

Povrcháři

3. číslo Říjen 2021

**POZVÁNKA NA 17. MEZINÁRODNÍ ODBORNÝ SEMINÁŘ
„PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV“
- MYSLIVNA 2021**

**ČIŠTĚNÍ V PRŮMYSLU
A STAVEBNICTVÍ**

**STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
A MATERIÁLY TROCHU JINAK**

**NÁTĚROVÉ HMOTY S OBSAHEM ZINKU
A PARAMETRY ZINKOVÉHO PRACHU
JAKO PIGMENTU PRO EFEKTIVNÍ
PROTIKOROZNÍ OCHRANU – ČÁST 1.**

**PLASMA COATING JAKO BUDOUCNOST
POVRCHOVÝCH ÚPRAV**

**PREVENCE KOROZNÍHO PRASKÁNÍ
NAPĚTÍM LEPENÝCH SPOJŮ
POLYMERNÍCH MATERIÁLŮ**

**OPTIMALIZACE PROCESU DOKONČOVACÍCH
OPERACÍ S NOVÝMI PLASTOVÝMI OMÍLACÍMI
TĚLÍSKY SE SNÍŽENOU PĚNIVOSTÍ**

KDO JE ROZSOUDÍ V.

Slovo úvodem

Vážení přátelé, povrcháři a strojaři.

Psát emaily i úvodníky je pro jejich autory prací veskrze radostnou, pokud se s těmi, kterým jsou určeny, setkáváme rádi. Úvodníky našeho on-line Povrcháře i celé každé nové číslo, je vlastně hromadným a radostným emailem na více jak 2000 adres povrchářů, kteří si jej objednali a který nás v oboru kamarádsky spojuje, i když se přímo nevidíme. Nevidíme, ale víme o sobě.

Povrchář je místo k občasné vzájemné rozmluvě skrze Vaše příspěvky, které mají za cíl posunout společnou úroveň vědomostí a zkušeností, abychom i do budoucích dnů uměli vždy zvládat kupu požadavků konstruktérů i technologů – prostě strojařů, chemiků a celé řady dalších, a to včetně těch z vrcholových funkcí. Jak jsme již několikrát, ve shodě s Vašimi názory, konstatovali, chtělo by to se posunout o krok výš, což ale bez potřebných financí zatím nejde.

Vycházíme již více jak deset let a všechny odborné články si můžete kdykoliv vyhledat na adrese www.povrchari.cz, když potřebujete „zlektorovanou“, tedy prověřenou informaci, jméno autora a odborníka v dané oblasti nebo si alespoň prolístovate doporučený článek či knihu a být tak blíží pravdě. To vše bylo zatím na základě dobrovolné práce několika nadšenců, především kantorů, kteří ze svého pracoviště postupně odešli, nebo se k tomu chystají. Je před námi všemi proto velmi aktuální otázka: JAK DÁL? Vydávat POVRCHÁŘE jen občas (2 až 3krát ročně) zdarma, nebo pravidelně (6 až 8krát ročně) za roční předplatné (1 až 2 tisíce korun), ze kterého by se platily nezbytné náklady i potřebná pracovní síla v mini redakci? Ještě je jedno řešení: Najít „sponzora“, který by to naše povídání podporoval.

Pokud si umíme poradit s povrchem, aby se neopotřeboval ani nezkorodoval, měli bychom si pomoci i nyní s našim Povrchářem, aby nám všem sloužil i nadále.

Dlouho jsme tuto skutečnost a sdělení odkládali, ale někdy přijde ta chvíle, kdy je třeba se zamyslet a podívat se pod povrch věcí i problémů a poradit se, jak si poradit. Především i z důvodů vlastní předpovědi na zítřka.

Informací máme v dnešní době k dispozici obrovské množství. Až nás někdy omezují na cestě k tomu, na co hledáme odpověď. Konference o ničem, respektive o vložném, až po doporučení médií a smějících se odborníků, aktuálně i z billboardů u silnic se zaručenými pravdami a doporučeními pro tu nejlepší volbu.

O nalezení té skutečné potřebné pravdy a informací pro naši profesi, a především pro naše životy, se musíme starat každý sám. Zkušenostmi i hledáním nových informací. A nejen o technologiích a materiálech!

Aktuálně k dění v našem bezprostředním okolí, tedy ve společnosti, si dovoluujeme upozornit na knihu sociologa Davida Prokopa „Slepé skvrny“, která vyšla již ve druhém rozšířeném vydání v nakladatelství „Host“.

Tato úspěšná sonda do naší společnosti je hned v záhlaví charakterizována takto: „Témata, která ovlivňují kvalitu života v Česku, a tím i důvěru v demokracii, jako by zůstávala v našich slepých skvrnách. Zvláště v době, kdy jsou politické kampaně postaveny spíše na emocích než na faktech, médii se šíří dezinformace a společnost namísto problémů, jako je budoucnost práce či podoba vzdělávání, řeší bulvární kauzy svých představitelů“. „Neřešená chudoba a exekuce, nerovné vzdělávání a omezené životní šance, nárůst populismu a neschopnost na něj reagovat, mýty o veřejném mínění zastiňující realitu – to vše souvisí s klesající důvěrou Čechů v demokracii a s její životaschopností ve stále složitější realitě“.

Aktuálně o dění v našem profesním povrchářském okolí, si dovoluujeme upozornit dnešními články a Vašimi příspěvky i pozváním na tradiční každoroční setkání povrchářů na Myslivně v Brně, na které se všichni opravdu asi moc těšíme, neboť počet přihlášených ihned po zveřejnění pozvánky a přihlášky překonal naše očekávání.

Držme si palce, aby to tentokrát vyšlo a mohli jsme si společné setkání opravdu užít a konečně se i vidět.

S přátelským povrchářským přáním všeho dobrého.

Vaši



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Pozvánka na 17. Mezinárodní odborný seminář „Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav“ – MYSLIVNA 2021

Centrum pro povrchové úpravy zve všechny zájemce z technické veřejnosti na odborný seminář pod názvem Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav v hotelu Myslivna v Brně.

Tradičně se na něm setkávají strojaři a povrcháři z Čech, Moravy, Slezska, Slovenska a okolí. Letos již po sedmnácté, ve dnech **24. a 25. 11. 2021.**

Spolu s Vámi, chceme pokračovat v tradici této povrchářské akce, kdy všichni z přítomných jsou aktivními účastníky, kteří se pravidelně schází, aby si vyměnili to nejcennější – technické myšlenky a informace. Vaši účast je možno podpořit odborným příspěvkem, prezentací nebo inzercí v tištěném sborníku, vystavením a předvedením svých výrobků u svých firemních stolků nebo zapojením se do diskuse k jednotlivým předneseným tématům.

Těšíme se všichni, že i letos najdeme prostor a čas pro tolik potřebná mimopracovní setkávání a rozhovory ve společenské části semináře.

Věříme, že tak jako minulá setkání, napomůže i to letošní k dalšímu rozvoji vzdělávání a spolkové činnosti povrchářské obce.

Jestliže přijmete naše pozvání k účasti, budeme se těšit na Vaši aktivní účast, a především na další setkání s Vámi se všemi na 17. ročníku setkání povrchářů na Myslivně.

Přihlášení je již možné na:

www.povrchari.cz



Strojírenské technologie a materiály trochu jinak

doc. Ing. Václav Machek, CSc – Nižbor

Následující moje úvaha o vztahu technologie k materiálu, a naopak je dána současným stavem v mnoha průmyslových podnicích a způsobem výuky na technických školách tak, jak jsem jej zažil a vidím já. Nebude asi se mnou každý souhlasit, což bych přivítal, když se ukáže, že na daném pracovišti, podniku nebo škole následující řádky textu neplatí.

Na samém začátku bych si rád zodpověděl otázku: Jaký je vztah mezi technologem a odborníkem na materiál? Může dobře pracovat technolog bez znalosti materiálu výrobku, pro který stanovuje výrobní postup? Asi těžko. Může odborník na materiál dobře popsat daný materiál, aniž by potřeboval znát technologický postup, kterým materiál prošel? Někdy možná ano, ale většinou ne. A jak do tohoto vztahu zapadá konstruktér, jehož schválená výkresová dokumentace je pro výrobce zákonem?

Na každém výkresu je materiál stanoven, kým jiným než konstruktérem. Ten sice určuje, z čeho se daný výrobek bude vyrábět, případně uvede konečné tepelné zpracování, už ale neurčuje, jak se tento výrobek bude vyrábět.

Jaká je ale skutečnost? Není žádným tajemstvím, že i velmi úspěšní konstruktéři nejsou vždy velkými znalci materiálů, ani výrobních technologií. Přitom je jenom na nich, jaký materiál se pro daný výrobek použije. Samozřejmě se předpokládá, že vhodný technologický postup výroby už najdou technologové.

Při tomto rozhodování, jaký materiál bude na daný výrobek určen, bude mít ještě nezanedbatelný vliv ekonom, jehož úkolem je snaha použít materiál co nejlevnější. Pokud se všichni tito jednotliví pracovníci spolu dohodnou o konečné alternativě, bývá obvykle všechno v pořádku. To ale nebývá často, řekl bych, že je to spíše výjimečné. Konstruktér navrhne bez konzultace s technologem materiál, o kterém je přesvědčen, že je po všech stránkách nejvýhodnější, protože nemá širší znalosti o dalších materiálových možnostech. Tím svazuje technologovi ruce vložit do projektu svoje zkušenosti s možnými technologickými operacemi a také své zkušenosti se zpracováním obdobných materiálů. A to pokračuje i na ekonomickém úseku, jehož částí bývá i zásobovací oddělení objednávací požadovaný materiál. Zde se nejprve zjišťuje, jestli se vůbec daný materiál v daném sortimentu vyrábí a rozhoduje se, od kterého dodavatele se tento materiál koupí. A protože u materiálů je normované chemické složení dáno v poměrně širokém rozmezí, jsou možnosti objednat požadovaný materiál v různé kvalitě, což většinou souvisí i s jeho cenou. A je samozřejmé, že zásobovač i ekonom sáhnou po materiálu nejlacinějším, který sice stále ještě splňuje normované parametry, ale když takový materiál přijde na zpracování, stává se, že pro daný výrobní postup je nevhodný. Pokud ale splňuje normované parametry, není ani možnost jeho reklamace a materiál se ukládá do skladu pro daný účel jako nezpracovatelný. A začne se hledat viník, který většinou není nalezen, protože všichni pracovali v rámci svých možností dobře. Viníkem je zde především systém nespolupráce a omezení se u jednotlivých pracovníků pouze jen na svoji profesi.

To vše, co bylo dosud uvedeno platí, ale jen za předpokladu, že se nestala žádná profesní chyba. Ta se většinou stává už na počátku celého projektu. Ale co kdyby si konstruktér přeci jenom domluvil konzultaci s technologem o výběru materiálu pro plánovaný výrobek? Bude pak na technologovi, aby pomohl k rozhodnutí o tomto materiálu. A zde je důležité, aby technolog měl znalosti nejen technologických postupů, ale i znalosti materiálové. A musím připustit, že tady je veliký problém, neboť materiálová znalost štábních i provozních technických pracovníků je podle mých zkušeností vysloveně nízká, což je dáno i tím, že nikdo z jejich nadřazených pracovníků si to neuvědomuje a nenutí je si materiálovou povědomost zvyšovat.

Lepší případ nastane, když si tento stav vedení podniku uvědomuje a snaží se zainteresovaným pracovníkům zajistit různými školeními a kurzy zvýšení jejich povědomí o materiálech alespoň v rozsahu, který je potřebný pro jejich každodenní činnost. Je pak jen na konkrétních pracovnících, jestli těchto možností využijí.

V horším případě tyto možnosti vedení podniku svým pracovníkům neumožní a bude jen na nich samotných, zda si potřebné znalosti doplní samostudiem nebo budou pracovat s těmi znalostmi, které jim zůstaly z dob školní docházky, nebo které získali sami dlouholetou praxí či způsobem pokus – omyl. Takovýto systém práce si ale může dovolit pouze kvalifikovaný pracovník, který ověřuje dosud nevyzkoušenou technologii a materiál.

Co z toho vyplývá? Technolog bez znalosti materiálu výrobku nemůže napsat dobrý výrobní postup, materialista bez znalosti výrobního postupu bude mít ztíženou situaci s detailním popsáním daného materiálu i stanovením případných materiálových vad.

A aby toho nebylo málo, je skutečností, že již delší dobu odcházejí z podniku odborníci buď do jiného podniku, nebo do důchodu a odnášejí si s sebou dlouholeté zkušenosti, které nestačili předat svým následovníkům, protože podniková strategie na toto úplně zapoměla. A pak se běžně stává, že se vymýšlí to, co již dávno bylo vymyšleno, pouze už si to nikdo nepamatuje. A setkal jsem se i s případy, kdy se vyřešený problém objevil po letech jako nově vyřešený pracovníkem, který si naopak pamatoval správné řešení a také správně odhadl, že si to na to už nikdo nebude pamatovat. Včasným nepředáváním zkušeností proto vznikají obrovské ztráty, které lze velice dobře vyjádřit i ekonomicky, ale vedení podniků si těchto ztrát vůbec neuvědomuje.

Na nízkém stavu odborných znalostí se podílí bohužel primárně školní výuka, která není vždy vedená k praktickému využívání získaných teoretických základů materiálů. Je to dáno způsobem výuky těch učitelů, kteří mají sice často značné teoretické znalosti, ale protože nikdy nepracovali v provozních podmínkách, neví, které z těchto znalostí jsou pro praxi důležité a vyučují to, co sami znají nejlépe. Je sice pravda, že každá znalost je pro poznání dané problematiky dobrá, ale počet výukových hodin je dán osnovami daného předmětu, ať se již jedná o výuku materiálu, technologie nebo čehokoliv jiného. A proto je nutno z dané problematiky vybrat, co je pro daný obor nejdůležitější pro využití v budoucím povolání posluchačů. Proto budou poněkud jiné požadavky pro posluchače, kteří odcházejí do podnikové sféry a kterých je převážná většina a jiné pro posluchače, kteří jsou připravováni na vědeckou dráhu, což by se mělo promítnout už v osnovách daného předmětu.

Do osnov ale není možné dát podrobný návod, jak a co přednostně učit. Proto by už při výběru učitelů daného předmětu mělo být bráno v úvahu, zda tito učitelé znají prostředí, do něhož svoje posluchače připravují. To ale předpokládá, že sami tímto prostředím prošli a seznámili se s ním. Pak by nejlépe věděli, co ze svých, jak jsem již zmínil, mnohdy značných teoretických znalostí, je potřebné v čase daném na výuku naučit. Jestliže přednášející chce během svých přednášek nebo praktických cvičení sdělit posluchačům něco tzv. navíc, což bývá mnohdy i zajímavé, je to jistě vítané, ale nesmí to být na úkor výuky. Stal se mi případ, kdy jsem shodou okolností zaskakoval u semestrální zkoušky z materiálové problematiky za svého kolegu, který přednášel nauku o materiálu, ale současně je jeho koníčkem umění. Protože jsem věděl o této jeho zálibě. Záměrně jsem dal každému posluchači z nauky o materiálu na úvod zkoušky dvě otázky: První byla, kdo je autorem sochy svatého Václava na Václavském náměstí v Praze a druhá otázka byla, co je to ocel. 80 % posluchačů vědělo, že autorem sochy byl Myslbek, ale jen 20 % posluchačů dokázalo bez chyby definovat ocel. Jaké znalosti materiálové problematiky si tito posluchači z vysoké školy odnesou?

Održenost vyučujících od praktických využití charakterizuje pro mne i taková maličkost, kdy se mě uznávaný a dlouhodobě přednášející materiálové problematiky dotazoval, jak bych zakalil špiči krumpáče, na což se ho prý zeptal jeho posluchač. Podivil se, že jsem mu to obratem sdělil a já se nemohl pochopit, že když ve svých přednáškách vysvětluje kalení a popuštění, že to neurčí sám. On mi ale vysvětloval, že mu prý posluchač nesdělil podrobnosti, o jakou ocel se jedná a jakou má hmotnost, aby mohl určit dobu náběhu na teplotu, dobu výdrže a teploty a doby popuštění. Pak se mohu jen pomyslet, k čemu pak taková výuka je a jak bude budoucí absolvent vypadat, až nastoupí do praxe a bude muset řešit daleko složitější problémy.

A nejde jen o vlastní materiál. Je možná pro někoho neuvěřitelné, že absolventi technických středních, a to i vysokých škol mají problémy i ve znalostech mechanických zkoušek, zejména jejich konkrétního provádění. Myslím tím konkrétně tahové zkoušky, zkoušky tvrdosti i zkoušky dynamické. Není v podnicích ani výjimkou obecná neznalost správného značení některých mechanických parametrů a tvrdostí podle už dlouhodobě platných evropských norem, nebo jaký je převod parametrů podle dřívějších značení na současné podle ČSN EN, což někdy dělá potíže i vysokoškolákům. A proto je nutné natvrdo říci, že je to chyba především škol, kdy sami vyučující tyto jednoduchá značení neznají, nebo jejich neznalost u posluchačů tolerují. Jako příklad bych chtěl uvést porovnávání vůči sobě tažnosti značené A, A₅, A₅₀, A_{50 mm}, A_g, A_h, A₁₀, A_{11,3} nebo správné značení tvrdosti podle Brinella nebo Rockwella s kuličkovým indentorem, případně rozdělení tvrdostí podle Vickerse. A to už vůbec nechci uvažovat o znalosti významu a použití velikosti plastické a plošné anizotropie nebo exponentu zpevnění, které se v provozních podmínkách vyskytují, a které mi chybně vyhodnotila i certifikovaná laboratoř.

Někdo by mohl namítnout, že uvedené příklady jsou možná výjimkou, s kterou jsem se ale mnohokrát setkal jen já, ale podle informací mých známých pracovníků z jiných podniků, to zas tak častá výjimka není, a proto jsou hodnoceny znalosti technologií a zejména materiálů do praxe nastupujících absolventů středních průmyslových i vysokých technických škol často jako nedostatečné. Je pak už pouze na jednotlivcích, jestli potřebné znalosti doženou.

Uvědomuji si, že jsem píchnul do vosího hnízda, ale ta žihadla by se dala vydržet, pokud by také zasáhla ty, kteří by mohli na tomto stavu něco změnit. V současné době jsem ale v tomto ohledu pesimista, který nemá možnosti daný stav změnit, možná jen na něj upozornit.

A co vy, kterých se tato problematika týká, jaké jsou vaše zkušenosti?

(Zkušenosti možno zasílat na info@povrchari.cz)

PS:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. k příspěvku doc. Ing. Václava Macheka, CSc.

Děkuji na tomto místě panu docentovi Machkovi za článek k problematice nebezpečí technologického zaostávání v našich tradičně vyspělých průmyslových zemích, o jehož názor jsem jej jménem redakce Povrcháře požádal.

Pan doc. Ing. Václav Machek, CSc. se celoživotně úspěšně a nepřetržitě pohybuje v průmyslové sféře v řadě technických a manažerských funkcích. Docentský titul mu byl udělen za dlouhodobé souběžné působení na řadě technických vysokých škol. Na základě hlubokých teoretických a praktických znalostí, především v oblasti metalurgie a strojírenských technologií, je uznávanou kapacitou v celé technické veřejnosti

Požádal jsem jej proto zároveň i o spolupráci při řešení naznačených problémů formou rychlého doplnění potřebných vědomostí pro zájemce z praxe i čerstvé absolventy škol.

Společně s širším kolektivem odborníků z blízkého oboru protikorozních ochrany a povrchových úprav materiálů jsme před časem založili vzdělávání pod pracovním souhrnným názvem Povrchové úpravy ve strojírenství a též certifikovanou výuku pro tento obor s názvem Korozní inženýr pro pracovníky z praxe (absolventy středních a vysokých škol). Každoroční plné naplnění těchto seminářů a kurzů potvrzuje potřebu a smysluplnost způsobů rychlého obnovování vědomostí ve smyslu být technicky i technologicky mezi těmi lepšími.

Na základě požadavků a podnětů z praxe jsme proto intenzivně zahájili přípravy i pro brzké uskutečnění výuky formou intenzivních kurzů v oboru strojírenských materiálů a technologií s obsahem dle požadavků firem a technické veřejnosti s předpokládaným zahájením ještě v závěru tohoto roku. Osnova i podrobnosti o tomto studiu jsou uvedeny v samostatném příspěvku a budou posupně na webu: **Povrchari.cz**. Případné náměty a zájem o toto studium směřujte na: info@povrchari.cz

Děkuji panu docentovi Machkovi za píchnutí do našeho konání, či spíše nekonání a děkuji zároveň všem, kteří se aktivně přidávají k této výzvě navázat na tradiční i současnou vysokou úroveň našeho strojírenství vytvořením kolektivu přednášejících a posluchačů připravovaného kurzu "**Technologie a materiály trochu jinak**", který chce přispět a pomáhat k řešení aktuálních potřeb strojírenské praxe i problémů uvedených v tomto příspěvku.

Čištění v průmyslu a stavebnictví

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

V procesech čištění povrchů v průmyslu a stavebnictví je velmi důležité vědět „JAK „. Jak vyčistit a nepoškodit, jak vyčistit těžko odstranitelné kontaminace povrchů a jakou optimální technologii zvolit? Rozhodování a volba je vždy snadnější, máme-li dostatek informací a zkušeností. Nejen těch svých, ale i od profesních kolegů. Tak lze snadněji a rychle dospět k optimálním výsledkům s nižšími náklady a únosnými riziky řešení daného úkolu či zakázky.

I v procesech čištění existuje mnoho způsobů a chytrých řešení. Teprve však jejich vhodnou volbou a kombinací mají ten potřebný význam a efekt.

Universální ani ideální způsob čištění a úprav povrchů neznáme. Zaváděním nekonvenčních metod a způsobů čištění pomocí nových technických zařízení a chemických prostředků můžeme však splnit i ty nejnáročnější požadavky průmyslu, energetiky a stavebnictví, a to nejen při realizaci nových staveb, ale též i při jejich údržbě a rekonstrukcích.

Na základě úspěšného výzkumu a vývoje jsou dnes k dispozici nové netradiční čistící technologie, respektive ty již známé, ale s novými parametry a možnostmi. Lze tak příkladně čistit povrchy a zařízení s tlakem vody až 4 500 barů, při velmi malé spotřebě vody, a tak realizovat bezemisní čištění a selektivní odstraňování nátěrů, provádět údržbu betonu a odstraňovat okuje a korozní vrstvy, a to i z tenkých materiálů. Tyto technologie nachází úspěšné aplikace při čištění průmyslových podlah, tepelných výměníků, renovaci mostů a kanalizace, či při demontáži ocelových a stavebních konstrukcí.

Samostatnou a důležitou problematikou je čištění vnitřních nepřístupných povrchů. S rozvojem nových chemických čistících prostředků tak lze zcela bezpečně a bez demontáže provádět kvalitní údržbu vnitřních povrchů průmyslových a energetických chladících i otopných systémů odstraněním korozních vrstev a úsad minerálních látek, a to i u zařízení a systémů vyrobených z rozdílných konstrukčních materiálů.

Je tak možné provádět i vyčištění tepelných zdrojů a otopných systémů budov a domů během několika hodin bez demontáže a vstupu do bytů. Především u starších budov přináší vyčištění vnitřních povrchů otopných systémů prokazatelné úspory vynakládané na vytápění.

Nejde o to jak se která firma, či technologie jmenuje, ale především co přináší. A protože platí, že je dobré nejen slyšet ale také vidět, připravili pořadatelé tentokrát odborný seminář i s praktickými ukázkami čištění a kontroly povrchů.

Vzhledem k technicky i společensky důležité problematice, uskuteční se tato odborná akce pořádaná ČVUT v Praze s technickou pomocí předních odborných firem a s mediální podporou Technického týdeníku.

Pokud přijmete pozvání pořadatelů, věříme, že čas věnovaný tomuto odbornému setkání bude Vaší dobrou investicí. Podrobnosti a přihláška na tuto akci jsou na [www: povrchari.cz](http://www.povrchari.cz).



CTIV – Centrum technologických informací a vzdělávání při Ústavu strojírenské technologie,
Fakulty strojní ČVUT v Praze

společně s firmou

KÄRCHER

připravili na základě aktuálních potřeb technické veřejnosti

ODBORNÝ SEMINÁŘ s praktickými ukázkami ČIŠTĚNÍ V PRŮMYSLU A STAVEBNICTVÍ

Záměrem této odborné akce je seznámit konstruktéry, projektanty, technology a další technickou veřejnost s bezpečnými, šetrnými a rychlými způsoby čištění povrchů.

Termín 12.10.2021 od 10:00 hodin v Mochově u Prahy – Hotel Bouček

Z připravovaného programu, který bude následně upřesněn:

- Čištění vysokotlakou technikou
- Robotické čištění potrubí
- Čištění nepřístupných povrchů
- Příspěvky z pléna
- Prezentace a využití robotů
- Praktické ukázky čištění
- Zodpovězení dotazů z praxe

Vzhledem k velkému zájmu o tuto problematiku si dovoluujeme požádat všechny zájemce o včasné přihlášení. Případné dotazy k programu na telefonu organizátorů.

Vložné semináře činí 500,- Kč bez DPH (605,- Kč včetně DPH) za posluchače a zahrnuje náklady na organizační výdaje a občerstvení. [Přihláška na www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz).

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

ODBORNÝ GARANT

Viktor.Kreibich@fs.cvut.cz

+420 602 341 597

Ing. Jiří Kuchař, Ph.D., IWE

ORGANIZAČNÍ GARANT

Jiri.Kuchar@fs.cvut.cz

+420 720 108 375

Mediální podpora:



Technický týdeník

Mochov 10 km východně od Prahy. Hotel Bouček Čelákovická 11. Předpokládaný konec ve 14:00.

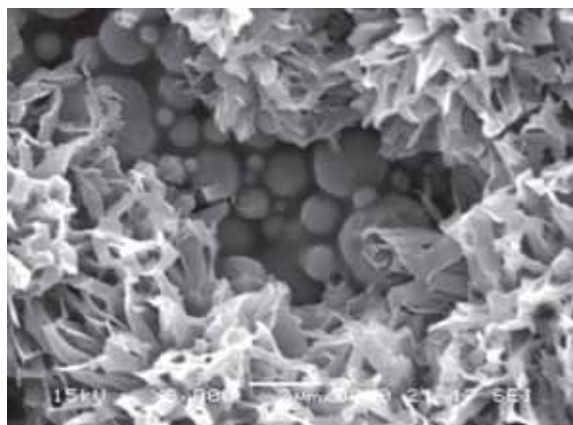
Nátěrové hmoty s obsahem zinku a parametry zinkového prachu jako pigmentu pro efektivní protikorozi ochranu – část 1.

prof. Ing. Andréa Kalendová, Dr., Ing. Miroslav Kohl, Ph.D. – Univerzita Pardubice

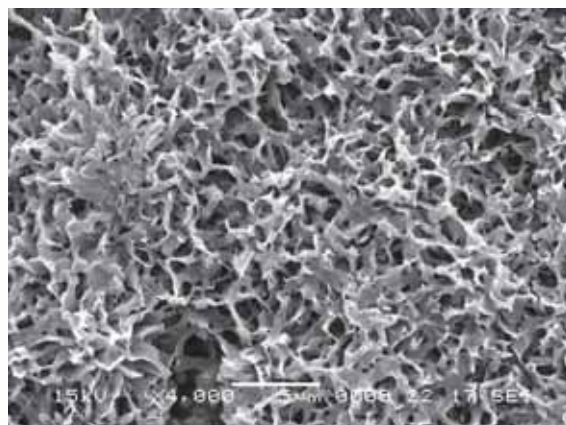
1. Úvod

Vlastnosti částic kovového zinku jsou v antikorozi nátěrových hmotách využívány již desítky let. Použití zinku v nátěrových hmotách je datováno rokem 1840, kdy se nátěrové hmoty obsahující zinek aplikovaly především kvůli jeho schopnosti zakrýt podklad. V současné době je práškový zinek k dispozici ve formě sférických nebo lamelárních částic. Jelikož kovový práškový zinek (Zn) vykazuje výhodné elektrochemické reakce ve styku s povrchem kovového (Fe) obsahujícího materiálu, je často používán jako antikorozi pigment pro nátěrové hmoty v oblasti protikorozi ochrany. Mechanismus působení zinku je odpradána vysvětlován na základě elektrochemické teorie jako katodická ochrana kovových materiálů s obsahem Fe. Zjednodušeně uvedeno: kovový zinek v nátěrovém filmu reaguje s kyslíkem, vodou (vodní párou) a oxidem uhličitým obsaženými v okolní atmosféře, následkem čehož vznikají oxidační korozi produkty zinku – oxid zinečnatý, hydroxid zinečnatý či uhličitán zinečnatý. Formy a složení korozi produktů závisí značně na látkách sorbovaných a difundujících nátěrem a charakteru okolní atmosféry. Tyto reakční produkty jsou naštěstí schopny „utěsnit a vyplnit“ původní póry v nátěru (Obr. 1). Vzniká kompaktní bariérová vrstva s poměrně dobrou adhezí a se schopností neškodit podkladovému materiálu. Jedná se o určitou aktivní ochranu, protože při mechanickém poškození filmu se obnovuje funkce katodické ochrany podkladu. Rovněž ZnO i Zn(OH)₂ vykazují určité antikorozi vlastnosti. Ochrana kovů před korozi tímto mechanismem je v průmyslové praxi zatím omezena na použití nátěrových hmot s částicemi kovového práškového zinku.

Nátěry obsahující částice práškového zinku, které v případě, že se jejich množství pohybuje těsně kolem hodnoty kritické objemové koncentrace KOKP, nastartují svoji ochrannou funkci elektrochemickou reakcí v katodické oblasti povrchu. Vysoká koncentrace Zn jako pigmentu je nutná pro zajištění vzájemných kontaktů jak mezi samotnými sousedními částicemi Zn, tak mezi částicemi tohoto pigmentu a chráněným povrchem Fe – podkladu. Tento nátěrový film je značně porézní, což je výhodné pro jeho následnou schopnost adsorbovat pronikající vodné roztoky látek, které způsobují, resp. zajišťují reakce s částicemi zinku.



a) Zvětšení 8000x



b) Zvětšení 4000x

Obr. 1: Korozi změny na povrchu zinkem pigmentovaného nátěru (sférický zinek) po expozici v prostředí s obsahem kondenzované vlhkosti.

2. Povrchová ochrana kovů antikorozi nátěrovými hmotami, základní pojmy a vymezení

Jedním z rozšířených způsobů protikorozi ochrany je použití organických povlaků vzniklých

po aplikaci nátěrových hmot na povrch chráněného materiálu. Nátěrová hmota jako prostředek antikorozi ochrany může plnit svou funkci těmito základními způsoby, popř. jejich kombinací: bariérovým efektem nepigmentovaného filmu, použitím pigmentů s bariérovým efektem, použitím inhibičních látek (pigmentů) v nátěrových hmotách, aplikací chemicky odolných pojiv ve formulaci, použitím tzv. "obětních" pigmentů. Mezi tzv. obětní (nebo obětovatelné) pigmenty při aplikaci na povrch materiálů s obsahem Fe lze zařadit zinek, ale i hořčík a další vhodné kovové prášky.

Co se týče chemické odolnosti pojiv, jedná se o důležitý faktor ochrany kovů proti korozi, neboť nekorozi jen kovy, ale degradují i polymery – dochází k chemické korozi. Chemickou odolnost organických povlaků lze definovat jako fyzikálně-chemické interakce mezi filmotvornými složkami povlaku a okolním prostředím, které (ne)vedou ke změnám vlastností povlaků. Při interakcích složek prostředí s pojivem nastává:

- transport média k povrchu polymeru a sorpce média na povrchu polymeru,
- difúze média do polymeru mechanismem aktivované nebo neaktivované difúze,
- fyzikální, chemická nebo fyzikálně chemická interakce média s polymerem,
- difúze reakčních zplodin na povrch polymeru a difúze zplodin z povrchu, polymeru do okolního prostředí.

Při interakci média s polymerem nemusí vždy dojít k chemické reakci. Pokud dojde k fyzikální interakci, dojde ke změnám vlastností polymeru, ale tyto změny jsou reverzibilní. Typickým příkladem je bobtnání polymeru, jehož intenzita závisí na rozdílu parametrů rozpustnosti média a polymeru. Parametr rozpustnosti je funkcí hustoty kohezní energie, která udává množství energie potřebné na oddálení dvou molekul do takové vzdálenosti, aby zanikla jejich vzájemná interakce. Platí, že čím bližší jsou si hodnoty parametru rozpustnosti nebo hustoty kohezní energie média a polymeru, tím je bobtnání intenzivnější. Důsledkem bobtnání, což je částečné rozpouštění polymeru, je snížení pevnosti vazeb mezi polymerními řetězci. Konečným důsledkem je snížení hodnoty teploty skelného přechodu a tím zvýšení elasticity a snížení tvrdosti. Chemické interakce difundujícího média s polymerem vedou k nezvratným změnám. Chemické reakce probíhají v heterogenním systému pevná fáze – kapalina nebo pevná fáze-plyn. Nejprve dochází, stejně jako u fyzikálních interakcí, ke zvětšení hmotnosti systému, pak dojde k hmotnostním úbytkům vlivem difúze reakčních produktů z polymeru. Pokud chemická reakce probíhá na povrchu povlaku, nenastane zásadnější změna vlastností nátěrového filmu. Fyzikální i chemické interakce jsou do značné míry ovlivněny teplotou, neboť i proces difúze je výrazně teplotou ovlivňován.

2.1 Polymerní matrice – pojivo nátěrových hmot a organických povlaků

Organický povlak lze definovat jako systém tvořený polymerní matricí vzniklou chemickou reakcí dvou či více složek, pigmenty, speciálními pigmenty a plnivými. Dalšími složkami systému jsou aditiva zabezpečující určité vlastnosti systému ještě v tekuté formě, při aplikaci a dále v suchém stavu filmu. Jedná se například o reologická aditiva upravující viskozitu, dispergační prostředky, fungicidní látky, koalescentní přípravky, inhibitorybleskové koroze atd. Povlaky, které mají polymerní matrici s příliš vysokou teplotou skelného přechodu (T_g), musí nutně obsahovat zvláčňovadla upravující křehkost vytvořeného filmu. Z důvodu možnosti aplikace některou z prakticky využitelných nanášecích technik obsahuje nátěrová hmota ve většině případů určité množství pravých a nepravých rozpouštědel upravujících podstatně viskozitu

kapalného systému. Nepravá i pravá rozpouštědla mohou být buď těkavé organické látky, nebo voda. Pouze práškové povlaky, nanášené velice speciálními technikami na podkladový materiál, neobsahují žádná rozpouštědla.

Základem nátěru neboli obecně organického povlaku je tedy organická filmotvorná látka a pigment. Jsou-li v nátěru obsaženy pigmenty, má to na jeho vlastnosti velký vliv. Pigmentované filmy se velice liší od filmů transparentních v celé řadě vlastností. Vhodná formulace ochranného povlaku je proto základním předpokladem životnosti systému a funkční ochrany podkladu. Klíčovou složkou kvality povlaku je vždy polymerní matrice. Vlastnosti polymeru jako jsou hydrolytická stabilita, molekulová hmotnost, teplota skelného přechodu (T_g), chemická inertnost, absorpční spektra, stupeň zesíťení a čistota polymeru jsou parametry, které ovlivňují funkčnost povlaku. Hlavní interakce systému povlak – podkladový kov s okolním prostředím se totiž děje přes polymerní matrici ochranného filmu.

Některé obecné vlastnosti pojiv, které jsou desítky let využívány pro tvorbu antikoročních systémů, jsou uvedeny v tabulce 1. Z tabulky je patrné, že k výběru vhodného pojiva je nutné vždy přistupovat s tím, k jakému účelu a do jakého prostředí bude organický povlak exponován.

Tab. 1: Obecné vlastnosti některých použitých pojiv

Pojivo	Vlastnosti povlaků						
	Chemická odolnost	Odolnost UV	Nepropustnost pro vodu	Snášlivost s pigmenty	Plnitelnost	Přilnavost k oceli	Tepelná odolnost
Filmotvorná složka							
Alkydové pryskyřice	-	0	-	+	+	+	-
Akrylátové vodné disperze	-	+	-	0	-	+	-
Silikonové pryskyřice	+	+	+	+	+	+	+
Epoxidové dianové pryskyřice	+	-	+	0	0	+	+
1-Komponentní polyurethany	+	+	+	+	+	+	0
Chlorkaučukové pryskyřice	+	-	+	+	-	0	-

+ velice dobrá - špatná 0 nevýznamná

Ochranné vlastnosti každého nátěru jsou z technologického hlediska podmíněny dvěma činiteli:

1. mechanickými a chemickými vlastnostmi filmu,
2. soudržností, tj. spojením mezi filmem a natíraným povrchem.

První činitel nezávisí na natíraném povrchu, nýbrž pouze na vlastnostech filmotvorné látky a jiných složek filmu. Je zcela pochopitelné, že se vlastnosti takového filmu neliší od vlastností samotných filmů ani od vlastností polymerních hmot, zhotovených ze stejných pryskyřic. Druhý činitel je určován jak fyzikálními a chemickými vlastnostmi natíraného povrchu, tak i silami, kterými na sebe vzájemně působí povrch a materiál, který jej pokrývá. Tento činitel má v technice ochranných povlaků (nejenom organických) velmi důležitou úlohu.

2.2 Vzájemné působení filmotvorné složky a povrchu tuhého tělesa

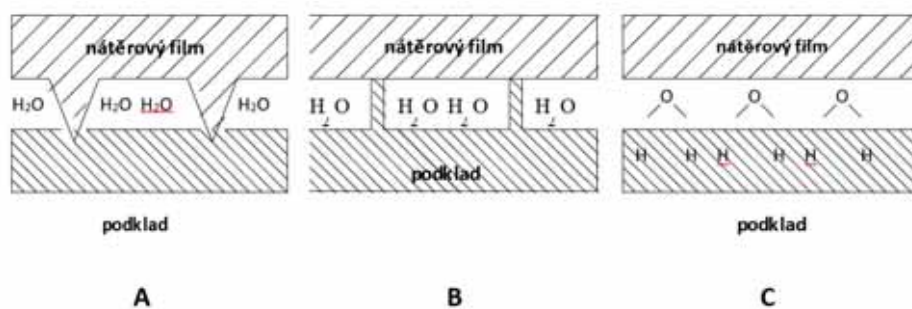
Vzájemné působení filmotvorné složky a povrchu tuhého tělesa může mít povahu jak fyzikálně – chemickou nebo chemickou, tak i povahu mechanickou. Smáčení způsobuje, že na povrchu tuhého tělesa probíhají i četné jiné pochody, především se tam zvětšuje koncentrace nepolárnějších molekul filmotvorných látek - nastává adsorpce. Polární molekuly, adsorbované na povrchu tuhého tělesa, se orientují v určitých směrech k povrchu. Přeměna tekuté filmotvorné látky v tuhé skupenství, nehledě na mechanismus této přeměny, stabilizuje adsorbované a orientované molekuly, tvoří specifickou mezní vrstvu, která má u krycích filmů výjimečně důležitou úlohu. Adsorbované molekuly mezní vrstvy, jež jsou spojovacím článkem mezi povrchem tuhého tělesa a veškerou hmotou tuhého filmu, jsou svázány s molekulami tohoto filmu mezimolekulární soudržností – kohezí. Souvisí tedy smáčení, adheze kapaliny (zejména velikost okrajového úhlu), velmi těsně s adhezí pevného filmu. Fyzikální tvorbou filmu se nátěry získávají po odpaření rozpouštědla z nátěrových filmů obsahujících filmotvorné látky, které nemají funkční skupiny způsobené k reakcím a síťování. Je-li k získání nátěrů, odolných proti povětrnostním vlivům nutné zajistit zároveň mechanickou i chemickou pevnost a přilnavost, používá se řetězových polymerů, a to zejména v modifikovaných nátěrech, u kterých se k vysokomolekulárním polymerům přidávají nízkomolekulární pro zajištění přilnavosti. Nebo se může jednat o způsob několikavrstvých nátěrů, u kterých se polymer nanáší na základ z nízkomolekulárních filmotvorných látek s dobrou přilnavostí, které se při tvorbě filmu přeměňují ve vysokomolekulární trojrozměrné polymery. Velký význam v technologii nátěrových hmot mají právě filmotvorné látky, které při zasychání přecházejí v trojrozměrné polymery. Tyto filmotvorné látky před zaschnutím, a tedy i před přeměnou mohou být: monomery, poměrně nízkomolekulární produkty nebo vysokomolekulární řetězové polymery, které se při zasychání přeměňují v trojrozměrný polymer. Mezi průmyslovými typy nátěrových hmot se často vyskytují smíšené filmotvorné látky, skládající se ze dvou nebo více složek, které náleží podle své molekulární struktury k různým skupinám. Podle struktury hlavního řetězce jsou sloučeniny s řetězcem obsahujícím pouze uhlíkové atomy, např. polymerační produkty nerozvětvených sloučenin (kaučuk, polyvinylchlorid, polyethylen apod. Nebo se jedná o sloučeniny s řetězcem, v němž jsou kromě uhlíkových atomů také atomy kyslíku, dusíku, síry a četných jiných prvků (epoxydy, polyurethany, celulóza, bílkoviny apod.).

Celkem lze vliv vzrůstu molekulové hmotnosti na přilnavost, pevnost a odolnost proti povětrnostním vlivům znázornit schematicky, jak je uvedeno v tabulce 2. Jak je zřejmé z tabulky, má lepší celkový účinek zvětšení molekulové hmotnosti po nanesení filmotvorné látky na podklad.

Tab. 2: Vliv molekulové hmotnosti filmotvorné látky na přilnavost a pevnost v tahu u nátěrů

Zvětšení molekulové hmotnosti filmotvorné látky	Přilnavost	Pevnost v tahu	Odolnost proti povětrnostním vlivům
Před nanesením na podklad	Zmenšuje se	Zvětšuje se	Zvětšuje se v přítomnosti základního nátěru nebo modifikátoru
Po nanesení na podklad	Zvětšuje se	Zmenšuje se	Zvětšuje se

Přilnavost obecně zvyšuje přítomnost polárních skupin ve struktuře polymerního pojiva, zvláště dobrých výsledků bylo dosaženo s aminovými skupinami (Obr. 2). Dalším faktorem pro zvýšení adheze filmu je odolnost pojiva proti hydrolyze. Ta je navíc podporována tvorbou hydroxylových aniontů v blízkosti katody. Hydrolyza esterových skupin vede ke snížení adheze vlivem destrukce pojivového systému.



Obr. 2: Možné typy interakcí mezi pojivem a podkladem, které způsobují přilnavost nátěrového filmu

A-zakotvení pojiva v pórech oxidické vrstvy nebo povrchu kovu,

B-chemická vazba mezi pojivem a substrátem,

C-vazba vodíkovými můstky

Ve vodě rozpustné látky, které jsou obsaženy ve filmu, zvyšují jeho nasákavost a tím podporují tvorbu puchýřů. Tento důsledek vyvolávají například i antikorozi pigmenty působící v anodické oblasti (pasivační), kde je částečná rozpustnost nutná pro jejich funkci. Přilnavost nátěru závisí na stupni pigmentace. Se vzrůstající hodnotou objemové koncentrace pigmentů a plniv OKP přilnavost nátěru k podkladu klesá. Adheze je rovněž ovlivněna dobou zasychání nátěru a jeho tloušťkou. Obecně platí, že čím delší je doba zasychání a čím menší je tloušťka nátěru (vzniká nižší vnitřní pnutí), tím lepší přilnavosti je dosaženo.

Vznik filmu je charakterizován dvěma pochody, které spolu souvisí: vypařováním těkavých složek z filmu a vznikem filmové struktury, utvářející se při tvoření filmu a trvajících i po přechodu vysokomolekulárního polymeru do sklovitého stavu. Filmotvorné látky musí poskytovat nátěry, jejichž filmy jsou v rozmezí teplot, v němž se jich technicky využívá, amorfni a zůstávají tuhé. Krystalizace filmu nevyhnutelně vede k jeho zkrhutnutí, naopak vzrůst rozměrů polymerů s klubkovitou nebo podobnou strukturou způsobuje, že se zvětší pružnost filmu. Veliká pružnost nátěru je způsobována tím, že v rovnovážném stavu jsou molekulární řetězce zprohýbané. Čím jsou řetězce delší a čím zprohýbanější jsou v rovnovážném stavu (např. u vysokomolekulárních kaučuků), tím je film pružnější. Vzrůst řetězce zvětšuje mechanickou pevnost. Při deformaci nátěrů se zprohýbané řetězce filmotvorných látek narovnávají; stupeň tohoto narovnání vyjadřuje velikost pružnosti nátěru. Po odstranění deformujících sil (namáhání) se vlivem tepelného pohybu řetězce zkracují a znovu se prohýbají. Vysokomolekulární sloučeniny s rozvětvenou strukturou molekul tvoří málo pružné filmy.

Nejčastější jsou u nátěrů chemické pochody, při kterých vznikají trojrozměrné polymery. Vznik trojrozměrných polymerů může být výsledkem spojování molekul nízkomolekulárních sloučenin, např. oleje, i molekul lineárních polymerů (síťování). Spojováním molekuly ztrácí pohyblivost, což vede z počátku k zmenšování rozpustnosti a tavitelnosti a potom k přechodu v nerozpustné a netavitelné látky. Zároveň vzrůstá tvrdost a zmenšuje se pružnost i rozpustnost nátěru. Přeměna monomerů nebo lineárních polymerů v trojrozměrný polymer nastává u nátěrů:

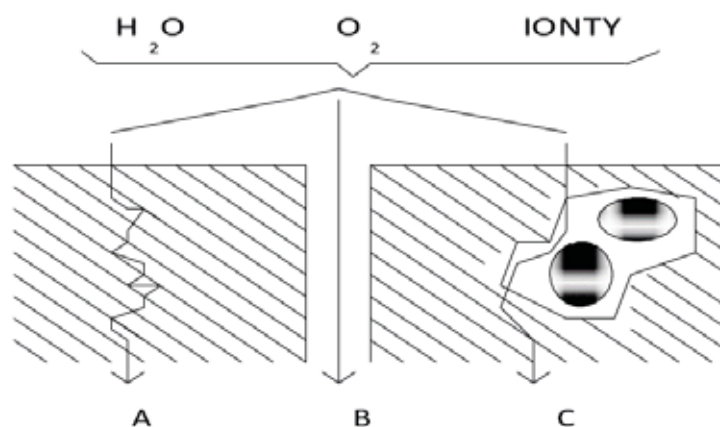
- polymerací nebo kopolymerací v oblasti nenasycených vazeb jak přímo, tak i pomocí kyslíku; příkladem jsou vysychavé oleje, syntetické kondenzační pryskyřice modifikované oleji (alkylové, fenolové, močovinnové aj.) a kaučuky;
- polykondenzací, na příklad fenolformaldehydové resoly nebo močovinnové a melaminové pryskyřice, tyto pochody probíhají obvykle při sušení nátěrů za vyšší teploty;
- polyadící, na příklad u polyurethanů, kde dochází k reakci izokyanátové skupiny s hydroxylovou skupinou na řetězci polymeru, dále u epoxidů reakcí aminoskupiny s oxiranovou skupinou na lineární molekule epoxidu.

2.3 Vybrané faktory ovlivňující rychlost koroze pod pigmentovanými organickými povlaky

Permeabilita filmu

Určitá propustnost nátěrového filmu dovoluje agresivním látkám (voda, kyslík, ionty) pronikat

k povrchu kovu, kde způsobují korozi. Agresivní látky mohou k povrchu substrátu pronikat několika způsoby. Důležitým prvkem morfologie filmu je jeho porozita. Z tohoto hlediska existují malé a velké póry [112]. Malé póry mají velikost 1-5 nm nebo menší, vznikají a zanikají při pohybu segmentů řetězců při teplotách nad teplotou skelného přechodu T_g . Jedná se tedy o jednofázový systém. Teplotní závislost propustnosti filmu odráží teplotní závislost mobility řetězců. Jestliže agresivní látka proniká filmem takto vzniklými póry, hovoříme o aktivované difúzi. Polymery, které vykazují velkou pohyblivost řetězců (elastomery), podporují aktivovanou difúzi. Naopak, čím vyšší je hustota polymerní sítě, tím nižší je rychlost aktivované difúze, neboť výrazně klesá pohyblivost řetězců a jejich segmentů.



Obr. 3: Možné typy difúze organickým povlakem

A-mechanismus aktivované difúze,

B-mechanismus neaktivované difúze velkými póry,

C-kombinace aktivované a neaktivované difúze pigmentovaným filmem

Systém s velkými póry se označuje jako dvoufázový. Velké póry jsou statické elementy a jejich tvar závisí na teplotě. Teplotní závislost propustnosti takového systému závisí na vlastnostech difundující látky. Transport látek způsobujících korozi nepigmentovaným filmem tedy závisí na:

- struktuře pojiva – flexibilita řetězců, hustota sítě, morfologie
- teplotě – zda je experimentální teplota vyšší nebo nižší než teplota skelného přechodu
- velikosti a koncentraci difundujících látek

Difúze vody

Voda může pronikat filmem různými způsoby. Organický film obsahuje póry a kapiláry, které mohou nést náboj (disociované kyselé nebo zásadité skupiny pojiva). Tato místa v pojivu pak přitahují opačně nabitě ionty a vytváří iontové dvojvrstvy. Jestliže průměr pórů je větší než tloušťka dvojvrstvy a existuje zde elektrický potenciál, může takovými póry nebo kapilárami pronikat voda elektro-osmotickými procesy. Elektrický potenciál – hnací síla procesu – se ustavuje mezi anodickými a katodickými místy na povrchu kovového podkladu. Difúze vody je nezbytně spojována s botnáním. Botnání je z termodynamického hlediska rozpouštění polymeru v rozpouštědlech. Experimentálně bylo zjištěno, že mnohem více vody se kumuluje na mezifázovém rozhraní pojivo-pigment a film-povrch kovu, protože bobtnání zapříčiněné vodou je u většiny organických pojiv velmi malé. Propustnost filmu pro vodu je výrazně ovlivněna stupněm pigmentace filmu. Jestliže nedochází ke kumulaci vody na mezifázovém rozhraní pojivo-pigment, permeabilita filmu a rychlost difúze vody se budou snižovat se zvyšující se objemovou koncentrací pigmentu OKP, protože částice pigmentů jsou nepropustné. Avšak voda, která se kumuluje na rozhraní pojivo-pigment, podporuje neaktivovanou difúzi, která je mnohem rychlejší než difúze aktivovaná. Dojde tak ke zkrácení difúzní cesty přes film. Ať se voda na mezifázovém rozhraní kumuluje nebo ne, při dosažení nebo překročení hranice kritické objemové koncentrace pigmentu KOKP dojde k výraznému zvýšení difúzní rychlosti filmem.

Difúze iontů

Ionty jako chloridy nebo sírany stimulují korozi, neboť tvoří s primárními korozními produkty rozpustné sloučeniny. Tím zabraňují tvorbě nerozpustných sloučenin (reakcí s pojivem a aktivní složkou antikoročního pigmentu), které polarizují elektrody. Dále tyto ionty vytvářejí elektrolytické roztoky, které jsou nezbytné pro transport nábojů. Podobně jako voda i ionty procházejí filmem aktivovanou nebo neaktivovanou difúzí nebo vnitřními meziprostory obsahujícími vodu. Difúze iontu je do jisté míry ovlivněna nábojem, který nese pojivo. Pojiva, která obsahují kyselá skupina - např. alkydy – se v přítomnosti vody nabíjejí záporně a jsou tedy nepropustná pro anionty, ale jen při nízkých koncentracích vnějšího elektrolytu. Pozitivně nabitě pryskyřice jsou naopak nepropustné pro kationty.

2.4 Vzájemné působení filmotvorné složky a pigmentů v organickém povlaku

Mechanismus působení antikoročních pigmentů

Antikoroční pigmenty lze definovat z hlediska jejich funkce inhibitorů koroze jako látky, které po přidání do korozivního prostředí v malé koncentraci snižují, rychlost koroze. Tato definice je příliš obecná, ale přesněji antikoroční pigmenty ani definovat nelze, neboť musí být brán zřetel na mechanismus, jakým korozní rychlost ovlivňují. Ve většině případů je inhibice dosažena interakcí nebo reakcí mezi antikoročním pigmentem a povrchem kovu, jejichž výsledkem je tvorba inhibičního povrchového filmu. V jiných případech může být korozní prostředí ovlivněno tak, že se stává méně korozivním. Pak dochází ke snižování koncentrace rozpuštěného kyslíku, k neutralizaci rozpustných kyselých plynů, k regulaci pH pro podporu trvalé pasivace kovového povrchu.

V případě antikoročních pigmentů je důležité nejen to, jakým mechanismem ovlivňují korozní rychlost. Velmi záleží na snadnosti, s jakou je pigment uvolňován do korozivního prostředí. Jestliže je pigment snadno rozpustný, vede tato jeho vlastnost k rychlému vyčerpání a k tvorbě puchýřků osmotickými procesy. Procesy uvolňování pigmentů lze rozdělit do tří skupin:

- rozpouštění pigmentů
- acidobazické reakce, hydrolyza
- výměna iontů

Hlavní nevýhoda rozpouštění antikoročního pigmentu spočívá v omezené životnosti nátěrového filmu. Funkce vysoce nerozpustných pigmentů spočívá v hydrolyze nebo v reakcích s kyselými složkami systému. Tento proces je pomalejší než rozpouštění, ačkoli hydrolyze napomáhají OH – ionty, které vznikají reakcí na katodě. Ideálním pigmentem by byl ten, jehož rychlost uvolňování by byla zcela ovlivněna vlastnostmi prostředí. Rozpustnost je ovlivněna teplotou, hydrolyza a acidobazické reakce jsou korozním prostředím ovlivněny jen částečně – obsahem kyselých látek a produkcí OH – iontů na katodě. Pigmenty, které nejlépe reagují na vlivy okolí, patří do skupiny iontoměníčů.

Zinkový prach se využívá při formulaci nátěrových hmot (zinc-rich primer), udává se, že koncentrace zinku zde dosahuje 80–95 % hmotnostních. Jedná se o šedý prášek, složený převážně z kulovitých částic kovového zinku. Je vyráběn destilací par zinku pod tlakem v inertní atmosféře a srážením par ve velkých kondenzačních komorách, respektive odpařováním a atomizací roztaveného zinku vodní parou a rychlým ochlazením jeho par v prostředí inertního plynu. Účelem moderních zařízení na výrobu zinkového prachu je řídit co nejdokonaleji charakteristiky regenerovaného práškového zinku. Aby bylo eliminováno nebezpečné znečištění produktu arsenem, chloridy a jinými nečistotami, které jsou nežádoucí pro vlastnosti zinku, byla přímá výroba po redukci zinkové rudy nejdříve nahrazena nepřímou výrobou odpařováním regenerovaného kovu na teplotu 900 oC. Výsledné páry zinku obsahují méně těžkých těžkých kovů, avšak těžavější kadmium v produktu eliminováno není. Působením několika parametrů, jako je faktor zředění, rychlost chlazení a rychlost připouštění pasivačního kyslíku, se dosáhne toho, že větší část par zinku zkondukuje do povrchově oxidovaných kapiček(I), které se po dalším chlazení změny na produkt – kulovité částice zinku(s). Po vytřídění částic větší velikosti je produkt vhodný pro nátěrové hmoty. Zlepšený výrobní postup znamenal jemnou atomizaci elektrolytického zinku o vysoké čistotě 99.995 %. Další zlepšení spočívalo v konstrukčním řešení geometrie trysky a atomizéru, výsledkem je práškový zinek při různých velikostech částic. Produkt obsahuje zpravidla 94–99 % Zn, 5.5-6 % ZnO, příměsi Ca, Pb, Fe, Cd a jiných kovů. Výhodou NH s obsahem zinkového prachu je velká přilnavost k podkladu a odolnost proti podkorodování, která je lepší než u základních nátěrů pigmentovaných jinými antikoročními pigmenty. Nátěrové hmoty obsahující zinek zajišťují proto dlouhotrvající antikoroční ochranu oceli.

2.5 Interakce pigmentů s pojivem v organických povlacích

Pro chování povlaku z hlediska ochrany proti korozi jsou kromě chemických a fyzikálních parametrů pojiva určující také vlastnosti pigmentové složky. Nelze však na pigment pohlížet odděleně, ale vždy uvažovat systém pigment-pojivo. Dispergační chování systému a tloušťka vzniklého filmu jsou dva další faktory, které mají velký význam z hlediska aplikačně – technického. Na vlastnosti výsledného filmu mají vliv také faktory, jako je velikost částic a distribuce velikostí částic jednotlivých pigmentů. Tyto parametry pak úzce souvisí s permeabilitou pro vodu a plyny a přes tyto charakteristiky i s korozí ochrannou a účinností filmu. Vysoká hustota naplnění (pod hodnotou tzv. kritické objemové koncentrace pigmentů a plniv, tzv. KOKP) snižuje do určité míry permeabilitu pro vodu, vodní páru a plyny. Z tohoto důvodu musí být koncentrace pigmentu v organickém filmu vždy optimální. To je možné sladěním částic pigmentů a částic plniv s ohledem na velikost částic a na jejich tvar.

Koncentrace pigmentů v polymerním pojivu

Objemová koncentrace pigmentu (OKP) je nejdůležitější charakteristikou pigmentovaného nátěrového filmu. Hodnota OKP je podle Asbecka a van Looa definována následujícím vztahem (rov. 1):

$$OKP = \frac{V_{(P+F)} \times 100}{V_{(P+F)} + V_B} \quad (1)$$

$V_{(P+F)}$ - objem pigmentu a plniva [cm³]

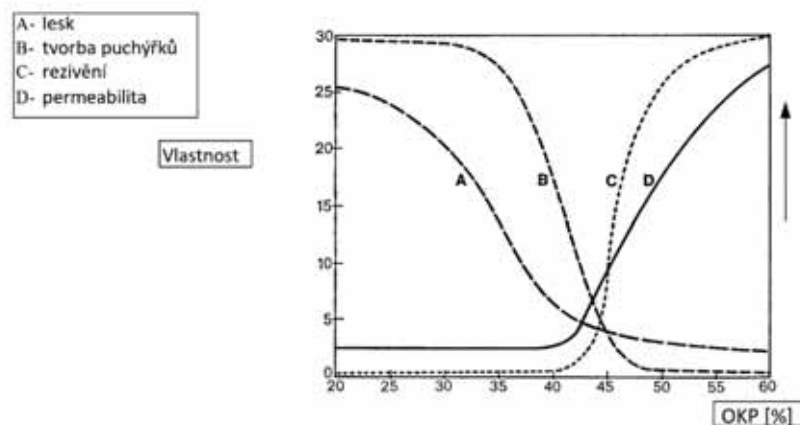
V_B - objem netěkavých složek pojiva [cm³]

Další velice důležitou hodnotou pro formulaci ochranných pigmentovaných filmů je hodnota kritické objemové koncentrace pigmentu (KOKP). Hodnota KOKP ovlivňuje chování celého systému, výrobu, aplikaci, funkční vlastnosti a také vzhled výsledného filmu. Pokud je řada systémů o různém OKP stejného pigmentu při konstantní pojivové bázi kombinována s rozpouštědlem a aplikována na podklad, pak po vyschnutí budou vzniklé filmy vykazovat různé vlastnosti. Se stoupajícím množstvím pigmentu (OKP) se mění vlastnosti filmu (Obr. 4). Lze tedy říci, že KOKP je právě takové OKP, při kterém se prudce mění takové vlastnosti jako je lesk, tvorba puchýřků, tvrdost, permeabilita pro vodní páru a řada dalších. Výpočet hodnoty KOKP pro každý pigment lze provést ze znalosti spotřeby oleje (tzv. olejového čísla) a hustoty pigmentu nebo přímo měřením vlastností filmu o řadě rostoucích OKP a stanovením příslušných vlastností.

Dalším parametrem charakterizujícím pigmentovaný systém je hodnota kvocientu Q, která udává poměr mezi OKP a KOKP systému (rov. 2).

$$Q = \frac{OKP}{KOKP} \times 100 \quad [\%] \quad (2)$$

Význam hodnoty Q spočívá v tom, že při této stejné hodnotě mají dvě odlišné nátěrové hmoty i při použití odlišných pigmentů a plniv podobné vlastnosti. Experimentálně bylo prokázáno, že systémy pigmentované různými pigmenty, tedy mající rozdílné KOKP, mají při totožné hodnotě Q podobné vlastnosti.



Obr. 4: Závislost vlastností pigmentovaného nátěrového filmu na OKP

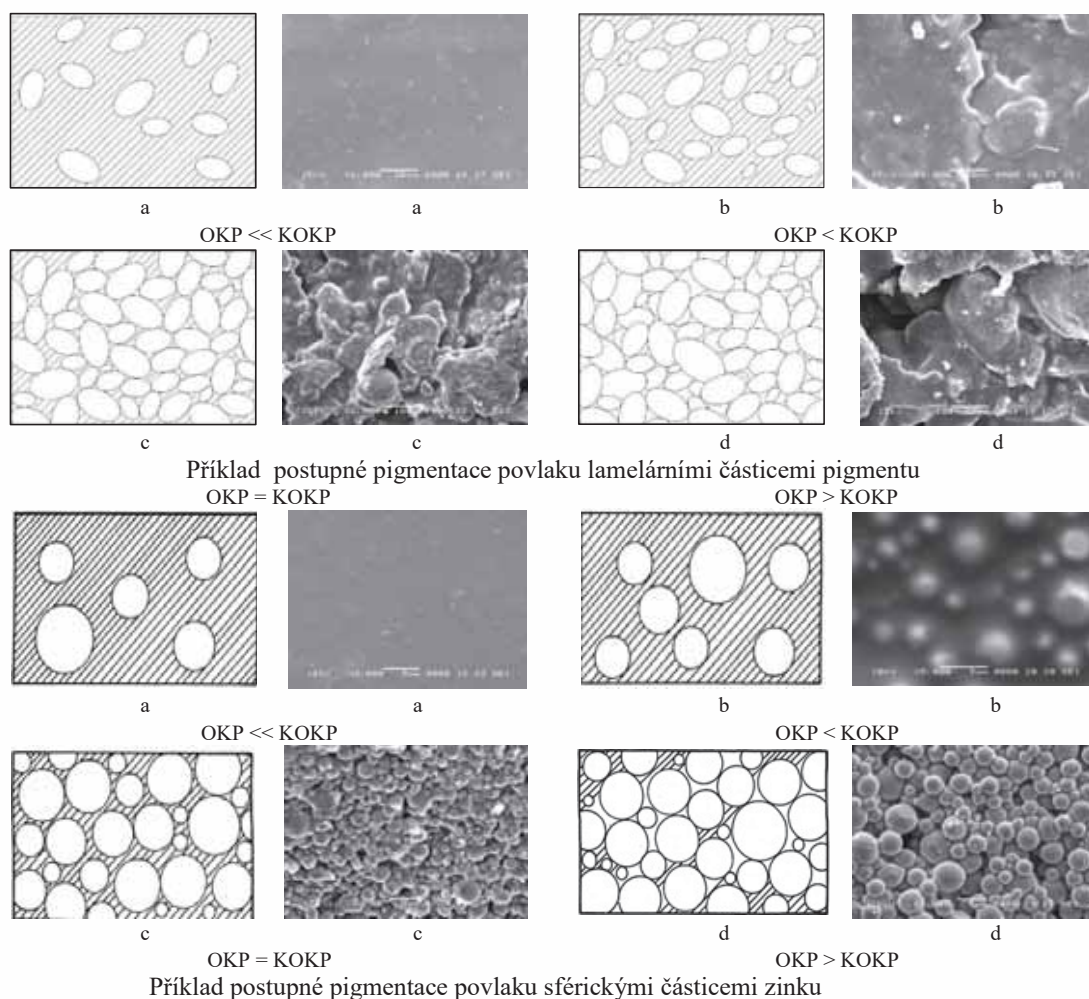
Formulace systémů pigment-pojivo, tedy nátěrové hmoty, spočívá v nalezení optimálních poměrů všech zúčastněných složek. Nejčastěji je uvažován systém tvořený kapalným pojivem nebo roztokem polymeru, ve kterém jsou dispergovány pevné částice anorganických nebo organických pigmentů a plniv. Koloidní chemie tyto systémy charakterizuje jako heterogenní polydisperzní soustavy. Kromě pojiva, rozpouštědla, pigmentů a plniv je vždy nutný i velice přesně koncentračně závislý přírůstek aditiv, která upravují řadu vlastností. Jedná se především o katalyzátory polymeračních, oxidačních a kopolymerizačních reakcí, dále o látky zlepšující reologické vlastnosti kapalného systému apod. Je patrné, že v nátěrových systémech je ponecháno právě dostatečné množství pojiva po odpaření rozpouštědla k dokonalému vyplnění dutin mezi částicemi pigmentu. Při stanovení kritické objemové koncentrace pigmentů musí být vždy přihlédnuto k těmto předpokladům:

- jedná se o jev nutně objemový
- všechny složky systému musí být přítomny ve formulaci
- pigmentovaný systém musí být dispergován danou metodou
- veškeré rozpouštědlo musí být odpařeno

Hodnota KOKP silně závisí na stupni dispergace a tedy na aglomeraci pigmentových částic. Aglomerované částice pigmentů mají nižší hodnotu kritické objemové koncentrace než systém dobře dispergovaných částic stejného pigmentu. Stejný pigment s rozličnými povrchovými vlastnostmi v pojivech může vykazovat značně odlišné hodnoty KOKP.

Důvod selhání mechanických vlastností Zn vysoce plněných nátěrů nebo antikoročních vlastností klasických antikoročních pigmentů vyplývá z obrázku 5. Na obrázku 5. a je znázorněn stav, kdy jsou částice pigmentu od sebe značně vzdáleny a prostor mezi nimi je vyplněn pojivem (nízké hodnoty objemové koncentrace pigmentu, $OKP \ll KOKP$). Nátěr je lesklý, téměř nepropustný např. pro vodní páru. Při rostoucích hodnotách objemové koncentrace ($OKP < KOKP$.) se částice pigmentu ukládají těsněji k sobě, ale vnitřní prostory jsou i nadále vyplněny pojivem. Lesk se postupně snižuje, propustnost pro vodní páru se výrazně nezvyšuje, film se stává tvrdším, klesá jeho průtažnost (Obr. 5b). Vlastnosti filmu se postupně mění podle typu pigmentu až do dosažení hodnoty $OKP = KOKP$. Při hodnotě OKP

$= KOKP$ (Obr.5c) je v systému právě tolik pojiva, aby se vyplnily prostory mezi částicemi pigmentu. Při dalším zvyšování OKP nad hodnotu $KOKP$ (Obr.5.d) se nedostává pojiva k vyplnění prostoru mezi částicemi. Ten zůstává z části nevyplněn pojivem, a proto dochází k náhlým změnám vlastností. Klesá výrazně lesk, zvyšuje se výrazně propustnost pro vodní páru a dochází k podrezivění a puchýřkování nátěrů, klesá pevnost v tahu, průtažnost filmu dosahuje minima a přechodně klesne i tvrdost atd. Při dalším zvyšování OKP ($OKP > KOKP$) se začne uplatňovat tvrdost samotného pigmentu a proto tvrdost nátěru opět stoupá. Zde dochází k selhání mechanických vlastností, v případě jiných anorganických pigmentů i k podrezivění a puchýřování.



Obr. 5: Grafické znázornění prostorového uspořádání částic pigmentů při zvyšování objemové koncentrace (OKP) pigmentu až přes hodnotu kritické objemové koncentrace pigmentu $KOKP$. v pojivu nátěrové hmoty a filmu. Dokumentace povrchu filmu při změnách OKP povrchu nátěru pomocí SEM. Příklad pro lamelární částice grafitu a příklad pro sférické částice zinku.

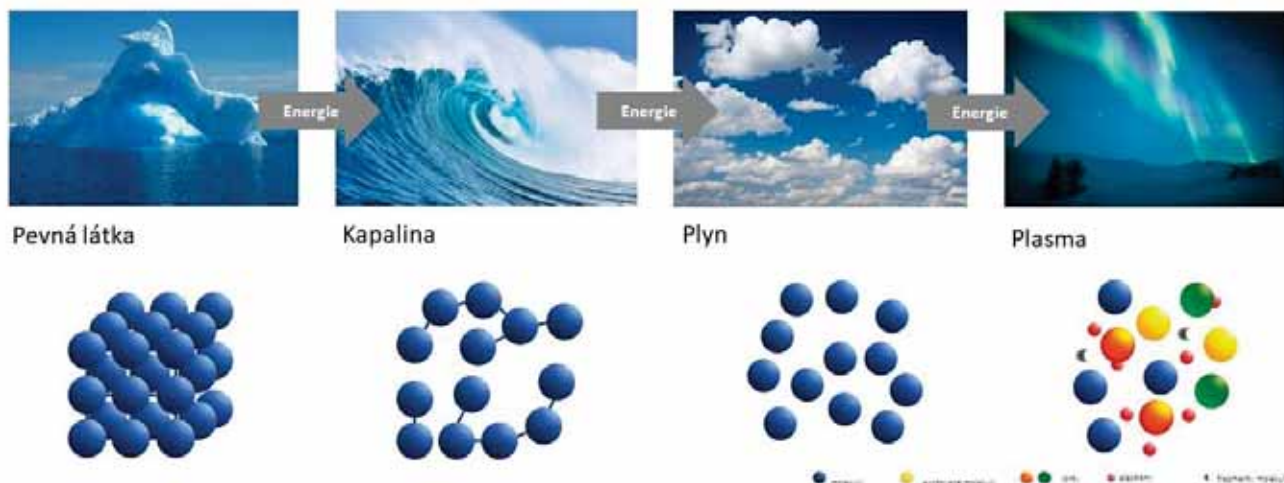
(Pokračování v příštím čísle)

Plasma coating jako budoucnost povrchových úprav

Petr Tichý – LONTECH – surface treatment, s.r.o.



Předúprava povrchů pomocí atmosférické plazmy si za dobu svého používání právem vysloužila své místo prakticky ve všech oblastech průmyslu. Téměř každý automobil nebo mobilní telefon, který opouští výrobní halu má alespoň jednu (ale často mnohem více) součástek, které byly předupraveny pomocí plazmy pro vyšší kvalitu a spolehlivost.

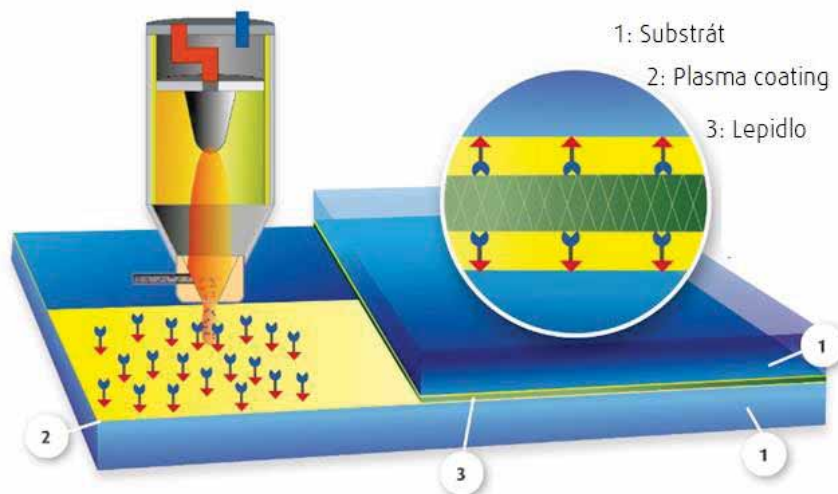


Plasma jako čtvrté skupenství hmoty.

S postupujícím vývojem na poli materiálového inženýrství se ale dostáváme k povrchům, pro které je předúprava pouze pomocí plazmy již nedostatečná k dosažení požadovaných výsledků. Důvodem může být zvyšující se podíl recyklovaných složek a plnidel, které snižují vlastnosti povrchu pro adhezi, a dále pak aditiva, která jsou do materiálu přidávána pro zlepšení jeho vlastností (anistatické přísady, změkčovadla, retardanty hoření, látky pro snadnější vyjmutí z formy nebo lepší tok ve formě apod). Všechny tyto faktory mohou mít vliv na povrch materiálu a tím pádem na jeho interakci s plasmou i následným procesem (lepidlo, lak, potisk a další).

I proto vyvinula společnost Plasmamatreat, pionýr na trhu předúprav plasmou, spolu s německým výzkumným institutem FRAUHOFFER IFAM technologii PlasmaPlus[®], založenou na principu nanášení tenkých povlaků pomocí atmosférické plazmy na povrch materiálu. Tyto povlaky mají přesně definované složení a na povrchu vytváří funkční vrstvy. Tato technologie se používá v průmyslu již od roku 2007 – jedná se o funkční a prověřený proces. PlasmaPlus[®] coating je aplikován i zde v České republice!

Prekurzory, které jsou plasmou nanášeny, se obvykle skládají ze dvou částí. Jejich základ tvoří silikátová skupina, na které jsou navázány konkrétní organické skupiny, které udávají výsledné vlastnosti. Díky bohatému know-how společnosti Plasmamatreat lze upravit prekurzor přímo pro konkrétní proces zákazníka.



Vizualizace funkce povlaku při lepení

Povrch musí být stoprocentně čistý pro správnou funkci povlaku, proto se proces vždy skládá ze dvou kroků – čištění povrchu atmosférickou plasmou a následně samotné nanášení povlaku. Celý proces je kontrolován celou řadou kontrolních mechanismů, od optického monitoringu plazmového spektra přes parametry automatizace, po průtok a teplotu. Pomocí těchto parametrů lze snadno řídit výslednou tloušťku vrstvy a tím pádem i vlastnosti povrchu.



Technologie se dle aplikací dělí na několik konkrétních aplikací:



PT BOND:

Coating speciálně navržený pro zvýšení adheze lepidel a tmelů na různé materiály. Zajišťuje vysokou pevnost a spolehlivost lepeného spoje i při velkém zatížení a při dlouhodobých klimatických testech.

Plasma SealTight®:

Speciální prekurzor nanesený na povrch kovu (Al, ocel...) před zastříknutím plastem vyváří dokonale těsné spojení mezi materiály a zabraňuje pronikání médií (jako vzduch nebo voda) do spoje a degradaci materiálu, která může vyústit až k selhání spoje.

AntiCorr®:

Pro ochranu povrchu hliníkových materiálů na vysoce exponovaných místech (jako jsou například motorové prostory automobilů) se používá coating AntiCorr, který vytváří bariéru mezi prostředím a dílem.

PT Print:

Coating pro zvýšení adheze UV tisku na různých materiálech i tvarech (ploché díly, rotační objekty jako plechovky a další). Nanášení coatingu v šířce až 50 mm (až 16 m²/hod.) pro velké procesní rychlosti!

PlasmaPlus® coating je ideální varianta pro aplikace, kde jsou vysoké nároky na kvalitu a dlouhodobou stabilitu a životnost. Umožňuje použití materiálů, které by jinak kvůli svým povrchovým vlastnostem nemohli být předupraveny a tím také použity ve výrobním procesu. Díky jednoduché in-line integrovatelnosti a maximální procesní kontrole se jedná o proces aplikovatelný do nejnáročnějších odvětví průmyslu.



Pro více informací také doporučujeme zúčastnit se bezplatných seminářů PlasmaTalks v rámci Plasmatreat Academy, kde Vám nejen experti z firmy Plasmatreat, ale i specialisté z dalších partnerských firem a předních vzdělávacích institucí přiblíží tuto moderní metodu předúpravy a její možné využití pro Vaši výrobu.

Registrujte se na www.plasmatreat.com/academy

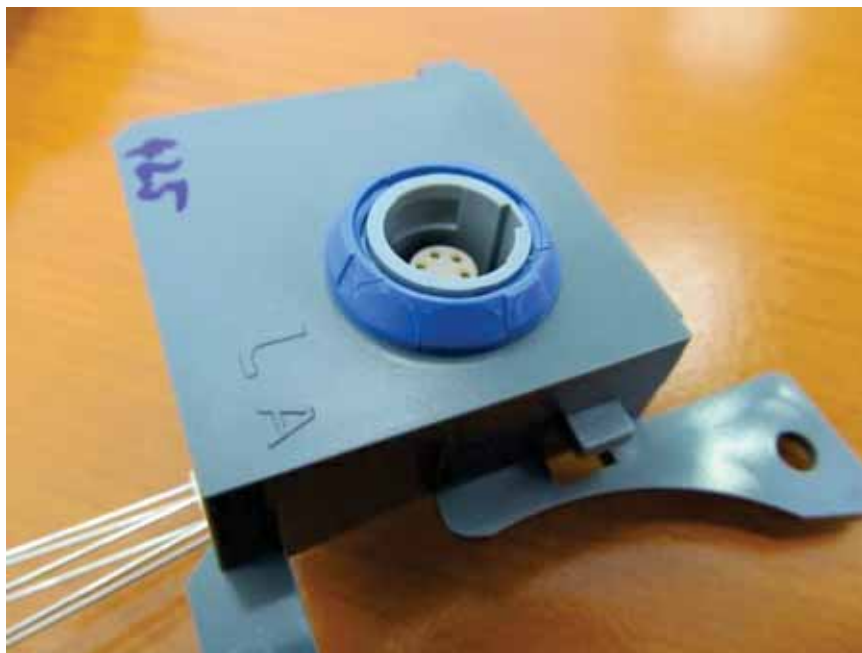
Prevence korozního praskání napětím lepených spojů polymerních materiálů

Ing. Miroslava Jirsová – Ústav přístrojové a řídicí techniky, Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Jedním z rizik lepení plastů je praskání dílů při lepení nebo krátce po něm. Jev, který za porušením integrity materiálu stojí, se nazývá korozní praskání napětím, v anglické literatuře bývá označován jako “environmental stress cracking” (dále jen ESC). Tento článek se zabývá především způsoby prevence daného jevu.

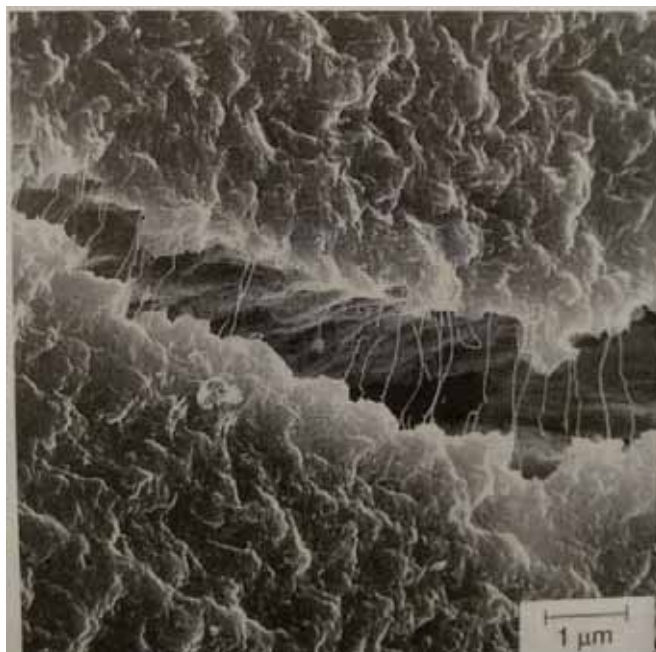
Ke koroznímu praskání dochází, když je určitý polymer vystaven kombinaci napětí (ať už vnitřního nebo způsobeného vnějšími silami) a působení některých chemikálií, v tomto případě lepidel. Integrity materiálu je při ESC porušena při napětích mnohem nižších, než je obvyklá mez kluzu zúčastněných materiálů. Při lepení se k nepříznivým vlivům působícím na polymer přidává ještě pnutí, které vzniká při objemovém smrštění lepidla doprovázejícím proces vytvrzení

V přístrojové technice komplikuje lepení krytů displejů, plastových konektorů, optických prvků, pojišťování závitů proti povolení (viz Obr. 1) a podobně.



Obr. 1: Prasklá polysulfonová matice po snaze zajistit závit vteřinovým lepidlem. Zdroj: Archiv autorky

Jedním z přijímaných vysvětlení mechanismu korozního praskání napětím je, že povrch polymeru absorbuje molekuly chemikálie, které pak proniknou do základního materiálu. Kapalina na polymer při ESC neútočí chemicky, ale fyzikálně. Rozšíří se do volného objemu, oslabí vazby mezi molekulami, a pokud je v daném materiálu napětí, způsobí rozplétání jednotlivých molekul, což vede ke vzniku mikro dutin, křejzů (z anglického „crazes“ – poruchy na první pohled vypadající jako trhliny, které však nemají volný povrch, jsou vyplněny orientovaným polymerním materiálem), trhlin a případně k rozpadu dílu (viz obrázek 2).

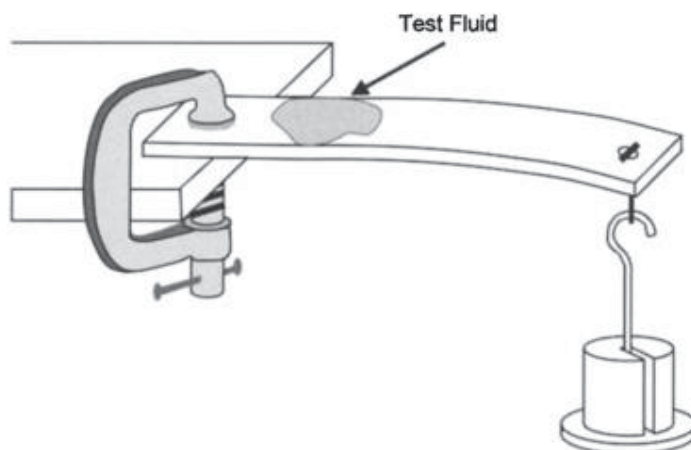


Obr. 2: Vznik „křejzů“ – tzv. lokálně přetvořených zón. Křejzy vypadají jako trhliny, ale jsou přemostěny fibrilárními útvary, což jsou orientované skupiny makromolekul ve směru tahového napětí [1]

K praskání napětím mají tendenci především termoplasty, a to hlavně ty s amorfni strukturou, v nichž je více volného objemu, tedy polykarbonát (PC), plexisklo (PMMA), polysulfon (PSU), ABS, polyfenylén oxid (PPO), polystyren (PS), polyeterimid (PEI), ale vyskytuje se také u některých semikrystalických polymerů, jako je například polyetylén (PE). Obecně a zjednodušeně se dá říci, že čím větší podíl krystalinity, tím je materiál vůči tomuto typu praskání odolnější.

Destruktivitu chemikálie, která polymer napadá, ovlivňuje podle [2] úměrně hmotnost její molekuly. Menší molekuly se do materiálu dostanou snáze. Silně destruktivní vliv mívají kapaliny obsahující aromatické a halogenové uhlovodíky, ethery, ketony, aldehydy a estery [tamtéž]. Co se týče lepidel, nejvíce náchylná k porušení plastů jsou rozpouštědlová lepidla. Problémy působí kyanoakryláty, tedy klasická vteřinová lepidla, a metylmetakryláty, které se používají na pojišťování závitů. Konstruktivní lepidla jsou odolnější, ale ani jejich použití není bez rizik. Například dvousložková epoxidová lepidla obsahující aminy mohou termoplasty s amorfni strukturou ohrozit [3]. Nevýhodou epoxidů je v tomto případě fakt, že jejich vytvrzení trvá delší dobu (obvykle 15 min and 2 hodiny) a lepidlo tak na povrch působí déle. Při jejich vytvrzení ve větších objemech se navíc uvolňuje teplo a materiál se ohřívá, což riziko tohoto typu degradace ještě zvyšuje.

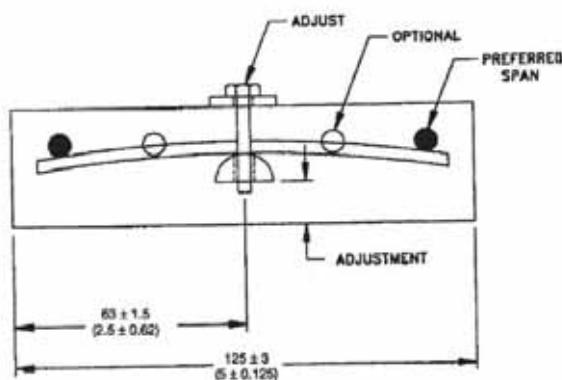
Jednoduchý orientační test vhodnosti lepidla ukazuje Obr. 3. Plastový vzorek se pevně uchyť například k hraně stolu a z druhé strany se zatíží závažím, lepidlo se následně nanese na oblast namáhanou napětím. Pokud se po nanesení lepidla okamžitě objeví porušení v podobě popraskání povrchu, je nutné zvolit jinou kombinaci materiálů.



Obr. 3: Jednoduchý orientační test vhodnosti kombinace lepidla a plastu

Pro testování korozního praskání napětím na plastech je ale určena řada standardizovaných metod. Speciálně pro lepení vznikla norma ASTM D3929 – 03(2015) Standard Test Method for Evaluating Stress Cracking of Plastics by Adhesives Using the Bent-Beam Method (zatím bez přímého ekvivalentu v ISO) [4]. Jde o kvalitativní metodu hodnotící korozní praskání plastů vlivem lepidel s využitím tříbodového ohybu testovaného plastového vzorku. Metoda spočívá v tom, že se ve standardizovaném vzorku polymeru vytvoří napětí buď způsobením deformace určité velikosti, nebo působením síly určité velikosti a následně se na vzorek nanese lepidlo, jehož vliv na polymer je testován, a sleduje se vznik trhlin.

Schéma přípravku pro vyvození napětí je na Obr. 4. Přípravek by měl podle dané normy umožňovat nastavení různých úrovní průhybu vzorku a rovněž vzdálenost bodů ohybu. Zde je napětí ve vzorku zjišťováno měřením posuvu působíště ohýbacího bodu. Jsou povoleny i jiné způsoby, podmínkou je, že je znám průhyb vzorku. Doporučené rozměry vzorků jsou tahové tyčky obdélníkového průřezu podle normy D790 (hloubka 6,4 mm, šířka 13 mm, délka 130 mm). Rozpětí zatěžovacích bodů je 100 mm, poměr délky a průměru je 16/1. Je však možné využít i jiné tvary vzorků.



Obr. 4: Přípravek pro testování korozního praskání napětím kombinace lepidel a plastů [4]

Lepidlo v tekutém stavu se nanáší po zatížení vzorku v oblasti nejvyššího namáhání, tedy uprostřed na straně, kde je namáhání tahem, po délce zhruba 25 milimetrů. Norma doporučuje zatížit také kontrolní vzorek, který bude pozorován bez aplikace lepidla, aby mohly být výsledky vzorků porovnány. Zkoušky probíhají při pokojové teplotě a relativní vzdušné vlhkosti blízké 50%.

Tato metoda může být buď založena na způsobení konstantního napětí, nebo konstantní deformace. Při konstantním napětí se doporučuje se testovat vzorky postupně zatížené napětím 7, 14 a případně 21 MPa, kdy už většinou dochází k rychlému a intenzivnímu praskání.

Poté se v pravidelných intervalech sleduje, jestli na vzorku vznikají křejzy, trhliny či praskliny. Korozní praskání se nejpravděpodobněji objeví krátce po aplikaci lepidla. Při začátku testu je tedy nutné sledovat vzorky častěji. Doporučené intervaly sledování jsou 1 minuta, 5 minut, 1 hodina, 24 hodin a následně jednou denně. Délka testu je pět až deset dní podle typu lepidla.

Při vyhodnocení se sleduje úroveň napětí při objevení vad a výsledky se porovnávají s kontrolním vzorkem nezatíženým lepidlem/chemikálií. V případě, že vzorek nebo lepidlo nejsou průhledné, pro vyhodnocení je nutné vrstvu lepidla odstranit. Je důležité zde poznamenat, že před lepením je třeba otestovat nejenom interakci plastu s lepidlem, ale rovněž s látkou používanou k čištění, případně s různými akcelerátory lepení nebo primery.

Kromě správné kombinace plastu a lepidla je možné riziko praskání napětím snížit správným návrhem spoje a dobrým technologickým postupem. Základní zásadou při návrhu lepeného spoje je co nejvíce eliminovat vnitřní i vnější pnutí v lepených materiálech. Ať už se jedná o plastové výlisky nebo díly vzniklé metodou vakuoformingu či obrobky, je třeba optimalizovat jejich konstrukci a technologický proces, případně následně plastové výrobky vyžítat.

Dále je vhodné lepit materiály s podobným koeficientem tepelné roztažnosti nebo volit pružné lepidlo, které rozdíly dokáže kompenzovat. Kompatibilitu lepidla (případně i čisticího prostředku použitého před lepením nebo primeru, který lepený materiál chemicky aktivuje) a lepeného materiálu je třeba vždy otestovat pro konkrétní spoj, protože různé polymeru mohou mít obsahovat nejrůznější aditiva i poměr složek se může měnit. Výrobci lepidel doporučují u spojů náchylných na ESC používat co nejmenší množství lepidla a přebytečné lepidlo z materiálu neprodleně odstranit.

Vytvrzení je nejlépe realizovat při pokojové teplotě. Polymery jsou nejzranitelnější při teplotách kolem teploty skelného přechodu [5]

Při použití vteřinových lepidel doporučuje společnost Permabond optimalizovat relativní vlhkost prostředí při lepení na 40 % – 60 % a co nejvíce zkrátit čas vytvrzení, například použitím akceleratorů lepení [6] Při lepení lepidly vytvrzovanými UV zářením je doporučované co nejrychleji spoj osvětlit, aby se zkrátil čas, kdy lepidlo na lepeném materiálu zůstává v nevytvrzeném stavu. Při pojišťování šroubových spojů a podobných montážních úkonech je třeba dbát na optimální utažení a nevnášet do spojů zbytečně vysoké napětí.

Závěr

Riziko korozního praskání napětím je velice obtížné předvídat. Přehledná data o působení lepidel na polymery vzhledem k velkému počtu plastových materiálu i lepidel zatím neexistují. Ani výrobci lepidel v technických listech zpravidla interakce s plasty pod napětím neuvádějí. Nejlepší prevencí je proto fyzické testování. Jak ale upozorňuje norma ISO 22088, ke korozi pod napětím může dojít po velmi dlouhé době a „není možné stanovit přímou korelaci mezi výsledky krátkodobého měření ESC na zkušebních tělesech s chováním součástí ve skutečném provozu, neboť provozní chování součástí je mnohem komplexnější, než je chování vzorku při zkoušení“ [7]. Výsledky testů jsou tedy spíše vodítkem. Při lepení je třeba v každém případě dbát na eliminaci napětí v lepených spojkách, správný technologický postup, a co nejrychlejší vytvrzení spoje.

Použitá literatura:

- [1] Ehrenstein, G. Polymeric materials. Structure – Properties – Applications. Carl Hanser Verlag, Mnichov 2001.
- [2] Wright D.C. Environmental Stress Cracking of Plastics, RAPRA Technology Ltd., United Kingdom (1996).
- [3] Přehled lepidel. Technické plasty Tribon. dostupný 31.10.2020 na <https://www.technicke-plasty-tribon.cz/nabidka/technicka-podpora/lepeni-plastovych-materialu/prehled-lepidel>
- [4] ASTM D3929 – 03(2015) Standard Test Method for Evaluating Stress Cracking of Plastics by Adhesives Using the Bent-Beam Method
- [5] Broughton W. Improving bonding in hostile chemical environments. National Physical Laboratory, UK. Woodhead Publishing Limited. 2010.
- [6] How do I avoid stress cracks when bonding plastics ? Dostupné 31.10. 2020 na <https://www.permabond.com/resource-center/how-do-i-avoid-stress-cracks-when-bonding-plastics/>.
- [7] ČSN EN ISO 22088-1: 2006 Plasty – Stanovení odolnosti proti korozi pod napětím (ESC) – Část 1: Obecné pokyny.

Optimalizace procesu dokončovacích operací s novými plastovými omílacími tělisky se sníženou pěnovostí

Daniel Hund – Rösler Oberflächentechnik GmbH



Obecně se optimalizace omílacího procesu zaměřuje především na strojní zařízení. Aplikace ve společnosti Dörfler & Schmidt Präzisionsfinish ukázala, že pouhým použitím jiného média lze dosáhnout významné optimalizace procesu. Přechodem na nová omílací tělíska s potlačenou pěnovostí od společnosti Rösler dosáhl zákazník vyšší stability procesu, vyšší produktivity a vyšší efektivity.

Společnost Dörfler & Schmidt Präzisionsfinish GmbH byla založena v roce 1998 a nabízí širokou škálu povrchových úprav, jako je odstraňování otřepů, zaoblování hran, leštění, vytváření matných a strukturovaných povrchů, odstraňování okují a čištění. Pro tyto služby společnost využívá omílání, otryskávání a kartáčování. Společnost zpracovává obrobky z kovu, plastu, keramiky, skla a dřeva. Rozměry obrobků se mohou pohybovat od několika milimetrů až po 60 cm. Zákazníci této rodinné společnosti, která sídlí v Kammersteinu, ve spolkové zemi Bavorsko, pocházejí z nejrůznějších průmyslových odvětví, jako je automobilový průmysl, strojírenství, elektronika, zdravotnická technika, šperkařství a různí výrobci spotřebního zboží.

Společnost využívající různé typy dokončovacích operací

Velmi různorodá klientela společnosti Dörfler & Schmidt klade důraz na všechny druhy dokončovacích operací. Felix Dörfler, výkonný asistent, k tomu říká: "Nejčastěji se setkáváme s požadavky na odstranění otřepů a zaoblení hran. Například u nástrojů, jako jsou frézovací nástroje a řezné destičky, musíme vytvořit přesný rádius hrany. Jiné obrobky, jako jsou ložiskové kroužky, musí mít po dokončovací operaci přesně definované hodnoty drsnosti povrchu. Na druhou stranu šperky a doplňky musí mít opticky příjemný povrch."

Aby mohla společnost svým zákazníkům nabídnout technicky a ekonomicky nejlepší řešení, provozuje 33 různých strojů, které zvládají širokou škálu různých technologií. Felix Dörfler pokračuje: "Pro zpracování různých materiálů obrobků používáme různé systémy čištění a recyklace procesní vody. K tomuto účelu využíváme pět odstředivek, které stejně jako drtivou většinu našich zařízení pro omílání dodala společnost Rösler." Pokud jde o spotřební materiál, společnost Dörfler & Schmidt rovněž používá především výrobky Rösler. "Trvale vysoká kvalita omílacích prostředků firmy Rösler a vynikající podpora v oblasti vývoje a optimalizace procesů ze strany zákaznického centra jsou jen některé důvody, proč jsme od samého počátku vsadili na řešení od společnosti Rösler," uzavírá výkonný asistent.

Odstranění nežádoucí pěny během procesu omílání

Během procesu omílání s plastovými tělísky často představuje problém tvorba pěny, a to i v případě, že jsou použity dodatečné prostředky, které tvorbu pěny snižují. Rozsah problému s pěněním závisí do značné míry na tvrdosti vody používané v procesu omílání. K řešení tohoto problému se často používají speciální přísady. Tak tomu bylo i v případě aplikace ve společnosti Dörfler & Schmidt. Felix Dörfler vysvětluje: "Pro odjehlování a zaoblování hran 40 mm dlouhých segmentů z nerezového drátu potřebujeme velký brusný výkon s vysokým úběrem kovu. Vznik pěny během dokončovacího procesu však vytvářel tlumící vrstvu mezi obrobky a omílacími tělísky, což snižovalo účinek broušení. Proto již nebylo možné dosáhnout požadovaných výsledků omílání v předepsané době cyklu". Nežádoucí prodloužení doby cyklu však nebylo jediným problémem. Byla ovlivněna také separace hotových obrobků od omílacích tělísek, která již nefungovala správně. Problém s pěněním se dokonce přenesl i na systém čištění procesní vody, kde z čistících odstředivek vytékala pěna. Tím docházelo ke znečištění samotného systému a bezprostředního okolí.

Když byl o tomto problému v červenci 2020 informován odpovědný obchodní zástupce společnosti Rösler, navrhl použití nepěňivých omílacích tělísek, které nedávno vyvinuli technologové společnosti Rösler. Od začátku roku 2021 nabízí společnost Rösler všechny standardní typy plastových omílacích tělísek také v nepěňivém provedení "N", které je co do tvaru, velikosti a brusného výkonu shodné se standardním výrobkem. Vzhledem k tomu, že použití nových médií nevyžadovalo žádné úpravy v procesu omílání, tak společnost Dörfler & Schmidt nahradila původní omílací tělísky novou, nepěňivou verzí.

Vyšší stabilita procesu, lepší účinnost a vyšší udržitelnost

Společnost Dörfler & Schmidt patří k vybrané skupině firem, které vyzkoušely nová omílací tělísky. Společnost nyní pracuje s nepěňivou verzí přibližně devět měsíců. První testovací fáze působivě prokázala, že požadovaných výsledků opracování je bezpečně dosaženo v předepsané době cyklu a že dobře funguje i fáze separace obrobků. Přechod na nepěňivou verzí omílacích tělísek také výrazně zjednodušil sledování procesu omílání. Vzhledem k tomu, že bylo možné zcela eliminovat dobu nežádoucího opětovného opracování, došlo k výraznému zlepšení celkové hospodárnosti. Další výhodou nových tělísek je, že se mohla prodloužit životnost procesní vody. To pomohlo snížit spotřebu aditiv, což je velké plus pro životní prostředí a dosažení udržitelnosti.

Felix Dörfler shrnuje: "Nepěňivá omílací tělísky používáme ve dvou strojích. Zjistili jsme, že brusný výkon a míra opotřebení jsou naprosto shodné se standardní verzí. Nová média nám pomohla zefektivnit naše procesy z hlediska nákladů, aniž by to mělo vliv na kvalitu výsledků dokončovacích prací. Z tohoto důvodu budeme na nepěňivou verzí přecházet i u dalších typů plastových omílacích tělísek".



Jednoduchý přechod na nepěňivou verzí používaných plastových tělísek zlepšil nejen stabilitu dokončovacího procesu, ale také zvýšil nákladovou efektivitu a zlepšil udržitelnost

KDO JE ROZSOUDÍ V.

Ing. Josef Ježek – JEVAN, Ledec nad Sázavou

Stále přemýšlím o výletu žáků Alexandrijské školy s mistrem Euklidem do Gízy. Právě tam inspiroval svoje žáky a kolegy v mnoha oborech matematiky a fyziky. Zde se i vyrojily otázky: „Kdy, jak a proč byly pyramidy postaveny? Byly tu od počátků Světa? Byl nějaký počátek? Pokud ano, bude i jeho konec?“ Samozřejmě zůstává nezodpovězena spousta dalších otázek. Jihoameričtí indiáni však už dávno vědí, že **Světů je celkem devět**, přičemž jeden z nich je právě ten náš. O tom našem toho zatím moc nevíme, ale o těch zbývajících osmi nevíme zhora nic.

Dobrá tedy, v jeden okamžik z blíže nedefinované lokality (pramene, vřídla, sopky) začala mohutně tryskat energie, která se do 120 sekund (dvou minut) našeho současného plynutí času přeměnila zčásti v dlouhodobě stabilní částice (proton, elektron), když se předtím možná tyto nacházely spojené v elektricky neutrálních částicích zvaných neutrony. Neutrony, nejsou-li vázány s protony v jádrech prvků, potom se rozpadají při vyzařování neutrin na dvě výše zmíněné dlouhodobě stabilní, elektrickým nábojem vybavené, částice. Ty potom tvoří asi z 99 procent viditelnou hmotu vesmírnou v podobě atomu vodíku (Hydrogenia). Pak tu je v prostoru neukotvené velké množství energie někudy létající, které jsme nazvali „elektromagnetickým vlněním“ od „teploty“ 2,7°K (reliktního) až k vlnění s obrovskou energií (kosmické či gama záření). V poslední době fyzici mluví o jakési **černé hmotě** (asi studené – nesvítící) doprovázené černou energií. A těchto dvou složek vesmíru má být proporcčně mnohem více než dnes poznaných.

Záhad je tu hned několik. Kde byla počáteční energie ukryta, když nebyl prostor? On, kromě Pána Boha, nemůže nikdo říct, jak to bylo před 13,7 miliardami let, než naskočil čas našeho vesmíru. **Indián by řekl**, že ta energie přece protékala hrdlem (singularitou) z některého ze zbývajících osmi světů. A tím má problém počátku jednoduše vyřešený. I konec tohoto světa (velký krach – apokalypsa dle sv. Jana) nastane v okamžiku, kdy se všechno hemžení zastaví, energie vakua se skokově sníží a bobtnající prostor „splaskne“. Naštěstí netušíme, kdy k tomu dojde

Nemějte strach, nemůžeme to nijak ovlivnit. Pokud bychom měli hlouběji poznat ten náš svět, museli bychom mít možnost prohlédnout si jej ze světa minimálně o jeden rozměr většího. Od fyziků jsem zaslechl, že pokud bychom se pohybovali rychlostí světla, potom bychom měli šanci zahlédnout jej od samého počátku až do jeho konce. A to prý není možné z důvodu napsaných rovnic o dilataci času či nárůstu hmotnosti. Ale stejně, máme přece povinnost zkoumat tenhle svět, i když s časem, tak jak mu rozumíme. Podívat se z prostoru **4D** na prostor **3D** je možné, zvolíme-li **čtvrtou souřadnicí čas, a tu prostě zastavíme**. Pak spatříme řez vyššího prostoru a možná zahlédneme i některé jeho „hranice a tvar“. **Pyramidy představují „řez“**, který značíme E_3 a nazýváme nezakřiveným trojrozměrným geometrickým prostorem, neboť se o pyramidách říká, že **v nich se čas zastavil**.

Hranice hladkých pyramid tvoří „**části roviny**“ (dvourozměrné objekty), které bezesbýtku vyplní celý prostor E_2 . Nejproduktivnějším „vřídlem“ těchto objektů se jeví půdorysný pohled na hladkou pyramidu z Gízy. Čtverec s oběma úhlopříčkami. Jak tato „**sopka chrlí**“ sobě podobné objekty do rovinného prostoru, vyplňuje ho zcela bezesbýtku **čtverci dvou velikostí**. Říkejme „**dvojitou čtvercovou síť**“, přičemž větší „**oko**“ síť má dvojnásobnou plochu oproti oku menšímu. A to je fantastické. Délky stran (pohledových hran) sítě roviny jsou nesouměřitelné (v iracionálním poměru), ale plochy v tom nejmenším a nejpřirozenějším poměru. Zdvojnásobení nebo rozpůlení plochy je zcela evidentní.

Zopakujme si **cíl našeho snažení**. Nalézt takové **rovinné objekty, ohraničené výhradně přímými úseky** (tzv. **polygony – mnohoúhelníky**), které **při jediné konstantní velikosti** (mohutnosti, plošnosti) **vyplní bezesbýtku celý prostor E_2** .

Geometrii polygony třídí z hlediska počtu stran N (shodný s počtem hrotů) a podle jejich uspořádání. Neboli podle počtu a velikosti jejich vnitřních (interních) rovinných úhlů (značme α_N), nebo vnějších (externích) rovinných úhlů (značme β_N). Jestliže je rovinný úhel menší než Přímý ($P=\pi$), pak jej nazývají **Dutým (D)**, někdy v souvislosti s polygony „konvexním“. Jestliže je větší než přímý, pak jej nazývají **Vypuklým, nekonvexním** nebo „konkávním“, symbolicky „**C**“.

Zde se chvíli zastavím. Dochází totiž v terminologii pro studenty k trochu matoucí situaci. Dívají-li se na graf nějaké hladké funkce, pak jsou přesvědčeni, že jsou obdarováni „**božským nadhledem**“, neboť vidí odměrovou základnu zobrazovacího systému, a tím i celý průběh funkce. Kdy funkce stoupá, pak dojde k obratu a zase klesá. To je vztah jednotlivých bodů funkce k základně nezávisle proměnné, k „**x**“. Vidí její konvexní průběh. Použití tento odborný termín pro polygony se asi nehodí. Polygon jako uzavřený objekt nemusí mít vztažné souřadnice, a můžeme jej sledovat buď zevnitř, nebo zvenčí. Jako v domku čtvercového základu. Jsme-li uvnitř, potom vidíme čtyři hroty (zlomy, rohy) duté, zvenčí zase čtyři hroty (rohy) vypuklé. Záleží proto na tom, kde se nachází pozorovatel. Jen obtížně můžeme říci, kde je „**vně**“ a kde „**uvnitř**“. Jdeme-li po hranici polygonu, jedno jest, zda zvenčí nebo zevnitř, potom je podstatné, abychom rozlišili dva stavy. Buď zahýbáme pouze jednostranně (vpravo nebo vlevo), dokud nedojdeme do výchozí pozice, nebo během poutě kolem objektu někdy zahneme tak, jindy jinak. Pak usuzujeme, že půdorysný obraz objektu není konvexní, ale konkávní.

Počet stran značme symbolicky „**S**“, **počet hrotů** symbolicky „**H**“. Pro polygony obecně (značme symbolicky N) tedy platí rovnost: $N=S=H$. Nejmenší polygon je trojúhelník, $N=3$. **Součet (Σ)** jeho vnitřních (rovinných) úhlů představuje Přímost, značíme „**P**“. Každý jednotkový přírůstek počtu stran nebo hrotů polygonu pak představuje jednotkový přírůstek přímosti v celkovém počtu vnitřních úhlů ($\Sigma \alpha_N$). Platí tedy vztah:

$$\Sigma \alpha_N = P \cdot (N - 2)$$

Celkový součet vnějších úhlů ($\Sigma \beta_N$) polygonu N je dán rozdílem mezi celkovým počtem N **plných úhlů (2P)** kolem všech hrotů a součtem všech **vnitřních úhlů**.

$$\Sigma \beta_N = 2PN - \Sigma \alpha_N = 2PN - P \cdot (N - 2) = 2PN - PN + 2P = NP + 2P = (N + 2) \cdot P$$

Máme zde ještě jeden důležitý poznatek. Zejména pro poutníky všeho druhu. My, co jsme sloužili vlasti v zelené uniformě, bychom mohli vyprávět. V takzvané pořadové přípravě vojenské základní služby jsme si jej tisíckrát vyzkoušeli. Po povelu „**pochodem vchod**“ jsme kráčeli přímo do okamžiku, než zazněl povel „**čelem vzad**“. Poté jsme se otočili o přímý úhel a zase pochodovali přímočaře vpřed až na místo, odkud jsme vyšli. Zde jsme zastavili na povel „**zastavit stát**“. Nebyli jsme však ve výchozí poloze, museli jsme se ještě otočit na povel „**čelem vzat**“. Pacifisti budou pořád tvrdit, že nám vojna nic dobrého nepřinesla. Ale co řeknou tomuto poznatku. Pokud kamkoliv vyjdete na svou pouť, a nakonec se vrátíte na výchozí místo, potom jste na své pouti v součtu vykonali obrat dvou přímých úhlů. Jeden okruh hladké nebo lomené trasy ($\Sigma \gamma_N$) má právě tuto hodnotu, hodnotu **otočení směrové šipky o plný úhel**. (Otočení hlavy pozorovatele, sledujícího trasu poutníka zevnitř jeho cyklyky – uzavřené dráhy).

$$\Sigma N = 2P$$

Nyní vytvoříme základy teorie bezezbytkového plnění prostoru E_2 jediným tvarem a jedinou mohutností polygonu. Obecně se ví a všude píše, že z **pravidelných polygonů** tento dvourozměrný prostor bezezbytku vyplní pouze tři z nich. Rovnostranný trojúhelník (trigon), čtyřúhelník (tetragon – čtverec) a pravidelný šestiúhelník (hexagon). **Pravidelný pětiúhelník (pentagon) je vzpurný** a tuto schopnost nedostal. Dva ze tří výše zmíněných pravidelných polygonů jsou geneticky dobře vybaveny. Mají sudý počet stran, z nichž všechny jsou vždy stejné délky a dvě protilehlé spolu rovnoběžné. **Rovnoběžnost** párových stran má obrovský potenciál množení (**sudost – známka ženství**) a **přizpůsobivost** s ohledem na „**pružné deformace tvaru**“. Hroty u nich představují ložiska (klouby) k vzájemnému otáčení sousedících stran v obou směrech. Díky těmto vlastnostem vytvoříme z **jednoho čtverce** nekonečný počet rovnostranných (téže délky stran) objektů – polygonů, nesoucích název **kosočtverec**. Z pravidelného hexagonu zase nekonečný počet kosých hexagonů rovnostranných.

Stejně, geneticky podmíněné, vlastnosti přecházejí i na kolmý čtyřúhelník (rovnoběžník) s různou délkou párových stran, jménem **obdélník**. Z nekonečného počtu těchto objektů se pak z každého jednoho z nich zase rodí nekonečný počet jejich kosých potomků, **kosodélníků**. Obdobné je to i u nepravidelných hexagonů, kdy dva protilehlé páry stran jsou shodné délky a třetí pár odlišné délky. Nebo také tehdy, pokud jsou všechny tři protilehlé páry stran navzájem jiné délky. Dostáváme tak nekonečné množiny tvarů **různostranných rovnoběžníkových (kosých) šestiúhelníků**.

Výše zkoumané čtyřúhelníkové a šestiúhelníkové rovnoběžníkové **objekty ženské podstaty** se mohou stát „**mateřskými**“ pro zrod identické dvojice objektů mužské i ženské podstaty. **Objekt mužské podstaty** má lichý počet stran (i hrotů) a je k plození poněkud nevhodný.

A nyní k plození. U mateřských objektů musíme nejprve nalézt „**pupeční bod**“, kterému zpravidla říkáme „**plošné těžiště**“. U objektů výše specifikovaných se nachází v průsečíku (minimálně) dvou úhlopříček z protilehlých hrotů. Do těžiště vložíme stativ laserového nože, zapneme přístroj a zvoleným směrem rozřízneme „**mateřské těleso**“ (bříško). A nyní záleží na tom, která z maminek právě rodí. Pokud světelný paprsek míří mimo protilehlé hroty, potom se ze čtveré matky rodí dvě identické lichoběžníkové dcerky, z matky šesteré dva identičtí (pětiúhelníkové) kluci. Pokud paprsek míří do hrotu, potom se čtveré matce rodí dva identičtí trojúhelníkové kluci, matce šesteré dvě identické čtyřúhelníkové dcery.

Geometrické podobenství s plozením živých heterogenních organismů není snad na závalu našemu výzkumu. Může nastávat i opačný proces, než je laserové rození (řezání) polygonů. Polygony různé podstaty se mohou spolu spojovat (svářet) a vytvářet tak objekty vyšších násobností. Například splynou-li spolu čtverec (nebo obdélník) jednou stejně mohutnou stranou s trojúhelníkem, potom dostáváme pětiúhelník, který dříve malovali kluci po zdech. Pravda, přikreslili ještě čarové čtyři nožičky a zatočený ocásek, a bylo na zdi schematicky zobrazeno prasátko (krásný pentagon). Buď tučný nebo hubený, nebo také rovnostranný, ale i třeba se třemi pravouhlými hroty. Slučováním či pevným svazováním polygonů (syntézou, splyváním spojovacích stran) dostáváme roztdovité tvary mnohoúhelníků, které mají potenciál vyplnit bezezbytku bezdřehý prostor E_2 . Živé i neživé objekty v přírodě tvoří různorodé buňky či molekuly, proč tedy ne v geometrii.

Prvním „nekonvexním“, raději polygonem trpícím „vydutostí“ (neduhem) může být čtyřúhelník. Detailní popis tohoto jedince se bude různit podle vzájemných vztahů mohutností stran. Budou-li jejich délky ve dvojicích shodné, potom je polygon symetrický a může se rozpadnout na dva identické tupohlé trojúhelníky. Tupý úhel je menší než přímý (P) a větší než pravý, královský (R – **Rexus**). Bude-li takovým polygonem čtyřúhelník obecný, potom jej ohraničují buď dvě různé dlouhé strany a dvě strany shodně dlouhé, nebo čtyři různé dlouhé strany, ale vždy svírající čtyři rovinné úhly čtyř různých velikostí.

Na tomto polygonu si vyzkoušejme jeho zápis v obecné poloze, kdy se neptáme po vztazích délkových, ale úhlových. Nadále použijeme následující symboliku. Úhel menší než pravý (ostrý) značme „**A**“, úhel větší než pravý (tupý) značme „**B**“, všechny tři pak patří mezi úhly duté **D (A; R; B)**. Úhel větší než přímý je vydutý „**C**“ a třídící hledisko je: **D-P-C**. Polygon **AAAC** je potom tento nekonvexní čtyřúhelník, v jehož zápise nelpíme na pořadí symbolů. Nezajímá nás ani velikost stran, ani úhlů do té míry, patří-li k jedné, druhé či třetí skupině. Chceme-li však upozornit, že jeden z úhlů „**A**“ je pravý, pak jej nahradíme symbolem „**R**“. Například **ARAC (ACRA, ACAR, CAAR, RAAC)**. Pravouhlý trojúhelník pak symbolicky zapíšeme **ARA**. Nejožehavější je diskuse o tom, jestli lze za vnitřní úhel polygonu považovat úhel přímý (P), který má velikost **P = 2R**.

Z definice polygonu vyplývá, že se jedná o kus roviny ohraničené přímými hraničními úseky (úsečkami), které jsou mimo jiné tvořeny hraničními body. Některé z vyvolených hraničních bodů obdržely schopnost takovou, že se v nich přímost může zlomit. Jde tedy o vyvolené zlomové body na hranici rovinné plochy. Celá hranice se pak může nazvat uzavřenou zlomovou čarou (cyklikou). Zlom hranice však umožňují všechny vnitřní body této čáry, protože mají v sobě ten potenciál. Pokud tuto myšlenku připustíme, potom kterýkoliv vyvolený (rozsvícený) bod na kterékoli straně trojúhelníku přemění trojúhelník na čtyřúhelník, neboť součty (**Sumy = Σ**) velikostí vnitřních i vnějších úhlů jsou v pořádku. Tato „**metamorfóza polygonů**“ opravdu ničemu nevadí. Trojúhelník lze přetvořit v jakýkoli jiný mnohoúhelník, aniž bychom cokoliv měnili na jeho vizáži. Pouze někde na jeho hranicích rosvítíme body a dáme jim písmenná jména. Přímý úhel P započítáváme jak k vnitřním, tak ke vnějším úhlům. Pokud bychom rosvítili všechny hraniční body polygonu, potom obě sumy (**$\Sigma \alpha$ i $\Sigma \beta$**) budou nekonečné, stejně jako u **hladkých cyklik** typu kružnice nebo elipsy.

Zatím jsme si povídali o polygonech „svobodných“, volně ležících. Mladí by hovořili o „**free polygonech**“. I geometrický prostor však nemůže vlastnit jen jedinec, musí se o něj dělit (sdílet jej) s dalšími účastníky. A tak zde probíhá boj o prostor, nelstostný, jako mezi lidmi, zvířaty či rostlinami. Nakonec však v každém okamžiku bytí musí být (a také je) nastolena rovnováha. Každý polygon má svoji mohutnost v počtu stran (**N**) a sílu v počtu navázaných vztahů s kamarády. Síla se vyjadřuje součtem mocností uzlových bodů, které leží na hranici konkrétního polygonu. Každý **hraniční bod polygonu** (někdy také užíváme název „pole“) je **minimálně dvojmocný**, protože odděluje dva polygony (dvě pole). Polygony vytvářejí rovinnou mozaiku polí, jejichž hraniční čáry lze bez obav nazvat síťovinou nebo **strukturou**. Strana polygonu odděluje dva sousedící polygony (pole) a zároveň spojuje vždy dva uzlové body, u nichž hovoříme o „mocnosti“. **Mocnost uzlového bodu** zapisujeme symbolicky číslem „**m**“. Z řečeného vyplývá, že uzlový bod je **minimálně trojmocný ($m_{\min} = 3$)**, protože je společný třem polygonům. Mocnost skutečná je dána počtem stran, které do uzlového bodu vstupují. **Násobnost (N) polygonu (značme „n“)** je dána počtem uzlových bodů na jeho hranici.

Po úvodním rozboru problematiky se podívejme na struktury, které bezezbytku vyplní prostor E_2 a jak je můžeme vyhodnocovat. Vyšli jsme ze tří pravidelných objektů, u nichž známe mocnost uzlových bodů ve struktuře. Základní trojúhelníková síť (**N=n=3**) má všechny uzlové body šestmocné: **$\Sigma m_3 = 6 \times 3 = 18$** . Tvar **rovnostranných trojúhelníků** je vyjádřen úhlovými symboly **AAA** a hodnotově **$P/3+P/3+P/3=P$** . Základní čtyřúhelníková síť (**n=4**) má všechny uzlové body čtyřmocné **$\Sigma m_4 = 4 \times 4 = 16$** . Tvar pravouhlých (čtverců a obdélníků) čtyřúhelníkových rovnoběžníků je vyjádřen symbolicky **RRRR**, obecných pak **ABBA**. Hodnotově pravouhlých **$P/2+P/2+P/2+P/2=2P$** , stejně tak **2P** celková hodnota obecných. Základní šestiúhelníková (plástová) síť (**n=6**) má všechny uzlové body trojmocné **$\Sigma m_6 = 3 \times 6 = 18$** , tvar symbolicky **BBBBBB**, hodnotově **$2P/3 + 2P/3 + 2P/3 + 2P/3 + 2P/3 = 4P$** .

Násobnost uzlových bodů na hranicích těchto objektů se nemění, pokud se celý prostor „tlakem z vnějšku“ jednosměrně deformuje. Z rovnostranných trojúhelníků se stávají rovnoramenné, pravoúhlé nebo obecné. Ze čtvercových se stávají obdélníkové, kosočtverečné nebo kosodélníkové. Z šestiúhelníkových pravidelných (plástových) se stávají kosé všech druhů. A nyní může vypuknout tvořivost zájemců o nalezení všech možných bizarních tvarů polygonů, které splňují predikci: **Jeden tvar a jedna velikost, které vyplní celý neomezený prostor E_2** . Líbí se mi uspořádání s prasátko (pětiúhelníky), která pijí z jedné misky (vždy celkem čtyři), nebo se krmí z nekonečných žlabů ve dvou řadách. V jednom případě čumáčky k sobě, v druhém zase zadečky k sobě. V těchto strukturách mají obě uspořádání prasátek na sobě dva uzlové body čtyřmocné, tři trojmocné. Suma mocností je tedy: $\Sigma m_5 = 2 \times 4 + 3 \times 3 = 17$ vztahů.

Suma mocností uzlových bodů, nacházejících se na obrysech nejjednodušších polygonů zapojených do struktur, se pohybuje v rozpětí $\Sigma m_n = 16$ až **18 vztahů**. Zcela unikátní je struktura, vycházející (vyvěrající) z půdorysných obrazů hladké pyramidy v Gíze. Dvojitým „císařským řezem“ čtvercové základny (oběma úhlopříčkami) dostáváme rovnoramenný pravoúhlý trojúhelník ($n=3$) tvaru **ARA**, velikosti $P/4+P/2+P/4 = P$, vyplňující beze zbytku celý „rovinný vesmír“ E_2 . Suma mocností uzlových bodů po obvodu polygonu bude: $\Sigma m_{PG} = 8+4+8=20$, což je **počet navázaných vztahů s okolím**.

Příklady sítí. Rovinu beze zbytku vyplní **kříže řecké** (rovnoramenné) i **kříže zalomené** (svastiky), kdy struktura stojí na čtyřech čtyřmocných uzlech. Základem je čtverec. Taková **cihlová struktura** má základ v šestiúhelníkové síti, kdy dva protilehlé hroty jsou deformovány (stlačeny tak, že dva páry stran splynou v úsečku) a všechny uzlové body jsou trojmocné. Řezáním čtyřúhelníků mimo hroty dostáváme lichoběžníky, které mají na své hranici tři trojmocné a dva čtyřmocné uzly. $\Sigma m_1 = 2 \times 4 + 3 \times 3 = 17$. Přidáme-li do tvarování šestiúhelníku jednostrannou vypuklost, dostaneme tvar přesunutých turistických šipek (obrys směrovek), oboustrannou vypuklostí dostaneme celý svět plný motýlků, brýlí nebo prvků zámkové dlažby tvaru „I“.

S vytvářením polygonů různých tvarů, splňujících podmínku jednotnosti tvaru a velikosti, nám může výrazně pomoci mystický symbol východního (zejména v Koreji rozšířeného) náboženství zvaného **TAO**. Tao je cesta, a cesta může být sama o sobě cílem. Každý čtenář ten symbol „rovnováhy světa“ (dobra a zla, světla a tmy) dobře zná. Je to kruh rozpůlený vlnovkou nebo sinusoidou (cola). Takovýto proces půlení umožňují kromě kruhu i všechny rovnoběžníky, počínaje čtyřúhelníky a šestiúhelníky. Půlící čára musí procházet jejich těžištěm. V tomto případě čára lomená (složená z úseček).

Příkladem může být logo firmy „**Saska a Sportka**“, kdy čtyřikrát zalomená čára rozpůlí pravidelný šestiúhelník za vzniku dvou do sebe zaklesnutých desetiúhelníků. Takto je možné si hrát velmi dlouho. Jeden z badatelů nakreslil v této souvislosti svět **E_2 plný draků**. Mě jako technika v souvislosti s pyramidami napadají objekty technického tvaru. Ty mohou připomínat tvar lodí námořní flotily, ale také lodí kosmických. Štíhlého tvaru v podobě rakety „Apollo“ nebo plochého tvaru v podobě létajícího talíře (UFO), obrysů mimozemšťanů a jiných objektů. Ale třeba také polygonů tvaru obelisků, minaretů, chrámů zrcadlících se na vodní hladině, dívčích letních či svatebních šatů a podobných objektů. Prostě, na Svět plný lodí je opravdu krásná podívaná.

V roce 2020 po Kristu dostal třetinu Nobelovy ceny britský vědec **Roger Penrose**, kterého problematika plného prostoru (**teselace**) celý život zajímá. Jeho žákem byl i známý fyzik **Howking**. **Nobelovu cenu obdržel** za příspěvek k teorii černých děr. V tom máme společný zájem. Lišíme se jen tím, že já se snažím celý prostor vyplnit jediným objektem, neboť předpokládám, že na počátku nebyla různost, ale jedinstvo, z níž povstala mnohost. Předpokládám, že jako poslední stav časoprostoru po kolapsu (**černá díra**) je **vyplněn jediným tvarovým objektem**. Jde o pentagon ($n=5$) typu **BRBRB** zvaný **Cairo** (Káhira) s vnitřními úhly $2P/3+P/2+2P/3+P/2+2P/3=3P$. Jeho čtyři strany jsou shodné délky a vytvářejí strukturu vztahů $\Sigma m_5 = 3+4+3+4+3=17$. Ta představuje střídání trojlístých vrtulí (větrných elektráren) a čtyřlístých rotorů klasických větrných mlýnů. Přílehlavé je jméno, neboť toto město je **na dohled od pyramid v Gíze**. Samotná struktura připomíná **dvě vzájemně křížené příčné vlny**.

Prostor je tedy vyplněn dvěma typy vírů. Vždy, když fyzikální prostor kolabuje, v něm ukrytý a rozprostřený **tangenciální vektor** (rotor) zvětšuje frekvenci roztáčení. Černé díry mají díky rovnováze gravitace a odstředivých sil dvojí rotaci. Propojováním uzlových bodů se objevují dva typy obrazců čtyřúhelníkového tvaru. Kolmých (čtverců) a kosých (kosočtverců). Středovou atomizací nalezeného pentagonu (rozpadem na nejmenší polygony – trojúhelníky) dostaneme dva rovnoramenné pravoúhlé trojúhelníky a jeden rovnoramenný ostroúhlý trojúhelník, který působí dojmem, že se jedná o klín, který rozštěpil čtverec. Půlky čtverce mají rozměry **1-√2-1**. Klín mezi ně vražený rozměr **√2-0,732-√2**.

Vzhledem k tomu, že nalezený pentagon je souměrný podle jediné osy, můžeme jej půlit na **dva obecné tetragony** (čtyřúhelníky), jejichž tvar taktéž beze zbytku vyplní celý prostor E_2 . Tento nepravidelný čtyřúhelník typu **BRAR** a velikosti $2P/3+P/2+P/3+P/2=2P$ má zajímavý poměr stran (**1,366 – 1 – 1 – 0,366**). Patří také mezi ty šťastné, jejichž všechny čtyři hroty leží na jediné kružnici (díky pane Thaletu). **Lze z něj vytvořit spoustu zajímavých tvarů, přičemž struktura prostoru má minimální možnou hodnotu (podobu). Je totiž ze všech nejřidší: $\Sigma m_4 = 4+4+4+4=16$** . Tuto hustotu vztahů však můžeme pozorovat ještě u „speciálních pentagonů“, vzniklých rozpadem cihlové zdi (na uhlinky) s vnitřními úhly: $R+P+P/4+3P/4+R = 3P$ ($3 \times 4 + 1 \times 4 = 16$).

Závěrem chci upozornit na rovinné objekty, které charakterizují euroamerickou křesťanskou civilizaci. Tak zvaný „**TAU kříž**“ má podobu písmene T (tau), a má tři vzájemně kolmá ramena, z nichž jedno je delší. Na kříži takového tvaru bylo popraveno Římany **šest tisíc Hebrejů** po potlačení vzpoury v Jeruzalémě, ale i o čtyřicet let dříve Kristus. Tento kříž beze zbytku vyplnil celý svět E_2 . Všechny uzlové body na jeho obrysu jsou trojmocné a leží (jsou seřazeny) na nekonečném počtu rovnoběžných přímostí se vzájemně se střídající dvojí (různou) distancí. Uzlových bodů je šest, takže **objekt má ducha** (charakter) **šestiúhelníku**, obraz nekonvexního osmiúhelníku ($\Sigma m_8 = 6 \times 3 = 18$). Když římsí vojáci **k tau kříži přidali Kristovi tabulku** s dobře známým tetragramatem (**INRI**), vznikl kříž čtyřramenný, který převzali za svůj výsostný znak (symbol) křesťané. Jedno ze čtyř vzájemně kolmých ramen je delší než tři první. **Tento kříž je nazýván** nerovnoramenným, **latinským** nebo římským. Má na rozdíl od řeckého kříže obry (tvar) nepravidelného dvanáctiúhelníku. Také on beze zbytku vyplní celý svět E_2 . Na jeho obvodu je pět uzlových bodů dvojí mocnosti. **Má tedy ducha pentagonu, obraz dodekagonu** (dvanáctiúhelníku). ($\Sigma m_{12} = 3 \times 3 + 2 \times 4 = 17$). Výsledkem sumy mocností je **prvorozené mužské číslo**. Jak symbolické! Tvoří celek z dvanácti přímých úseků (Apoštolů), přičemž **vztah** mezi dvěma sousedními je vždy **ten „pravý“**. Uzlové body jeho sítě v celém světě E_2 leží na vzájemně rovnoběžných liniích (přímostech), přičemž distanc mezi těmito rovnoběžkami má dvě hodnoty. Vedle sebe dvě větší distance střídá jedna menší, a opět dvě větší a jedna menší. Zvláštní to tvar, který vyplnil celý svět E_2 , a který v tomto silně připomíná jeden velký křesťanský hřbitov.

Odborné vzdělávání

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

GALVANICKÉ POKOVENÍ

ZAHÁJENÍ KURZU – listopad 2021

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

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

Obsah kurzu:

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



V případě potřeby připravíme program dle požadavků firmy.

Garanti kurzu:

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

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)
(3 x 2 dny)

Místo konání: FS ČVUT v Praze

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

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

Odborné akce

24. konference Koroze a protikorozi ochrana materiálů

Dne 20. - 22. 10. 2021 se bude v hotelu Dvořák v Táboře konat již 24. ročník konference AKI.

Konference se tradičně věnuje hlavním tématům korozního inženýrství, protikorozi 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..



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

XIV. KONFERENCE PIGMENTY A POJIVA 15. – 16. 11. 2021, HOTEL JEZERKA, SEČ



Témata konference

- I. Pigmenty, pojiva a jejich aplikace v oboru nátěrových hmot
- II. Nátěrové hmoty pro povrchovou ochranu a úpravu materiálů
- III. Technologie pro výrobu nátěrových hmot, zařízení pro povrchové úpravy a předúpravy povrchů
- IV. Legislativa a problematika vlivu pigmentů, nanomateriálů a povrchových úprav na životní prostředí
- V. Instrumentální a analytické techniky pro nátěrové hmoty a jejich složky

Bližší informace: <https://pigmentyapojiva.cz/cs>



17

MEZINÁRODNÍ
ODBORNÝ
SEMINÁŘ

PROGRESIVNÍ A NETRADIČNÍ TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV

24. – 25. 11. 2021
HOTEL MYSLIVNA
BRNO

Partner semináře:

BVV



Veletrhy
Brno

Mediální podpora:

Technický týdeník

KONSTRUKCE



WWW.POVRCHARI.CZ

Reklamy

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

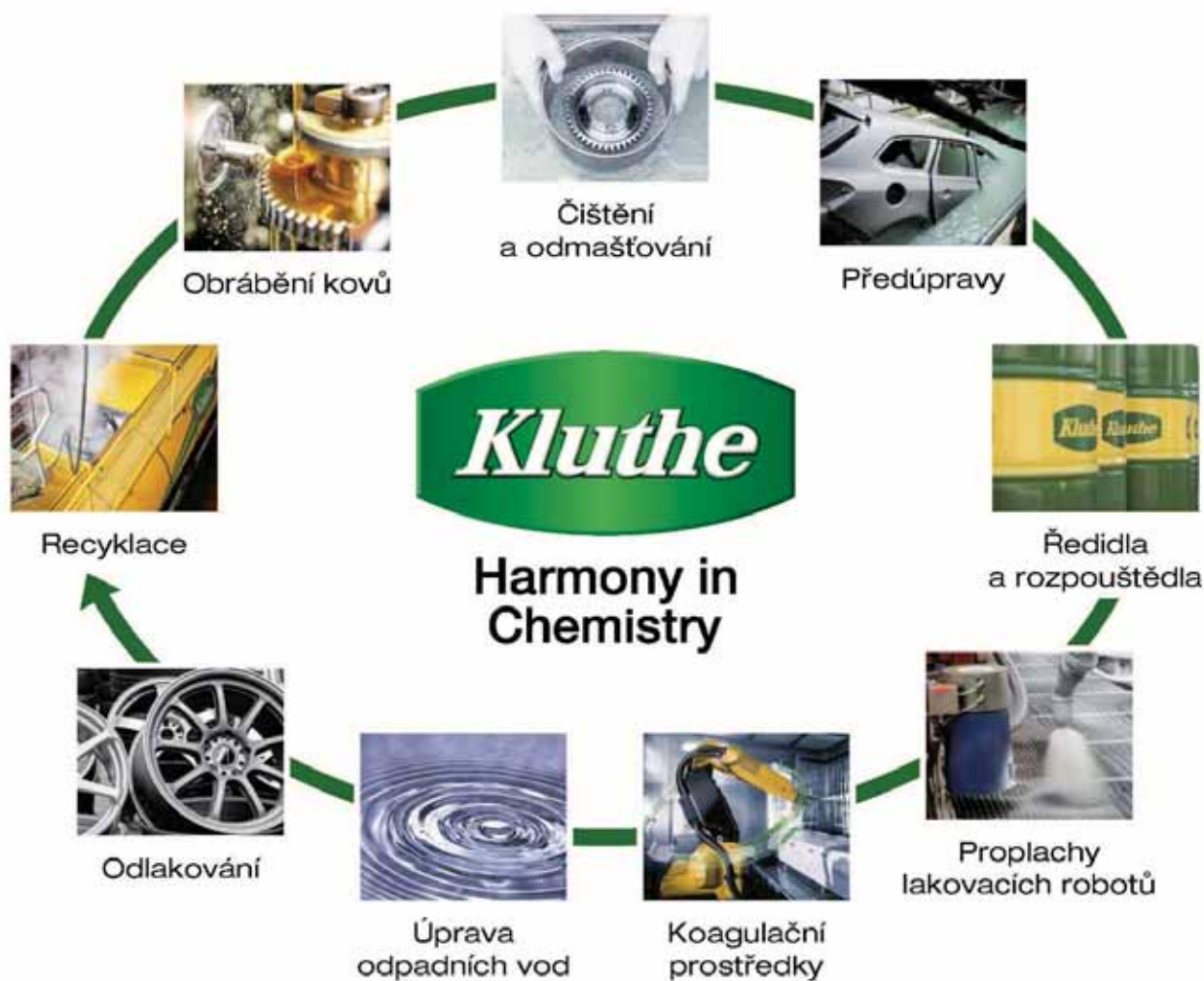
OUTSOURCING SLUŽEB A MATERIÁLU PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY

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

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

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

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



TECHNOLOGIE VYSOKOTLAKÉHO VODNÍHO PAPERSKU WOMA®

S VYSOKÝM TLAKEM PRO VÁŠ ÚSPĚCH.

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



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

Výrobce a dodavatel zařízení pro povrchové úpravy

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

Přišimasy 38, 282 01 Český Brod (pracoviště)

Tel.: +420 321 672 815

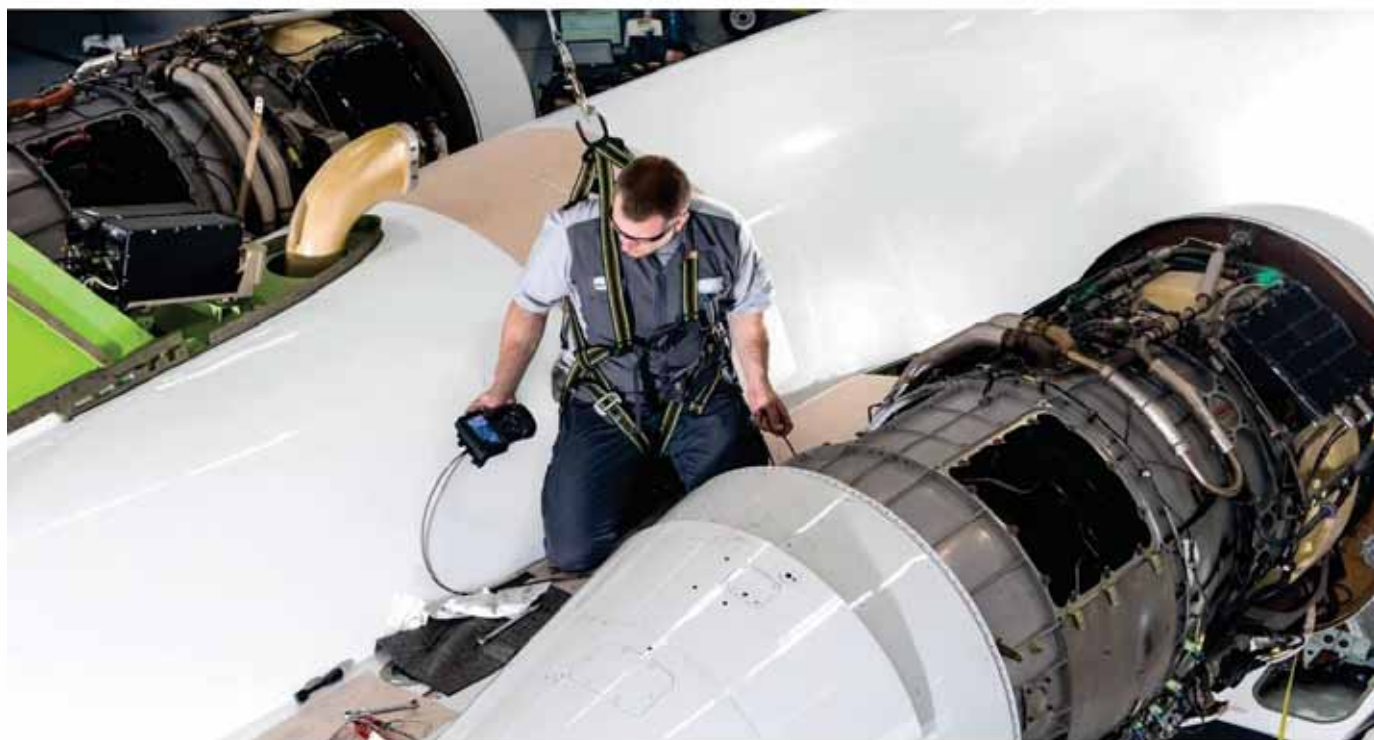
Email: info@saf.cz

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



www.saf.cz

OLYMPUS



Nepřímá vizuální kontrola obtížně přístupných prostor Robustní, odolný ale přenosný IPLEX G Lite videoskop

Nepřímá vizuální kontrola se často odehrává ve velmi nepřístupných prostorech a to vyžaduje lehké a odolné přístroje, se kterými je možno do těchto prostor proniknout. Videoskop Olympus IPLEX G Lite kombinuje odolný, kompaktní design se skvělou světelností a intuitivním ovládáním pro spolehlivé kontroly a přesné expertízy v jakémkoli místě.



Robustní a odolný design pro náročné inspekční podmínky



Rychlejší kontroly díky velmi intuitivnímu ovládání



Lepší detekce poškození díky skvělému zobrazení

➔ www.olympus-ims.com/en/rvi-products/IPLEX-g-lite

Scientific Solutions Division
OLYMPUS CZECH GROUP, S.R.O., ČLEN KONCERNU
 Evropská 17B/16, 160 41 Praha 6 | Tel.: +420 221 985 211 |
 info-industrial@olympus.cz | www.olympus.cz

Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

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

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

Povrcháři ISSN 1802-9833

Šéfredaktor

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

Redakce

Ing. 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

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

doc. Ing. Václav Machek, CSc.

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

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

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