektivní kontrole stavu povrchu se pak nemusíme obávat nutnosti zvyšování koncentrace produktu pro dosažení stejných parametrů čistoty povrchu. Navíc se může uživatel stejným způsobem pokusit snížit koncentraci odmašťovadla či zvolit jiný produkt, a tím se opět pokusit snížit celkovou nákladovost procesu.

Konkrétní příklad úspor ve formě odstranění vysoce temperované lázně a využití odmaštění pouze v momentech, kdy je skutečně nezbytné, lze demonstrovat na konkrétním zákazníkovi společnosti TechTest, s.r.o. Tomuto zákazníkovi ze segmentu automotive byly do výrobní linky instalovány detektory Recognoil pro účely nepřetržitého automatického monitoringu vstupního materiálu před proces předúpravy (odmaštění a tryskání ostrohranným abrazivem). Zákazník do té doby před nanášením lepidla prováděl standardně proces odmaštění všech dílů, které byly následně tryskány ostrohranným abrazivem. Současně s instalací detektorů Recognoil uzavřel dohodu s dodavatelem o nutnosti dodávání již vyčištěných dílů (tak, aby mohl z procesu odstranit mycí cyklus). Avšak s ohledem na koncept linky, kde zakládání dílů provádí operátoři přistoupil k plně automatické kontrole stavu povrchu. Pokud se tedy na vstupu objeví díly nadlimitně znečištěné, je ihned proces výroby zastaven a vedoucí technolog rozhodne o dalším postupu. V případě potřeby je možné automaticky nastavit spouštění mycího cyklu. Samotné díly jsou pak ještě hodnoceny před samotným procesem lepení z důvodů ověření požadované kvality povrchu a pro účely sběru validních dat pro jednotlivé výrobní šarže. Tento konkrétní zákazník ušetřil díky instalaci zařízení společnosti TechTest, s.r.o. přibližně 600 000 Kč na jedné výrobní lince za jeden rok provozu. V současné době je tento systém kontroly využívaný již na třech výrobních linkách tohoto zákazníka.

Úspora díky hospodárnému a efektivnímu způsobu mazání

Existuje celá řada výrobních procesů, ve kterých je naopak na povrch dílu záměrně nanášeno mazivo (lubrikace, konzervace atp.). Znalost homogenity a tloušťky vrstvy může hrát roli nejen z hlediska spolehlivosti a stability produkce, ale může být klíčovým aspektem pro úsporu nákladů. Například při procesu lisování je nanášen olej pro snížení opotřebení tvářecího nástroje a pro dosažení parametrů vhodných pro lisování. Co když je ale mazivo nanášeno nerovnoměrně nebo nevhodně? Pokud například máme předepsáno, že na povrch plechu máme nanést 1-2 g.m⁻², tak pokud reálně nanese v průměru 4 g.m⁻² zvýší se například spotřeba maziva i více jak dvojnásobek. V případě, že přístřih plechu bočnice automobilu bude mít v průměru plochu 4 m², tak při objemu produkce 750 000 automobilů se jedná o nárůst spotřeby oleje o 15 t. Nejen, že se v daný moment jedná o zcela nezanedbatelnou položku, ale je třeba do celkových nákladů promítnout náklady na zbavení se těchto nadbytečných vrstev v procesech povrchových úprav. Všechny přístroje Recognoil nejen, že jsou schopné vyhodnotit homogenitu olejových filmů, ale umožňují i stanovit jejich tloušťku a plošnou koncentraci, a díky tomu přináší možnost, jak správně nastavit a zohospodárnit procesy mazání.



Obr. 5: Systém Recognoil pro účely kontinuální detekce homogenity a plošné koncentrace olejového filmu instalovaný do lisovacího stroje

Závěr

Současné složité a náročné období, které přináší celou řadu úskalí a zvýšených nároků na pilíře udržitelného rozvoje představuje zároveň výzvu pro ambiciózní podniky s jasnou vizí ohledně dalšího směřování a trvalé udržitelnosti výroby. Provozy povrchových úprav pak s ohledem na svoji energetickou náročnost a ekologické aspekty vyžadují pro splnění cílů ve smyslu snižování energetické náročnosti, spotřeby zdrojů a ochrany životního prostředí racionální přístup s důrazem na využití moderních technologií, vědeckých poznatků a inovací.

Seznam literatury:

- [1] Výroba, nebo spotřeba: čím zatěžuje automobil více? Ekolist [online]. 2008 [cit. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zelenadomacnost/zpravy-zd/vyroba-nebo-spotreba-cim-zatezuje-automobil-vice>
- [2] Rao, P. P., & Gopinath, A. (2013). Energy Savings in Automotive Paint Ovens: A New Concept of Shroud on the Carriers. In Journal of Manufacturing Science and Engineering (Vol. 135, Issue 4). ASME International. <https://doi.org/10.1115/1.4024537>
- [3] Giampieri, A., Ling-Chin, J., Ma, Z., Smallbone, A., & Roskilly, A. P. (2020). A review of the current automotive manufacturing practice from an energy perspective. In Applied Energy (Vol. 261, p. 114074). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114074>
- [4] Borer – Advanced Cleaning Solutions – Blind Test Results – Muditis s.r.o. 2022
- [5] KREIBICH, Viktor. Úvod do problematiky povrchových úprav: Výukový text. 2014
- [6] KOPŘIVA, Andreas. POROVNÁNÍ ÚČINNOSTI ODMAŠŤOVACÍCH PROSTŘEDKŮ. Praha, 2015. Bakalářská práce. FS ČVUT v Praze. Vedoucí práce Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Technologie lepení a příprava povrchů

Ing. Viktor Kreibich, Ph.D. – WAttech a.s.

Technologie lepení

Výrobní procesy s aplikacemi lepidel a tmelů nacházejí v řadě odvětví průmyslu stále větší uplatnění. Konvenční techniky spojování konstrukčních materiálů jsou často doplňovány spoji lepenými, tzv. hybridní spoje a v řadě aplikací je lepení úspěšně již zcela nahrazuje.

Technologie lepení přináší řadu výhod oproti konvenčnímu spojování. Výrobou lepeného spoje nedochází ke zhoršení pevnostních vlastností spojovaných dílů např. vrtáním otvorů pro spojovací prvky. Navíc lepený spoj využívá pro rozložení působícího zatížení celou lepenou plochu s minimalizací míst s vysokou koncentrací napětí.

Tam, kde jsou kladeny požadavky i na kvalitu povrchu výrobku, je lepení výhodné i proto, že nedochází ke změnám na vnějším povrchu materiálů. Tím je možné dosáhnout úspory ve výrobě snížením počtu následných operací k zajištění požadované kvality vnějšího povrchu výrobku.

Lepením lze s výhodou spojovat především různé druhy materiálů, přičemž zatěsněním takového spoje proti působení vlhkosti a vnějšího prostředí lze výrazně zvýšit jeho odolnost především vůči korozi kovů a degradaci všech materiálů.

Obecně nevýhodou v lepení je delší vytvrzovací doba lepidel a tmelů. To může vyžadovat úpravu konstrukce lepeného dílu, popř. využití současně i jiné techniky zajištění, s využitím např. speciálních fixačních přípravků.

Rozšíření těchto progresivních technologií do průmyslu je podpořeno nejen dostupností a vývojem širokého portfolia materiálů pro lepení, ale také jejich aplikacemi optimálně navrženými pro danou výrobu z hlediska požadavků na přesnost, rychlost, reprodukovatelnost a úsporu energie. Zařízení pro aplikaci lepidel a tmelů lze využívat nejen v manuální výrobě, ale především pro automatizaci a optimalizaci procesů s výhodami integrace do plně automatizovaných výrobních pracovišť.

Úspěšné lepení v průmyslu vyžaduje přesné dodržování technologického postupu, především správnou přípravu povrchu lepených materiálů, dodržováním směšovací poměrů dvoukomponentních lepidel, doby zpracovatelnosti lepidla a podmínek okolního prostředí (teplota, rel. vlhkost, čistota).

Příprava povrchu lepených substrátů

Pro požadovanou pevnost lepeného spoje v průmyslu je nutnou podmínkou dokonalá adheze lepidla popř. tmelu k lepenému substrátu a dobrá kohezní pevnost lepidla. Vzhledem k tomu, že je snahou výrobců lepidel zvyšovat jejich kohezní pevnost v širokém teplotním rozmezí předpokládané pracovní oblasti lepeného spoje, je cílem, aby adhezní pevnost byla vyšší než pevnost kohezní. V průmyslovém lepení je nepřijatelné adhezní poškození lepeného spoje. Je proto nutné zajistit požadovanou kvalitu povrchu lepených ploch substrátů jejich vhodnou předúpravou.

Základní podmínkou vzniku dobré adheze lepidla k povrchu substrátu je schopnost lepidla smáčet daný povrch, což vyjadřuje hodnota jeho povrchové energie. Přiblížení lepidla k povrchu v ideálním případě odpovídá vzdálenosti několika desetin nanometru. Pro požadavky kvalitního spoje se často udávají hodnoty povrchové energie substrátu nad hodnotou $45 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$, přičemž povrchové napětí lepidla je vždy nižší než napětí smáčené hmoty. Pokud je povrch substrátu dostatečně aktivní pro interakci s lepidlem, přilne tak lepidlo ideálně k danému povrchu. Za takové adhezní spojení jsou zodpovědné nejen slabé interakce fyzikální povahy, ale především cílené vytvoření pevné chemické vazby mezi funkčními skupinami lepidla a aktivními skupinami lepeného substrátu. To je základním předpokladem odolnosti lepeného spoje na požadované zatížení.

U substrátů s nízkou povrchovou energií, např. nepolární nízkoenergetické plasty PE, PP, které jsou pro lepidlo v podstatě nesmáčivé (povrchové napětí cca $30 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$), nemůže dojít k požadované interakci lepidla s povrchem. Pro zvýšení smáčivosti takových materiálů je nutná předúprava povrchu jeho vhodnou aktivací za vzniku specifických polárních funkčních skupin schopných interagovat s naneseným lepidlem.

Naopak povrchy polárních substrátů, které vzhledem k jejich vnitřní struktuře již vykazují vysoké hodnoty volné povrchové energie (např. sklo nebo kovy), je však nutné před nanesením lepidla účinným očištěním zbavit nežádoucích adsorbentů (např. mastnota, prach) a reakčních produktů (oxidy kovů), které by zabránily přímé interakci substrátu s lepidlem.

V průmyslovém lepení je nutné přesně definovat a dodržovat procesy čištění a úprav povrchů výchozích materiálů k zajištění stabilní a reprodukovatelné kvality povrchu pro následnou aplikaci lepidla.

Čištěním povrchu dochází k odstranění nežádoucího pouze fyzikálně adsorbovaného filmu na povrchu, (mastnota, prachové částice), přičemž mechanické nebo chemické vlastnosti substrátu zůstávají nezměněny. Vliv čisticího prostředku, respektive rozpouštědla na daný substrát je nutné ověřit.

Metody předúpravy povrchů jsou založeny na změně povrchových vlastností substrátu, a tedy definované přípravě povrchu pro lepení. Na základě principu technologie a použitého media je lze rozdělit na **mechanické, chemické a fyzikální**.

Mezi mechanické metody předúpravy povrchu lze zařadit broušení nebo tryskání. Těmito předúpravami lze dosáhnout nejen odstranění nežádoucích povrchových nečistot, ale i volbou vhodného abrazivního media upravit drsnost povrchu. Rezidua z abrazivních prostředků na upraveném povrchu je nutné opět odstranit.



Nízké povrchové napětí polyetyleny, nanesené lepidlo nesmáčí povrch.

Požadovaná drsnost povrchu souvisí i s viskozitou aplikovaného lepidla. Vysoká drsnost povrchu s vyšší hloubkou vytvořených nerovností a pórů není z adhezního hlediska příliš vhodná pro viskózní lepidla a tmely, účinný povrch pro kontakt s lepidlem se tak však snižuje.

Chemická předúprava kovových materiálů mořením spočívá v řízeném odstranění nežádoucích produktů oxidace z povrchu substrátů pomocí kyselin, popř. hydroxidů. Tato operace je spojená se změnou morfologie povrchu. Je nutné zabránit poškození dílu jeho nežádoucím rozpouštěním, a je zde též riziko zvýšení křehkosti vlivem navodíkování. Takto upravené díly je nutné vždy důkladně opláchnout a osušit.

Po mechanické a chemické úpravě je povrch zejména původně polárních substrátů velmi aktivní. Nežádoucími reakcemi s nečistotami a plyny z ovzduší dochází k jeho rychlému znečištění (oxidace, aerosoly). Řešením je takový aktivní povrch opatřit ochranným povlakem nebo vrstvou, např. tzv. primerem. Tato úprava povrchu ochrání a zároveň umožňuje dobrou adhezi následně naneseného lepidla.



Fyzikální předúprava povrchu. Aktivace PP atmosférickou plasmou před lepením.

Fyzikální metody předúpravy povrchů lze s výhodou využít především v kontinuálních automatizovaných výrobních lepených spojů. Vyznačují se vysokou efektivitou, reprodukovatelností a rychlostí aplikací, které umožňují očištění povrchů od stopových nečistot. Mezi ně lze zařadit opracování povrchu speciálním plamenem nebo plazmou. V případě nízkoenergetických plastů dochází k aktivaci povrchu a tím ke zvýšení povrchového napětí cílenou implementací aktivovaných částic přímo do organické struktury polymeru za vzniku aktivních skupin a dipólů, přičemž tato povrchová úprava nezmění mechanické vlastnosti materiálu.

Dávkování lepidel a tmelů v průmyslu

Pro správný návrh vhodného dávkovacího zařízení nebo koncepce výrobní linky v průmyslovém lepení jsou důležité nejen vlastnosti aplikovaného lepidla nebo tmelu, ale je potřeba komplexně zohlednit všechny požadavky, které mohou ovlivnit výslednou kvalitu, rychlost a stabilitu výroby lepeného spoje. Kvalita provedené povrchové předúpravy dílů, které vstupují přímo do procesu dávkování lepidla, je pro výsledný lepený spoj velmi důležitým faktorem.

Tam kde je požadavek na lepidlo, aby kompenzovalo napětí způsobené teplotní roztažností substrátu při zatěžování lepeného spoje, je s výhodou využíváno tzv. elastomerů, které po vytvrzení dobře odolávají tomuto zatížení působící na spoj. Tato lepidla a tmely jsou v průmyslu zastoupeny pastovitými materiály na bázi silikonů, polyuretanů, MS polymerů a PVC plastizolů.

Protože tyto vysokoviskózní materiály často vykazují i tixotropní chování, je nutné zajistit přesnost a stabilitu mísení složek a nanášení lepidla systémem volumetrického dávkování. Taková zařízení umožňují kontinuální objemové dávkování lepidla, přičemž nezávisí na viskozitě tekutin nebo změnách viskozity v průběhu času, a tedy poskytuje spolehlivý a opakovatelný proces.

Nízkoviskózní materiály pro lepení nebo pro aplikace tzv. zaléváním, nejčastěji 2K strukturálními lepidly (epoxydy, polyuretany), lze dávkovat z tlakových zásobníků nebo též ze sudů pomocí dávkovacích pump a čerpadel.



Volumetrický systém dávkování zajišťuje vysokou stabilitu průtoku lepidla z aplikační trysky.



Čerpání nízkoviskózního dvousložkového epoxidu pro aplikaci přímo z originálních sudů.



Hydraulické zařízení pro manuální nanášení vysokoviskózního 2K silikonu.

U průmyslových aplikací, kde např. není kladen požadavek na vysokou rychlost výroby, lze výhodně využít manuálních dávkovacích zařízení, a to jak pro 1K, tak i pro 2K materiály. Taková aplikace lepidel je však limitována maximálně možnou přesností a reprodukovatelností, kterou lze ručním dávkováním materiálu dosáhnout.



Manuální nanášení housenky 2K silikonu v průmyslové

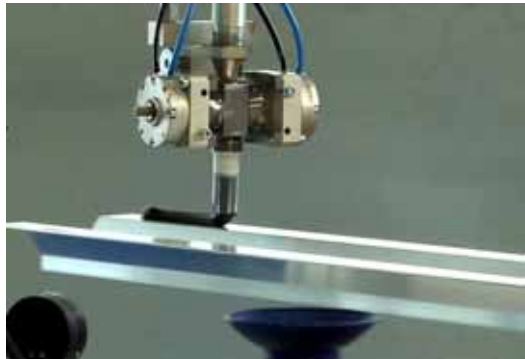
Tato pastovitá lepidla lze dávkovat vhodným aplikátorem přímo z originálních sudů nebo hoboků pomocí extrakční pumpy s přítlačným talířem, přičemž obsluha a údržba takového zařízení je poměrně nenáročná. Dobu zpracovatelnosti u dvoukomponentních materiálů lze dle doporučení technického listu automaticky sledovat tak, aby nedošlo k nežádoucímu vytuhnutí materiálu ve směšovací koncovce aplikátoru.

Pro aplikace spojené s vysokou přesností a opakovatelností dávkování lepidla je již nutné do aplikačního zařízení zakomponovat přesný systém volumetrického dávkování, např. zubová nebo vřetenová čerpadla spojená PLC řízením. U materiálů s vysokou viskozitou s obsahem abrazivních částic nebo vyhřívaných za vysoké teploty lze s výhodou využít dávkování pomocí přesných pístových vytlačovacích pump s řízením a monitorováním zdvihu pístu.



Pístová vytlačovací pumpa pro přesné dávkování materiálů pro lepení.

Pro splnění požadavků na výrobu lepeného spoje je nutné vycházet nejen ze zkušeností výrobce nebo dodavatele zařízení. Navržené zařízení je nutné pro daný materiál (lepidlo, tmel) a správně připravený substrát před dodáním zákazníkovi správně nastavit a otestovat.



Automatizované dávkování lepidla zajišťuje vysokou stabilitu a reprodukovatelnost.

Zařízení s přesným řízením dávkovaného množství lze zakomponovat do jednoúčelových výrobních buněk a pracovišť, nebo integrovat do plně automatizovaných výrobních linek, kde je nutné splnit často požadované vysoké rychlosti výroby vždy spojené s její stabilitou a bezpečností.

Zařízení pro aplikace lepidel nebo tmelů jsou spojena i s dalšími dílčími operacemi s různým stupněm automatizace, jako je např. předúprava lepených povrchů dílů, předmontáž a montáž dílů. Spolu s manipulací a kontrolou provedených operací tvoří jeden komplexní výrobní celek lepeného spoje.

V průmyslových technologiích lepení je kladen vysoký důraz nejen na samotný proces předúpravy povrchu a lepení, ale je zde důležité omezit výrobní a bezpečnostní rizika a zajistit tak celkovou požadovanou kvalitu a stabilitu celého výrobního procesu.

Autor článku poskytne případným zájemcům o tuto problematiku další informace. vkreibich@watech.cz



Plně automatizovaná výrobní linka světlometů. Čištění a aktivace povrchu v online režimu je součástí procesu lepení.

Informace o nabízených produktech, technologiích a řadě našich úspěšně zrealizovaných projektech naleznete na:

Watech a.s., Tel.: +420 277 001 002, info@watech.cz, www.watech.cz

Zajištění kvality prostřednictvím optimálních čisticích procesů

Ecoclean GmbH – Technical Article on Cleaning Processes

Čistota součástek je dnes stejně důležitým kritériem kvality jako rozměrová přesnost. Je definována danými specifikacemi čistoty částic a stále častěji také specifikacemi čistot filmové čistoty. Jejich spolehlivé splnění může být poměrně náročným úkolem. Aby byl provoz nákladově efektivní, je stále důležitější navrhovat čisticí procesy v souladu s požadavky uživatelů a současně s opakovatelností výsledků čištění.

Bez ohledu na průmyslové odvětví se dnes čištění dílů stalo jedním z kritických procesů ve výrobě, neboť díly musí být dostatečně čisté pro následné výrobní kroky, jako jsou nanášení povlaků, tisk, tepelné zpracování a montáž. Kvalita a funkčnost výrobků je zásadně závislá na čistotě dílů. V posledních letech se pozornost zaměřovala na odstraňování znečištění částicemi, včetně třísek vznikajících při obrábění a tváření, ale také otřepů a částic vznikajících při otěru. Mezitím se dostala do popředí problematika kontaminace v tenkých vrstvách (filmech), neboť při spojovacích procesech, jako je laserové svařování a pájení, lepení, mohou zhoršit kvalitu spojení i malé zbytky, např. zpracovatelských olejů a emulzí, čisticích prostředků, tažných či tvarovacích a separačních prostředků. Pokud jde o filmové znečištění, jsou specifikace čistoty často definovány v termínech povrchové energie nebo povrchového napětí (mN/m = milinewtony na metr). Splnění těchto požadavků lze poměrně snadno zkontrolovat zkušebními inkousty nebo metodou měření kontaktního úhlu.

Přizpůsobení postupů mokrého chemického čištění danému úkolu

U převážné většiny dílů lze specifikace týkající se čistoty částic a/nebo filmu splnit pomocí mokrého chemického čištění. Díly se obvykle čistí v dávkách, buď hromadně, nebo uspořádané v nosičích dílů. Stabilní a reprodukovatelná kvalita procesu a trvale dobré výsledky však mohou být dosaženy pouze tehdy, pokud jsou čisticí média, jakož i mycí zařízení a technologie procesu optimálně přizpůsobeny danému úkolu čištění.

Výběr vhodného čisticího média pro konkrétní znečištění

Při výběru čisticího média se lze řídit chemickou zásadou "podobné se rozpouští v podobném". To znamená: polární nečistoty, jako jsou chladicí emulze, lešticí pasty, soli, částčky z otěru a jiné pevné částice se obvykle odstraňují pomocí vody jako polárního čisticího média ve spojení s čisticími prostředky s neutrálním pH, kyselými nebo alkalickými čisticími prostředky. Pro nečistoty na bázi minerálních olejů (organické, nepolární), jako jsou obráběcí oleje, maziva a vosky, se obvykle používají organická rozpouštědla, jako jsou nehalogenované uhlovodíky nebo chlorované uhlovodíky. Modifikované alkoholy např. 3-butoxy-2-propanoly, mají lipofilní a hydrofilní vlastnosti, a jsou proto schopny do určité míry odstraňovat nepolární i polární kontaminanty.

Aby bylo možné přesně určit, které čisticí médium je nejlepší pro účinné odstranění nečistot ulpívajících na příslušných dílech, doporučuje se provést zkoušku čištění znečištěných dílů. Společnost Ecoclean GmbH disponuje ve svých technologických centrech po celém světě řadou čisticích zařízení pro všechny typy médií. Používají se k provádění zkoušek na dílech vyrobených z kovových materiálů, plastů, keramických materiálů, skla a jejich kombinací. Kromě dosažitelného výsledku čištění tým také kontroluje, zda jsou materiály čištěných součástí kompatibilní s použitými čisticími médii.

Minimalizace nákladů na čištění pomocí vhodné procesní technologie

Podíl nákladů, které vznikají na každý čištěný díl jsou tím nižší, čím rychleji a efektivněji jsou v procesu čištění splněny předem definované specifikace čistoty. Čisticí účinek média se proto zvyšuje pomocí různých fyzikálních procesních technologií, jako je stříkání, odmašťování parami, máčení, ultrazvuk, vstřikování při zaplavení, a také vysokotlaké čištění, které se používá také k odjehlování dílů. Při čištění stříkáním zvyšuje kinetická energie proudu účinek použitých čisticích chemikálií a odstraňuje nečistoty z povrchu dílů. Z tohoto důvodu jsou na celé díly nebo na specifické oblasti, jako jsou např. otvory a slepé díry, aplikovány tlaky mezi 2 a 20 bary. Zejména při čištění bodovým paprskem závisí výsledek čištění na tom, jak jsou trysky nasměrovány na čištěný povrch. Výsledek lze zlepšit, pokud se díl vůči stříkací trysce posune nebo naopak. Tam, kde jsou kladeny vysoké požadavky na čistotu částic, lze čištění postřikem použít také jako závěrečný krok čištění k odstranění malých částic, které ještě ulpívají na povrchu.

Při parním odmašťování rozpouštědlem, které se provádí v uzavřené pracovní komoře čisticího zařízení, se čisticí médium zahřeje na bod varu a vzniklé páry rozpouštědla jsou směřovány na čištěné díly. Teplotní rozdíl mezi horkými parami a chladnějšími součástmi způsobuje kondenzaci rozpouštědla na povrchu obrobku, takže kondenzát rozpouštědla má oplachovací účinek. Odmašťování párou se používá k odstranění nečistot, jako jsou oleje, tuky a emulze, z lehce znečištěných dílů.

Při ponorném čištění, které lze provádět s médii na vodní bázi i rozpouštědly, se znečištění odstraňuje především chemickým účinkem média, který lze podpořit kýváním a otáčením dílů. Tento proces se většinou používá pro díly se složitou geometrií, jako jsou slepé otvory nebo zářezy, a často se kombinuje se vstřikováním při zaplavení (IFW) a/nebo čištění pomocí ultrazvuku.

Vstřikování při zaplavení se používá téměř ve všech čisticích procesech, ve kterých je nutné čistit obrobky silně znečištěné třískami a olejem nebo emulzí. Díly jsou vystaveny tlaku mezi 3 a 15 bary v ponorné lázni. Protože k tomu dochází pod hladinou kapaliny, vznikají velké objemové proudy, které pronikají i do dutin velmi složitých obrobků.

Čisticí účinek ultrazvukových jednotek je založen na kavitaci: elektrické signály generované ultrazvukovým generátorem o určité frekvenci jsou přenášeny převodníkem jako zvukové vlny do čisticí kapaliny. Výsledkem je souhra podtlaku a přetlaku, přičemž ve fázích podtlaku vznikají mikroskopické dutiny, které se v následné fázi přetlaku zhroutnou (implodují). Tím se v kapalině vytvářejí mikroproudění, které prakticky "odstřelují" a odpalují veškeré částice a tenkovrstvé nečistoty ulpívající na dílech. Pro čisticí účinek platí následující: čím nižší je frekvence, tím větší jsou kavitáční bubliny a tím vyšší je uvolněná energie.

Odjehlování a čištění v jednom kroku

Použití vodního paprsku při vysokém tlaku – rozmezí 300 až 1 000 barů, někdy i vyšším nebo nižším v závislosti na aplikaci, obvykle umožňuje spolehlivě odstranit z dílů otřepy vzniklé při obrábění a zároveň je vyčistit. Vysokotlaké čištění se používá také k odstraňování zbytků písku z odlitků a odolných nečistot z povrchu dílů, včetně zbytků po svařování a okují. Použité tlaky závisí na typu a úrovni znečištění a také na výsledcích testů získaných v technologických centrech společnosti Ecoclean.

Kromě čistícího média a mycího zařízení ovlivňuje kvalitu procesu také personál obsluhující čistící systém. Pro splnění požadavků na čistotu reprodukovatelným a ekonomickým způsobem je proto zásadní znalost vzájemných vztahů a procesů zahrnutých ve výrobním kroku čištění dílů.

www.ecoclean-group.net



Obr. 1: Ecoclean_Mega – Čistota komponentů je kritériem kvality, které přispívá ke spokojenosti zákazníků, a tím i k vysoké úrovni konkurenceschopnosti



Obr. 2: Ecoclean_EcoCore – Pokud je třeba odstranit organické znečištění, moderní rozpouštědlové čisticí systémy zajistí více než jen účinné dosažení požadované úrovně čistoty. Splňují také vysoké ekologické standardy a díky integrované regeneraci média výrazně prodlužují životnost rozpouštědel



Obr. 3: Ecoclean_EcoCube – Pokud začínáte s čištěním na bázi vody, je EcoCube ideálním systémem, který se vyznačuje kompaktními rozměry, nízkou hmotností, dvěma standardními zaplavovacími nádržemi optimálně sladěnými co do velikosti a jednoduchou obsluhou



Obr. 4: EcoClean_ Ultrazvuk_Výřez – Ultrazvukové čištění splňuje nejvyšší požadavky na čistotu při velmi krátké době čištění



Obr. 5: EcoCvelox – EcoCvelox kombinuje odjehlování a čištění s vysokorychlostní automatizací a jednoduchým programováním odjehlování, takže tyto procesy lze provádět hospodárně v jednom kroku

Tryskání plastových vstřikovaných dílů po jednotlivých kusech i po dávkách Inteligentní řešení pro efektivní, automatizované odhrotování



Další optimalizace kvality výrobků, produktivity a výrobní kapacity přiměla předního výrobce vstřikovaných plastových komponentů vyřadit z provozu své stávající tryskací stroje a nahradit je novými. Pro zpracování sypaných dílů v dávkách bylo vybráno bubnové tryskací zařízení RMBC 1.1-S. Díky vysokému objemu vsázky a krátkým dobám cyklů nahradilo tři dříve používané tryskací systémy.

Helvoet Rubber & Plastic Technologies BV se sídlem v Tilburgu v Nizozemsku je globálním výrobcem a vývojovým partnerem pro vysoce přesné komponenty a sestavy. Pryžové, termoplastické a duroplastové díly jsou vyráběny technologií vstřikování. Mezi těmito materiály je duroplast jedním z nejnáročnějších. Používá se pro výrobu součástí vysoce odolných proti opotřebení s přesností v rozsahu mikrometrů. Díly z duroplastu se často používají jako náhrada kovových součástí. Nevýhodou vstřikovacího procesu je, že vytváří na vstřikovaných dílech více či méně výrazné otřepy, které je nutné odstranit, aby byla zajištěna kvalita a funkčnost obrobku.

Vysoké nároky na preciznost a kvalitu odhrotování

Zákazníci Helvoet z automobilového průmyslu, lékařské techniky a mnoha dalších odvětví požadují u svých výrobků vynikající kvalitu a vysokou rozměrovou přesnost.

Aby bylo možné ekonomicky splnit vysoké a stále se zvyšující nároky zákazníků, sází společnost dlouhodobě na tryskací odhrotovací systémy a tryskací abraziva od Rösler Oberflächentechnik GmbH. Důležitými aspekty této dynamické spolupráce je silný závazek společnosti Rösler k neustálému zlepšování procesů a přizpůsobení řešení tryskání specifickým požadavkům společnosti Helvoet. To umožňuje společnosti prodávat vysoce kvalitní produkty ve velmi konkurenčním tržním prostředí. Silná globální přítomnost společnosti Rösler navíc umožňuje společnosti Helvoet mít vždy nablízku kontaktní osobu. Bylo tedy jasné, že Rösler bude také dodavatelem při nahrazení stávajících tryskacích systémů.

Kompletní řešení pro plně automatické zpracování jednotlivých dílů

Pro jednotlivé zpracování citlivých vstřikovaných dílů bylo rozhodnuto použít tryskací zařízení s otočným satelitním stolem RWS 1200. V rámci skupiny je jich v podobném provedení v provozu kolem 25 kusů. Jako tryskací jednotky zde mohou být použity přesné injektorové trysky nebo výkonná metací kola, či kombinace obojího.

Nový tryskač Rösler je součástí plně automatické výrobní buňky. Přesně definovaná rozhraní v ovládacím panelu RWS zajišťují rychlou a přesnou komunikaci s vyšší úrovní řízení výrobní buňky. Nakládání a vykládání obrobků probíhá pomocí speciálního manipulačního systému. Ten umístí obrobky na upínače, které rovněž navrhla a dodala společnost Rösler.

Dobře promyšlený design RWS 1200 se dvěma protilehlými satelity umožňuje tryskání dílů umístěných na druhém satelitu, zatímco je jeden satelit nakládán nebo vykládán. Ve srovnání s konvenčními systémy na trhu lze zkrátit neproduktivní časy až o 85 procent.

Během odstraňování otřepů jsou všechny procesně relevantní parametry, jako je tryskací tlak, otáčky a sání filtru, monitorovány senzory a automaticky udržovány na svých přednastavených úrovních. Automaticky také probíhá doplňování tryskacího média a jeho příprava pomocí třídícího zařízení a kaskádového vzduchového prosévání. Pracovní směs tryskacího média je tak vždy k dispozici v optimální kvalitě. První obrobek je tedy odhrotován ve stejné perfektní kvalitě jako ten 100miliontý, přičemž díly tryskací systém opouštějí bez zbytečného prachu na jejich povrchu.

Spolehlivé a ekonomické dávkové zpracování

Pro odstranění sériově vyráběných vstřikovaných dílů v dávkovém režimu zvolila společnost Helvoet nový bubnový tryskač RMBC 1.1-S. Tento stroj představuje nejmodernější zařízení pro dávkové odstraňování otřepů velkých objemů malých plastových komponentů. Bubnové tryskací zařízení zvládne dávky obrobků o objemu až 70 litrů. Velký objem na jedné straně redukuje manuální zásahy při nakládání a vykládání, na straně druhé tak mohly být nahrazeny rovnou tři stávající tryskače, přičemž se získal drahocenný volný výrobní prostor.

Tryskací jednotka také přispívá k efektivnímu a efektivnímu odstraňování otřepů z obrobků: Na rozdíl od injektorových trysek, obvykle používané v těchto aplikacích, které pracují s drahým stlačeným vzduchem, zde Rösler používá ekonomická metací kola. Tryskací médium je metacím kolem urychlováno a vrháno na obrobky, zatímco se obrobky přes sebe nepřetržitě převalují v komoře tvořené nekonečným pásem. To zaručuje rovnoměrné odstranění otřepů ze všech stran součástí. Navíc je odhrotovací efekt současně urychlen tím, že se obrobky převalují přes sebe.

Kritické parametry procesu, jako jsou otáčky turbíny a spotřeba média, jsou během tryskání monitorovány senzory. Když například senzor signalizuje nízkou hladinu média v zařízení, automaticky se přidá nové médium. RMBC 1.1-S je také vybaveno systémem odsávání vzduchu z tryskací komory a vibrační třídící jednotkou pro odstraňování větších otřepů před průchodem média čistícím prosévacím zařízením. Součástí je také antistatická funkce, která zabraňuje ulpívání tryskacího média a otřepů na obrobkách. Všechny tyto technické vlastnosti zajišťují optimální provozní mix médií, vysokou stabilitu procesu a dokonale čisté obrobky zbavené všech otřepů.

O firmě Rösler

Soukromá společnost Rösler Oberflächentechnik GmbH se již více než 80 let aktivně zabývá oblastí povrchových úprav. Jak lídr globálního trhu nabízíme komplexní portfolio vybavení, spotřebního materiálu a služeb v oblasti omílání a tryskání pro široké spektrum rozmanitých průmyslových odvětví. Náš sortiment asi 15 000 spotřebních materiálů, vyvinutých v našich zkušebních centrech po celém světě, slouží našim zákazníkům pro jejich individuální dokončovací operace. Pod značkou AM Solutions nabízíme řadu řešení a služeb v oblasti aditivní výroby/ 3D tisku. V centrální školicím středisku Rösler Academy nabízíme praktické semináře k tématům technologie omílání a tryskání, štíhlé výroby a aditivních technologií. Ke skupině Rösler patří vedle německých závodů v Untermerzbachu/ Memmelsdorfu a Bad Staffelsteinu/Hausenu dalších 15 poboček a cca. 150 obchodních zastoupení po celém světě.

Detailní informace naleznete na: www.rosler.com



Obr. 1: Promyšlený koncept stroje RWS 1200 se dvěma protilehlými satelity umožňuje nakládání a vykládání druhého satelitu během procesu tryskání. To ušetří až 85 procent neproduktivního času



Obr. 2: Stroj RMBC 1.1-S, navržený pro objem dávky až 70 litrů, minimalizuje ruční nakládání a vykládání. Navíc je vybaven ekonomickým metacím kolem namísto drahého systému tryskání stlačeným vzduchem

KAMENNÝ POČÍTAČ

Ing. Josef Ježek – JEVAN, Ledec nad Sázavou

Už v jednom z předchozích dílů jsme se dozvěděli, že **trojúhelníková čísla** jsou ta čísla, která jsou napsána na stupňovité pyramidě z bočního pohledu na jednu z jejích čtyř trojúhelníkových stěn. Jak je u nás zvykem, dostaneme se k nim tak, že zleva doprava a odshora dolů postupně očíslováme jednotlivé kvádry pyramidy. Na pravé hraně tohoto pohledu se tato právě nacházejí. **Čtvercová čísla** jsou zase ta, která se nacházejí na téže hraně, ovšem při pohledu na stupňovitou pyramidu shora, z oblak. Pokud ovšem začneme na jednotlivé bloky v každém stupni s označením **N** postupně psát pořadová přirozená čísla od protilehlé hrany, pak skončíme právě na hraně trojúhelníkových čísel. V tomto pohledu jsou na kvádry v liniích napsána tato čísla: **1; 4; 9; 16; 25; 36; 49; ...; N**, neboli **1²; 2²; 3²; 4²; 5²; 6²; 7²; ...; N²**. S pojmy pro „**tvarová čísla**“ prý přišel pan Pythagoras.

Zopakujme. Trojúhelníková mají podobu $N \cdot (N-1) / 2$, resp. $(N^2 - N) / 2$. Jiný zápis potom je v podobě kombinačního čísla, slovně „**En nad dvěma**“, symbolem $\binom{N}{2}$. **Mezi pyramidovými stupni** platí všem dobře známý vztah z osmé třídy základní školy, tzv. „**Pythagorova věta**“. Ta říká, že počet kvádrů třetího stupně pyramidy v součtu s počtem kvádrů čtvrtého stupně je roven počtu kvádrů v pátém stupni. **Číselně $3^2 + 4^2 = 5^2$ ($9 + 16 = 25$), obecně pak $a^2 + b^2 = c^2$** . O číslech **a; b; c** víme s určitostí, že pokud budou čísla celými (**I** – Integer, nejlépe přirozenými – **N** – Natural), pak minimálně jedno z nich musí být sudé (**E** – Even), a po nalezení jejich společného násobku a jím krácením minimálně dvě lichá (**U** – Unsytmetric). Tím pádem jejich **součet bude vždy sudý**. Takže: $a^1 + b^1 + c^1 = U + E + U = E$.

O kvalitách celých čísel dále víme s určitostí, že jejich vlastnost **Sudost** nebo **Lichost** se s jejich přirozenou mocninou **nemění**. Holka je pořád ženskou a kluk je pořád mužský, jakkoliv stárnou nebo se „povyšují“. (Více pohlaví v matematice nestrpíme). Na to by se dalo reagovat tak, že mohou existovat rovnice, kdy přirozená čísla **a; b; c** mohou být v rovnováze, i když nejsou ve stejné mocnině, jako u pana Pythagora. Jejich kvality (pohlaví) však musí splňovat obecné podmínky. **Které?** Tyto: $U+U=E$; $U+E=U$, $E+E=E$. Na pořadí v prostřední rovnici samozřejmě nezáleží. Jak vidno, součet dvou z nich může být jak sudé, tak i liché číslo. První z rovnic se však zrovna nehodí pro **Pythagorovu rovnováhu**. Taková celá čísla neexistují, aby ji splnila. Pro naše potřeby ji však nevylučujeme. Abychom se příliš neodcizili myšlenke Pythagorově, že součet dvou podobných ploch se rovná ploše třetí, zkusme jinou mocninu pouze pro jednu proměnnou. Já vím, je to pitomost, sčítat dvě různé geometrické kvality, ale **v algebře je možné ledacos**. Co třeba **plochu** (kvadrát) s **objemem** (kubaturou). Co to udělá? Pišme si jakousi **PSEUDO Pythagorovu větu**:

$$a^2 + b^3 = c^2$$

Starým Egypťanům to však nepřípadalo úplně nesmyslné. Možná nevěděli, že dvě různorodé veličiny se nedají sčítat. Věda matematická totiž ještě nebyla na dnešní úrovni, kdy je to samá poučka, divné symboly a zákony. A tak to zkusily spočítat na svém kamenném počítáči, na stupňovité pyramidě. Věděli, že musí být:

$$a \geq 1; \quad b = N; \quad c > a$$

A tak zkusili první číslo **a** jako **první trojúhelníkové**, a číslo **c** jako **druhé**, (následující) **trojúhelníkové číslo z pyramidy**.

$$1^2 + N^3 = 3^2$$

Zjistili, že rovnici vyhovuje **b = N = 2**. Zkusili další dvojici trojúhelníkových čísel za sebou jdoucích na stupňovité pyramidě: **a=3; c=6**

A hle:

$$3^2 + N^3 = 6^2$$

Z čehož vyplynulo, že vyhovuje **b = N = 3**

Zákonitost byla na světě:

$$(\binom{N}{2})^2 + N^3 = (\binom{N+1}{2})^2$$

$$3^2 + 3^3 = 6^2$$

$$6^2 + 4^3 = 10^2$$

$$10^2 + 5^3 = 15^2$$

$$15^2 + 6^3 = 21^2$$

...

Ukázalo se, že rovnost platí i v první mocnině, čili: $a + b = c$. To u Pythagorovy však neplatí! Tento vztah Egyptští velekněží Pythagorovi neprozradili, když tam přišel studovat geometrii. Museli si přeci něco nechat jako tajemství. Později, za duchovní vlády pythagorejské školy, jistý **Jamblichos** prý vyžvanil, že existuje pravidelný dvanáctistěn, a tak ho učedníci téhle školy utopili. Jó, někdy platí, „mluviti stříbro, mlčeti ... !“

A jedeme dál. Při pohledu shora na stupňovitou pyramidu s popisem kvádrů na (pravé) hraně vidíme již zmiňovaná **čtvercová čísla** (1; 4; 9...). Odděluje je vždy hrana (jevíc se jako úsečka) těchto kvádrů. Při pohledu z boku zase vidíme na těch samých kvádrech (boční stěně) napsaná **čísla trojúhelníková** (1; 3; 6; ...). Ta samá hrana kvádrů (úsečka) tedy odděluje tyto dva typy čísel. **Čtvercové od trojúhelníkového.** Dalo by se říci, že na každém označeném (očíslovaném) kvádrů se nachází zlomek, jehož **zlomkovou čáru vytváří** zmiňovaná (úsečková) **hrana** těchto kvádrů. **V čitateli** je tedy napsáno **čtvercové** číslo pro konkrétní stupeň **N**, tedy N^2 (1²; 2²; 3²;...; N^2), **ve jmenovateli trojúhelníkové** číslo pro stupeň **N** v podobě: $N \cdot (N+1) / 2$ (1; 3; 6; ...), což odpovídá zápisu kombinačního čísla $\binom{N+1}{2}$. Tyto „**číselné zlomky**“ mají podobu: **1/1; 4/3; 3/2; 8/5; 5/3; 12/7 ...** **Z tohoto metaforického popisu** můžeme usoudit, že z kvádrů pojmenovaného jako „**pyramidion**“ (se zlomkem **1/1**) **vytékají po hraně** stupňovité pyramidy „coby láva“ **číselné zlomky**. Sestupem k základně jako by její pramen (značme **Q**) nabýval na síle. Zlomky mají následující obecnou podobu:

$$Q = 2N^2 / N(N+1) = 2N/N+1$$

Při detailnějším pohledu na tento číselný pramen **Q** můžeme pozorovat, že se vlastně jedná o dva různé zlomkové (číselné) pramínky, které se vzájemně proplétají. První, označme písmenem **A**, má podobu $A = (2N-1) / N$, a druhý, označme symbolicky **B**, má podobu $B = 4N / (2N+1)$. Jestliže nás bude zajímat kvalita těchto pramínků, pak je následující. $A = U/N$ a $B = E/U$, kde **U** je lichost a **E** sudost. Poeticky můžeme konstatovat, že tyto dva pramínky vytvářejí na stupňovité pyramidě nádherný **copánek z čísel: Q = A; B; A; B; A; B; ...**. Jejich číselné hodnoty se pohybují v intervalech: $2 > A \geq 1$ a $2 > B > 1$

Co k tomu dodat. Pro: $1 \leq N < \infty$ se **hodnoty zlomků Q** nalézají v jednotkovém intervalu ($1 \leq Q < 2$). Důležitou informací je skutečnost, že **každý zlomek se v číselném proudu objeví pouze jedenkrát**, takže **řada, ač nekonečná, je zcela originální (jedinečná)**.

Každý stupeň stupňovité pyramidy má N^2 kvádrů, kterým můžeme **přidělit vlastní jméno**. Nemusíme však hledat v kalendáři, protože by jména jednou stejně došla. Stačí, když jim v každé vrstvě (stupni, hladině) přidělíme přirozené (nebo jiné racionální) číslo. Nemusí to být pomocí losu, pokud se dohodneme, že tato **jména** (záznamy čísla) budou mít i **velikostní obsah** (mohutnost), nebo důležitost v takto vytvořeném souboru racionálních čísel. Budeme požadovat, aby členové této society (stupně) vytvořili **stabilní společenství**. Stabilita by se mohla měřit třeba **rovnováhou** mohutností **ve všech jejích směrech** (liniích). Takové stabilní **uspořádání** číselných bytostí **je ve světě číselném určitým ideálem**. Pořadové číslo stupně **N představuje počet lokalit** (objektů) v každé **linii**. **Za objekty linií** se mohou skrývat geometrické jevy, jako například **body** (těžiště), **plochy** (trojúhelníky, čtverce, šestiúhelníky či kruhy), **tělesa** (čtyřstěny, krychle, koule). **Uspořádání** kvalitativně shodných objektů představuje čtvercovou síť, v jejichž uzlových bodech se právě nachází tyto objekty. U skutečné pyramidy pak těžiště stavebních bloků (kvádrů). **Směry linií jsou čtyři**. Dva jsou rovnoběžné s vnější hranou stupně (hladiny), dva napříč z jednoho rohu (hrotu) do druhého, tedy úhlopříčně čtvercovému uspořádání.

Účastníkům prvních vrstev pyramidy můžeme kromě číselných jmen přidělit také jména antropoidní, tedy lidská podle biblického příběhu. První vrstvu (pozici, generaci) obsadil první z lidí, Adam. Není proč hledat rovnovážné uspořádání, jest jediný. Problém však už nastává v jeho rodině, druhé úrovni. Řekněme si, kdo ji tvoří: **Eva = 2** (manželka); **Kain = 3** (prvorozený); **Šét = 4** (dcera); **Abel = 5** (druhorozený syn). Jak asi chcete nastavit rovnováhu mezi členy Adamovi rodiny? Kdo s kým a proti komu? Kdo v ní bude jednička, kdo dvojka, kdo trojka a kdo čtyřka. Ženský, Eva a Šét, si počkají, jak se dohodnou hoši. Ale ti se nemohou dohodnout, poperou se, a starší zabije mladšího. Žádnou rovnováhu se na této úrovni (hladině) nepodaří nastolit. Poprvé se to podaří až na další úrovni, na třetím stupni. $N^2 = 3^2 = 9$. Toto pravidlo platí dodnes na úrovních mezilidských, na vztazích v kolektivu obecně. Zkušenosti i věda říkají, že minimální stabilní **kolektiv** musí mít osm až deset **členů, nejlépe devět**. Ten nejsilnější by měl být vedoucí a hájit všechny svoje zájmy i zájmy svých slabších kolegů.

Prvních pět přirozených jmen tvoří základ celé civilizační stavby, a proto se jimi dál nebudeme zabývat. Představují pět bodů tvořících kostru pyramidionu. Na dalších hladinách pyramidy můžeme modelovat rovnovážná uspořádání systémů. Egyptští velekněží se rozhodli na nich modelovat božskou rovnováhu vesmíru, což vyjádřili tím, že jednotlivým pohyblivým světelným objektům na obloze, kromě přidělení jmen božstev, přidělili jednu z prvních **rovnovážných** pyramidálních **hladin A**. Tu nejmenší (**A=3**) věnovali tomu nejvzdálenějšímu světlu (opticky nejmenšímu) - **Saturnu**. Poté následovaly (**A=4**) Juno (**Jupiter**), (**A=5**) Mart (**Mars**), (**A=6**) Helios (**Slunce**), (**A=7**) Venus (**Venuše**), (**A=8**) Pošták (**Merkur**) a (**A=9**) Luna (**Měsíc**). Nevěřte, že to popletli. To až v dalších stoletích, když zvítězil **Geocentrický kosmický systém**, tak ten to takhle zamotal. Původně na místě Slunce měli naši matku Gáiu (**Zemi**).

Ta skutečně tam podle dnešního pojetí sluneční soustavy patří, a víme proč. Její modré světlo lítá spolu s ostatními kolem Helia. Někdy trvá pravdě moc dlouho, než se prosadí. Teď máme na vybranou, zda dalším kvádrům stupňovité pyramidy dáme jméno (číslo) potomků Kaina (**3**) nebo Šét (**4**), nebo každou novou generaci začneme číslovat od jednotky. Kain měl mít prvorozeného syna Enocha (**6**), Šét měla mít syna Enóše (**7**). Mám takové podezření, že to byl jeden a ten samý hoch, potomek čísel (**3**) a (**4**), ale nebudu spekulovat. Potom by uprostřed třetí hladiny byl potomek s číslem (**10**), jméno si nepamatuji. Proto doporučuji zůstat u jmen ordinárních, přičemž při operacích s nimi (sčítání) pracujeme jako s čísly kardinálními. Přiznávejme jim zvykovou mohutnost záznamu.

Čtenářům pro srozumitelnost a přehlednost říkám, že pro danou hladinu **A** potřebujeme počet **A²** aritmetických záznamů. U třetí hladiny (**3² = 9**) vystačíme s číslicemi dekadického numeračního systému. U dalších hladin však už ne. Pro **A=4** potřebujeme **16** číslic (někdy přidáváme symboly A;B;C;D;E;F), ale pro **A=5** potřebujeme **25** symbolů číslic (záznamů), atd. Pro stupňovité pyramidu platí, že **A=N**, protože pracujeme pouze s přirozenými čísly, s kamennými kvádry. V budoucnu se pak může ukázat, že zákony a pravidla číselných záznamů ve čtvercových sítích, mohou mít mnohem širší uplatnění. Proto používám pro pochopení velikostí tabelárních záznamů písmeno **A**. Věřme, že **staří Egypťané kromě přirozených jiná čísla nepoužívali**, ať už nulu nebo záporná, případně zlomkové (racionální) záznamy čísel.

Je tu ještě jeden zádrhel. Použité záznamy mohutnosti kopírují „**Základní řadu čísel**“, začínající vždy symbolem pro jednotku a končící symbolem pro **A² = N²**. Hladiny lichého řádu **A = U** mají tzv. centrální (**středové**) číslo **S**. Jeho hodnota je zřejmá: **S = (A²+1) / 2**. Hladiny sudého řádu **A = E** mají střed (kříží se v něm pomyslné úhlopříčky) prázdný, takže středové číslo **S** nahrazuje okolní čtveřice záznamů. Přesto suma hodnot všech čísel v jedné linii **L** jest: **ΣL = A · S**. Suma všech hodnot v celé **hladině H** je potom:

$$\Sigma H = A \cdot \Sigma L = A^2 \cdot S = A^2 \cdot (A^2+1) / 2 = (A^4+A^2) / 2$$

Ze vztahu je zřejmé, že ať je **A** sudé nebo liché, potom v součtu obě mocniny dávají vždy sudé číslo, bezzbytku dělitelné dvěma. O pyramidálních řezech, nebo také jinak o **posvátných** (planetárních) **tabulkách**, jsem napsal mnoho pojednání. Lidstvo pronásledující už několik tisíciletí a vždycky fascinovaly lidi zajímavější se o tajemno, mystiku a magii. Židovská Kabala je přijala do svých knih, zlatníci je zhotovovali jako talismany, přívěsky na krk, tak jako například křížky, znamení zvěrokruhu, symboliku **TAO** a podobných artefaktů. Tyto však v sobě skrývají právě tu neobyčejnou, do všech světových stran se šířící rovnováhu a klid. Jejich sestavování patřilo k nejvyššímu vzdělání a kontaktu s božstvy. Nevím, zda Egypťané velebněji už znali **algoritmy jejich sestavování**, ale začátečníky zkoušející je sestavit dokázaly vždy řádně potrápiti.

Tabulky se středovým symbolem (záznamem čísla) **S** jsou nejjednodušší pro výstavbu (**A=U**). Tabulky s prázdným středem, tedy sudé, **A=E**, musíme rozdělit na „Masívně sudé“ (**A=4n=M**) a „Hybridně sudé“ (**A=4n+2=H**). Také na masívy existují poměrně srozumitelné algoritmy (rovnice) na jejich sestavení. Hybridy jsou však velký matematický oříšek. A první z nich je ta přiřazená původně Slunci, nyní už zase Zemi. **A=6**. Když víte, jaká že je suma všech jejích hodnot, potom už víte, proč tomu tak jest.

$$\Sigma_H = (A^4+A^2) / 2 = (6^4+6^2) / 2 = 1332 / 2 = 666$$

„**V Apokalypse svatého Jana**“ je takto zamaskován satan, ďábel či ničitel. Sestavování této tabulky vyžaduje pracovitost a trpělivost. Nejprve musíte zasadit, zalévat, pečovat a nechat vyrůst planou jabluňku se čtyřmi větvemi. Až vyroste, tak na tuto podnož potom roubovat ušlechtilou sadbu. Přirovnal bych to k biblickému stromu z **EDENU**, který je znám jako „**Strom poznání**“. Člověk by nevěřil, že něco takového je v matematice možné. Já jsem pro toto první **dokonalé** (ženské) číslo (**6**) zvolil soukromý název „**Panna**“. Satan svedl panenskou Evu, a už víte, jak to s ní a s Adamem dopadlo. **Šest**, „**dnů**“ Bůh tvořil tenhle Svět, a také **šestý den** stvořil první lidi. Osmý den je ale z **Ráje** (Edenu) **vyhostil**. Čtli toho moc vědět. A ten den se zrodil první jejich potomek, **polyedr** zvaný také **Pyramidion** (geometrický **Kain**).

Jenom ještě doplním. Objekty popsané jako planetární nebo posvátné tabulky jsou jen nepatrným výsekem z rovnovážných objektů. Nazývám je zkratkou **RAO** (**R**ovnovážné **A**ritmetické **O**bjekty). Je jich nekonečně mnoho z více pohledů na ně. Těch výše popisovaných, sestavených výhradně ze **Základní řady přirozených čísel** proto, že platí pro ně interval **N=A** (**3 ≤ N < ∞**). Další nekonečný počet vzniká tím, že mezi čísly jsou pravidelně vytvořeny větší než jednotkové rozestupy (jiné aritmetické řady než základní). Potom dále můžeme začít řady v záporné části reálné osy, a to nejen celých čísel, ale i čísel zlomkových. Lze například sestavit tabulku ze samých prvočísel, tedy výhradně lichých, případně sudých a podobně. To by se pan Cantor se svými nekonečnými množinami divil, kolik posvátných tabulek (**RAO**) může být. Ani zapsat to neumím (**∞ ∞**). To už není aktuální, protože se stejně před sto lety zbláznil.

Zajímavé na těchto záznamech (**RAO**) ještě je, že tatáž tabulka může mít mnoho tváří, daných počtem variací. Tak můžeme třeba pozorovat, jak Měsíční tabulka (**A=9**) „rotuje“, nebo je k nám přivrácenou či odvrácenou tváří. Jak Země dýchá, má srdeční tep. Známe je třeba pozorování slavného obrazu (mědirytiny) **Alberta Dürera** z roku **1514** s názvem „**Melancholia I**“ (melancholie), na němž je mimo jiné zobrazena Jupiterova tabulka (**A=4**), a tento letopočet je na jejím spodním řádku. Jsou to prostě neuvěřitelné matematické jevy.

Že **se proplétá geometrie s aritmetikou**, to už dobře víme ze studia pyramid. Stěny a vertikální řezy rovnoběžné s dvěma protilehlými hranami (a s tělesovou osou) mají trojúhelníkový tvar. Základna a s ní rovnoběžné řezy (kolmé na tělesovou výšku) mají čtvercový tvar. To platí nejen pro hladkou pyramidu, ale i pro těžištové konstrukce pyramid stupňovitých z kvádrů. Na hladkých pyramidách (geometrických) není tak srozumitelný pohled na objekty s ohledem na přirozené počty (rovnice), jako na pyramidách stupňovitých (aritmetických). Tak například, jak zjistíme vizuálně, kolik je v jedné hladině kvádrů, když vidíme jen ty vnější, ale vnitřní překryté vyšší vrstvou už nikoliv. Někdo řekne, no to je jasné! Je to **druhá mocnina počtu kvádrů v linii** na stěně. To je sice pravda, ale prstem na každý z nich neukážeme. A tady se mýlíme. Stačí si představit, že kolem sledované linie **N** (hrany – zvažované hladiny **H**) překloupíme na její boční stěně trojúhelníkovou síť o jednotku menší pyramidy (**N-1**), čímž získáme rovnoběžníkový čtyřúhelník. Možná čtverec, spíše ale kosočtverec, o hraně **N**. Platí i v geometrii, že čtverec i kosočtverec dostaneme součtem dvou trojúhelníků, s úhlopříčkou délky **N**. Zapišme symbolicky:

$$\Delta N + \Delta(N-1) = \square N$$

V aritmetice je trojúhelník dán kombinačním číslem. **První číslo čtvercové i trojúhelníkové (N=1)** jsou kombinačně zapsána (**N²**). Proto můžeme psát. Počet uzlů v hladině **H** že je součtem kombinačních čísel (**N²**) a (**N²**).

$$H = N^2 = (N^2)_1 + (N^2)_2 = ((N+1) \cdot N) / 2 + (N \cdot (N-1)) / 2 = (N^2 + N + N^2 - N) / 2 = N^2.$$

Už jen závěrem. Každou ze čtyř „trojúhelníkových“ stěn stupňovitých pyramid je možné využít **k záznamu koeficientů** rozvoje vztahů dvojice, tzv. **binomickému rozvoji**. Tento obrazec je v matematice nazýván „**Pascalovým trojúhelníkem**“. Celková součtová hodnota koeficientů **ΣC** (kombinačních čísel, jež představují počet variací – kvalit – na téže úrovni) v každé linii je: **ΣC = 2^{N-1}** (1;2;4;8;16; ..). Na liniích rovnoběžných s hranami pyramidy můžeme číst hodnotový průběh různých (například fyzikálních) funkcí, jako jsou přírůstky dráhy, rychlosti či zrychlení přímočarého pohybu, ba i potřebného zrychlení pro meziplanetární lety. Na víceúrovňové pyramidě lze na nejspodnější (základnové) linii pozorovat pravděpodobnostní funkci, „**Normální rozdělení jevů**“.

Jeden by neřekl, k čemu všemu se mohou stupňovité pyramidy hodit.

Odborné vzdělávání

Strojírenské materiály a technologie trochu jinak.

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

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

Rámcový program kurzu:

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

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

Přednášky budou doplněny odbornými texty.

Termín konání: září - říjen

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

Další podrobnosti o studiu na emailu: info@povrchari.cz

Ing. Jan Kudláček, Ph.D. - 605868932

Zájemci o toto studium se mohou přihlásit na mailové adrese.

Počet posluchačů ve skupině je maximálně 20.

POVLAKY Z PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ

ZAHÁJENÍ KURZŮ – dle počtu přihlášených

Kurz je určen pro pracovníky práškových lakoven, kteří si potřebují doplnit vzdělání v této technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům povrchových úprav a získat potřebné vědomosti o základních technologiích práškového lakování.

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků práškových lakoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu realizovaných povrchových úprav.

Postupně je probrána problematika této technologie v celém rozsahu teoretických i praktických požadavků a potřeb pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Základy koroze a protikorozi ochrany
- Předúpravy a čištění povrchů
- Práškové plasty (vlastnosti, volba, aplikace)
- Technologie práškového lakování
- Zařízení a vybavení práškových lakoven
- Kontrola kvality povlaků
- Bezpečnost práce v lakovnách
- Související procesy (zdroje vzduchu a jeho čištění, vytvrzovací pece, stříkácí pistole, roboty)
- Příčiny a odstranění vad v povlacích



Garant kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.
Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)

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

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

Odborné akce

25. konference Koroze a protikoroze ochrana materiálů

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

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

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

Zaměření konference:

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

Bližší informace: www.aki-koroze.cz/konference.php



18. MEZINÁRODNÍ
ODBORNÝ
SEMINÁŘ

PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV

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

Partner semináře:

BVV



Veletrhy
Brno

Mediální podpora:

Technický týdeník

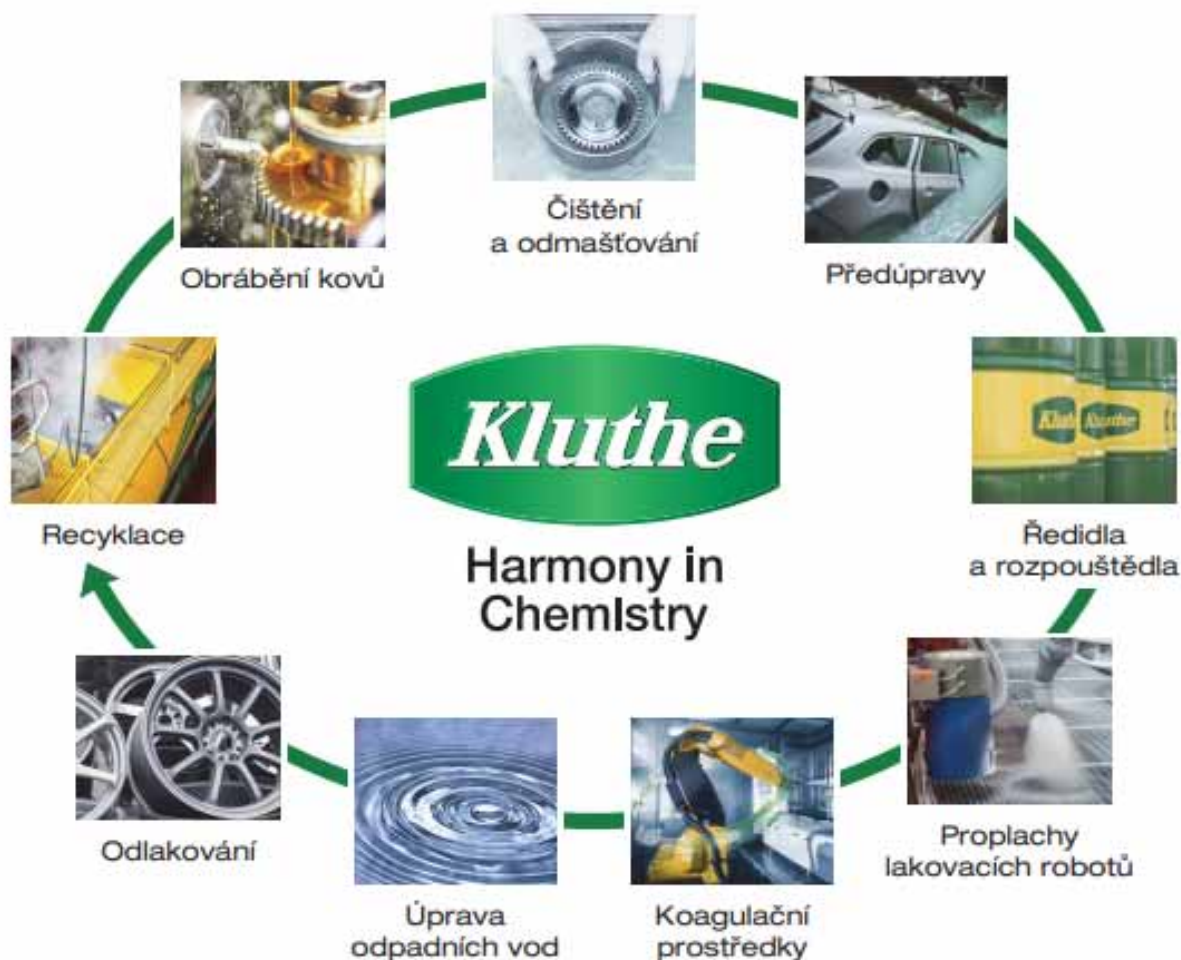
KONSTRUKCE



WWW.POVRCHARI.CZ

Reklamy

KOMPLEXNÍ CHEMIE PRO VÝROBU 360°



Kluthe CR, s.r.o.

Podkovářská 674/2

190 00 Praha 9

Česká republika

Tel.: +420 493571623

E-mail: kluthe@kluthe.cz

www.kluthe.cz



Kontakty:

Office: Vladimírská 2431, 440 01 Louny
tel. 725 118 975

Zkušební laboratoř: Poděbradská 358, 288 02 Nymburk
tel. 725 118 975, 605 151 799

E-mail: info@jstechnology.cz
jiri.simicek@gmail.com

ZKUŠEBNA POVRCHOVÝCH ÚPRAV

AKREDITOVANÁ ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ č. 1125

TESTOVÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT, NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ A POVRAKŮ, DOZOROVÁNÍ APLIKACÍ NÁTĚRŮ - HODNOCENÍ PŘÍPRAVY POVRCHŮ POD NÁTĚR - PORADENSTVÍ V OBORU POVRCHOVÝCH ÚPRAV, ZKOUŠKY SAMOLEPÍCÍCH FÓLIÍ PRO TECH. ZNAČENÍ

Nabízíme Vám dlouholeté zkušenosti odborníků na problematiku povrchových úprav železničních kolejových vozidel a obecně jakýchkoliv ocelových konstrukcí.

PROVEDEME PRO VÁS:

- akreditované zkoušky nátěrových hmot, tmelů, nátěrových systémů a povlaků včetně hodnocení degradace
 - korozní zkoušky (NSS, SO₂, KK)
 - urychlené povětrnostní testy (QUV)
 - cyklické zkoušky - UV záření/vlhko/sůl/mráz - např. dle EN ISO 12944-9, TKP19B-pro ŘSD, TKP25B-SŽDC, VDA testy,...
 - mechanické zkoušky (tvrdost, hloubení, ohyb, přilnavost,...)
 - fyzikálně technologické zkoušky (hustota, netěkavé látky, zasychání,...)
- neakreditované zkoušky podle požadavku a dohody se zákazníkem
- hodnocení přípravy povrchu pod nátěr
- zpracování a verifikace technologických postupů pro aplikace
- dozorování aplikací
- zastupování a technická pomoc při řešení reklamací
- zajištění potřebných atestů pro aplikace na ČD a ČD Cargo
- poradenství v oboru, technologické studie, hodnocení efektivity investic



www.jstechnology.cz

Těšíme se na spolupráci s Vámi!

KOMPLEXNÍ SLUŽBY PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY



POSKYTOVANÉ SLUŽBY

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

MATERIÁLY PPG

- katarforézní, mokré a práškové barvy
- pomocné materiály
- chemie pro předúpravu

MEGA a.s., Průmyslová 1415, 593 01 Bystřice nad Pernštejnem

dpu@mega.cz, tel.: 566 550 925, www.mega.cz

MEGA TEC

VÝROBCE A DODAVATEL PRO PRŮMYSLOVÉ POVRCHOVÉ ÚPRAVY



KATAFORÉZNÍ, PRÁŠKOVÉ A KLASICKÉ LAKOVNY

- kompletní nebo dílčí lakovací technologie
- technická a projekční dokumentace
- aplikační jednotky UF, RO, ED membránové separační technologie
- elektroforetické boxy (EFC) – vlastní výroby – kruhové, planární

OUTSOURCING SLUŽEB A MATERIÁLU PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

- technický a technologický servis zařízení lakoven
- pravidelná provozní a preventivní údržba
- technická pomoc při návrhu a optimalizaci
- membránové UF moduly
- pomocný materiál pro provoz

MEGA-TEC s.r.o., Průmyslová 1415, 593 01 Bystřice nad Pernštejnem

info@megatec.cz, tel., fax: 566 551 926, www.megatec.cz



S.A.F. Praha spol. s r.o.

Výrobce a dodavatel zařízení pro povrchové úpravy

Vybíralova 975/3, 198 00 Praha 9 (sídlo)

Přišimasy 38, 282 01 Český Brod (pracoviště)

Tel.: +420 321 672 815

Email: info@saf.cz

- Tlakovzdušné tryskací komory
- Pneumatické tryskací boxy
- Automatické tryskací stroje s metacimi koly
- Odlučovače prachu
- Metalizační pracoviště
- Lakovací a odmašťovací kabiny
- Zavážecí vozy
- Příslušenství



www.saf.cz



**Materiály pro strojírenství
včetně speciálních materiálů
na bázi olova, antimonu a cínu**



email: z.jonak@volny.cz

hotline: +420 733 134 584

Materiály pro strojírenství

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

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

Povrcháři ISSN 1802-9833

Šéfredaktor

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

Redakce

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

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

Kontaktní adresa

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: info@povrchari.cz

tel: 605868932

Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Redakční rada

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

prof. Ing. Andrea Kalendová, Univerzita Pardubice

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

doc. Ing. Václav Machek

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

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

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

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

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

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